

**ACADEMIA NACIONAL
DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

ISSN 0327-8093

ANALES

TOMO LXIX

2016



**BUENOS AIRES
REPÚBLICA ARGENTINA**

ACADEMIA NACIONAL
DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

ISSN 0327-8093

☞ Fundada el 16 de octubre de 1909 ☞

Avda. Alvear 1711 2º piso CP 1014

Buenos Aires, Argentina

Tel./Fax: 4812-4168; 4815-4616

Email: academia@anav.org.ar

ANNALES

BUENOS AIRES
REPÚBLICA ARGENTINA

ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

COMISIÓN DIRECTIVA

| | |
|-----------------------------|------------------------|
| DR. C. N. CARLOS O. SCOPPA | Presidente |
| ING. AGR. LUCIO G. RECA | Vicepresidente Primero |
| DR. EMILIO J. GIMENO | Vicepresidente Segundo |
| ING. AGR. RODOLFO G. FRANK | Secretario General |
| DR. JORGE O. ERRECALDE | Tesorero |
| ING. AGR. MARTÍN OESTERHELD | Prosecretario |
| DR. BERNARDO J. CARRILLO | Protesorero |
| DR. JORGE L. FRANGI | Secretario de Actas |
| ING. AGR. ROBERTO R. CASAS | Vocal |

ÓRGANO FISCALIZADOR UNIPERSONAL

| | |
|-----------------------------------|----------|
| DR. JUAN A. SCHNACK | Titular |
| ING. AGR. ALBERTO DE LAS CARRERAS | Suplente |

ACADÉMICOS HONORARIOS

Designados en el país y en el extranjero

| | |
|------------------------|---------------------------|
| BAUR, Erwin | MARAÑÓN, Gregorio |
| BOERGER, Alberto | ORLA-JENSEN, Sigurd |
| BORLAUG, Norman Ernest | OSTERTAG, Robert von |
| ESCALANTE, Wenceslao | RAMON, Gastón |
| FINZI, Guido | RICARD, Joseph-Honoré |
| GORDON ORDAS, Félix | SANZ EGAÑA, Cesáreo |
| GUINIER, Philibert | SCHULTZ, Theodore William |
| KEESOM, Willem Hendrik | VALLEE, Henri |
| LESAGE, Julio | YOUNG, Thomas Dunlop |

PRESIDENTES HONORARIOS

† Dr. M.V. Antonio Pires, 1986

† DR. M.V. Norberto Ras, 2001

ACADÉMICOS DE NÚMERO

| NOMBRE | SITIAL | NACIMIENTO | DESIGNACIÓN | TÍTULO |
|-----------------------------|--------|------------|-------------|-----------------|
| BARRETT, Wilfredo H. | 21 | 15/08/1925 | 14/11/1991 | Ing. Agr./Ph.D. |
| BELLINZONI, Rodolfo C. | 34 | 06/01/1957 | 13/10/2016 | Dr. M.V. |
| CALVELO, Antonio J. | 5 | 09/11/1927 | 10/06/1999 | Ing. Agr. |
| CANTET, Rodolfo J. C. | 31 | 17/03/1954 | 13/10/2016 | Ing. Agr./Ph.D |
| CARRILLO, Bernardo J. | 20 | 18/11/1931 | 13/08/1992 | Dr. M.V./Ph.D. |
| CARUGATI, Alberto Ángel | 17 | 13/11/1941 | 11/04/2013 | Dr. M. V. |
| CASAS, Roberto R. | 1 | 27/01/1946 | 07/12/2005 | Ing. Agr. |
| CRISCI, Jorge Víctor | 38 | 22/03/1945 | 17/05/2001 | Dr. C. N. |
| DE LAS CARRERAS, Alberto E. | 34 | 02/03/1929 | 22/08/1997 | Ing. Agr. |
| ERRECALDE, Jorge Oscar | 30 | 24/10/1949 | 13/08/2009 | Dr. C. V. |
| FRANGI, Jorge Luis | 32 | 29/04/1947 | 11/12/1997 | Dr. C.N. |
| FRANK, Rodolfo Guillermo | 23 | 23/12/1935 | 13/04/2000 | Ing. Agr. |
| GARCIA TOBAR, Julio Alberto | 18 | 22/11/1938 | 11/08/2011 | M.V./Ph.D. |
| GIMENO, Eduardo J. | 10 | 17/12/1948 | 13/04/2000 | Dr. M.V./Ph.D. |
| GIMENO, Emilio J. | 3 | 10/02/1930 | 22/08/1997 | Dr. M.V. |
| GOMEZ, Néida Virginia | 6 | 22/09/1950 | 12/06/2008 | Dr. M. V. |
| HALL, Antonio Juan | 11 | 01/03/1942 | 14/08/2003 | Ing. Agr. Ph.D. |
| LEOTTA, Gerardo A. | 9 | 27/06/1970 | 09/06/2016 | Dr. M.V. |
| MARTINO, Olindo A. L. | 29 | 09/07/1930 | 09/06/2016 | Dr, Med. |
| MARZOCCA, Ángel | 39 | 17/07/1925 | 19/04/1990 | Ing. Agr. |
| MIGUENS, Luciano | 14 | 28/02/1937 | 08/10/2009 | M.V. |

| NOMBRE | SITIAL | NACIMIENTO | DESIGNACIÓN | TÍTULO |
|-------------------------|--------|------------|-------------|-----------------|
| MORINI, Emilio G. | 26 | 08/06/1917 | 09/08/1978 | Dr. M.V. |
| OESTERHELD, Martín | 16 | 27/08/1958 | 09/09/2010 | Ing. Agr./Ph.D. |
| PALMA, Eduardo L. | 12 | 13/12/1942 | 12/06/1997 | Dr. Quím. |
| PASCALE, Antonio Juan | 13 | 24/01/1921 | 11/12/2003 | Ing. Agr. |
| PORTIANSKY, Enrique Leo | 4 | 02/10/1958 | 12/12/2013 | Dr. M.V. |
| RECA, Lucio Graciano | 8 | 25/07/1931 | 14/10/2004 | Ing. Agr./Ph.D. |
| SADIR, Ana María | 26 | 10/02/1947 | 13/10/2016 | Dra. Bioquím. |
| SALAMONE, Daniel F. | 35 | 21/05/1960 | 13/10/2016 | Dr. M.V. |
| SANCHEZ, Rodolfo A. | 24 | 04/02/1939 | 12/11/1998 | Ing. Agr./Ph.D. |
| SATORRE, Emilio H. | 37 | 25/08/1957 | 13/10/2016 | Ing. Agr./Ph.D. |
| SCHNACK, Juan Alberto | 36 | 07/04/1943 | 17/05/2001 | Dr. C. N. |
| SCHUDEL, Alejandro A. | 28 | 07/07/1942 | 12/06/1997 | Dr. C.V. |
| SCOPPA, Carlos O. | 27 | 14/10/1939 | 12/08/1993 | Dr. C.N. |

ACADÉMICOS DE NÚMERO FALLECIDOS

| NOMBRE | SITIAL | NACIMIENTO | DESIGNACIÓN | FALLECIMIENTO | TÍTULO |
|----------------------------|--------|------------|-------------|---------------|--------------------|
| AGOTE, José María Leonardo | D | 06/11/1867 | 06/06/1910 | 29/06/1919 | Dr. M.V. |
| AGRASAR, Ramón E. | I | 02/06/1922 | 13/06/1996 | 04/08/2000 | Ing. Agr. |
| AMADEO, Tomás Aurelio | I | 25/09/1880 | 13/02/1925 | 01/12/1950 | Ing. Agr./Dr. C.J. |
| ANCHORENA, Joaquín S. de | 2 | 28/08/1876 | 00/00/1941 | 19/07/1961 | Abogado |
| ARAMBURU, Héctor G. | 30 | 05/12/1916 | 09/06/1976 | 08/05/2009 | Dr. M.V. |
| ARATA, Pedro N. | D | 29/10/1849 | 02/05/1910 | 05/11/1922 | Dr. Quím. |
| ARENA, Andrés Ricardo | 30 | 29/01/1887 | 00/00/1944 | 15/01/1971 | Dr. M.V. |
| ARRIAGA, Héctor O. | 37 | 28/04/1926 | 13/11/1985 | 06/04/2000 | Ing. Agr. |
| AUBONE, Guillermo R. | 19 | 11/10/1891 | 00/00/1944 | 26/04/1960 | Ing. Agr. |
| BARBARA, Belarmino | 30 | | 13/02/1925 | | Dr. M. V. |
| BAUDOU, Alejandro C. | 29 | 19/10/1899 | 22/08/1963 | 02/05/1985 | Dr. M. V. |
| BENEDIT, Pedro | D | 09/12/1857 | 02/05/1910 | 19/12/1924 | Dr. Medicina |
| BENGOLEA, Abel | D | 03/06/1860 | 02/05/1910 | 16/05/1925 | Abogado |
| BIDART, Ramón | D | | 06/06/1910 | 28/05/1923 | Dr. M. V. |
| BIGNOLI, Darío P. | 31 | 25/07/1922 | 12/11/1998 | 09/04/2012 | Ing. Agr. |
| BORDELOIS, P. Gastón | 19 | 04/07/1899 | 05/12/1967 | 12/12/1980 | Ing. Agr. |
| BORSELLA, Jorge | 4 | 20/01/1922 | 08/11/1990 | 20/11/1998 | Dr. M. V. |
| BOSSI, Virginio | D31 | 1865 | 02/05/1910 | 09/1942 | Dr. M. V. |
| BOTTO, Alejandro | 16 | 13/08/1882 | 00/00/1926 | 20/05/1942 | Ing. Agr. |
| BRUNINI, Vicente | 5 | 22/01/1903 | 16/09/1956 | 23/10/1972 | Ing. Agr. |
| BUIDE, Raúl | 25 | 07/10/1912 | 17/04/1984 | 11/05/2015 | Dr. M. V. |

| NOMBRE | SITIAL | NACIMIENTO | DESIGNACIÓN | FALLECIMIENTO | TÍTULO |
|--------------------------------|--------|------------|-------------|---------------|---------------|
| BURGOS, Juan Jacinto | 23 | 15/03/1915 | 16/07/1969 | 27/11/1999 | Ing. Agr. |
| BURKART, Arturo | 16 | 25/09/1906 | 04/11/1960 | 25/04/1975 | Ing. Agr. |
| BUSTILLO, José María | 34 | 15/08/1884 | 1943 | 16/12/1974 | Ing. Agr. |
| CABRERA, Ángel (p.) | 11 | 19/02/1879 | 1942 | 07/07/1960 | Dr. Fil. y L. |
| CABRERA, Ángel Lulio (h.) | 5 | 19/10/1908 | 13/05/1981 | 08/07/1999 | Dr. C.N. |
| CANDIOTI, Agustín N. | 31 | 27/03/1879 | 1942 | 23/09/1966 | Dr. M. V. |
| CANEPA, Ernesto | 3 | 16/09/1886 | 1941 | 01/09/1944 | Dr. M. V. |
| CANO, Alberto J. | 35 | 08/02/1912 | 12/10/1989 | 30/05/2004 | Dr. M.V. |
| CARCANO, Miguel Ángel | 8 | 18/07/1889 | 1946 | 09/05/1978 | Dr. C.J. |
| CARCANO, Ramón J. | D8 | 18/04/1860 | 02/05/1910 | 19/06/1946 | Dr. C.J. |
| CARRAZZONI, José Andrés | 9 | 19/03/1927 | 08/07/1993 | 14/01/2000 | Dr. M.V. |
| CASARES, Miguel F. | 12 | 25/11/1883 | 1941 | 05/01/1974 | Ing. Agr. |
| CATTANEO, Pedro | 29 | 15/09/1912 | 12/10/1989 | 29/03/2000 | Dr. Quim. |
| CONI, Emilio Ángel | 5 | 06/02/1886 | 1926 | 03/05/1943 | Ing. Agr. |
| DE LAS CARRERAS, Alberto E. | 34 | 02/03/1929 | 22/08/1997 | 11/07/2016 | Ing. Agr. |
| DE SANTIS, Luis | 36 | 16/05/1914 | 10/11/1982 | 02/08/2000 | Ing. Agr. |
| DEMARCHI, Alfredo | D13 | 12/10/1857 | 02/05/1910 | 16/08/1937 | Ing. Civil |
| DEVOTO, Franco Enrique Domingo | 22 | 16/5/1886 | 1926 | 05/04/1956 | Ing. Agr. |
| DIMITRI, Milan J. | 13 | 03/02/1913 | 17/04/1984 | 21/02/1994 | Ing. Agr. |
| ECKELL, Osvaldo Alberto | 17 | 10/06/1905 | 1950 | 18/12/1974 | Dr. M.V. |
| FAVRET, Ewald | 16 | 11/07/1921 | 09/06/1976 | 25/01/1992 | Ing. Agr. |
| FERNANDEZ ITHURRAT, Edilberto | 4 | 17/06/1892 | 19/10/1960 | 14/07/1974 | Dr. M.V. |

| NOMBRE | SITIAL | NACIMIENTO | DESIGNACIÓN | FALLECIMIENTO | TÍTULO |
|------------------------------|--------|------------|-------------|---------------|-----------------------|
| FERNANDEZ VALIELA, Manuel V. | 19 | 17/04/1910 | 13/11/1985 | 29/08/2015 | Ing. Agr. |
| FOULON, Luis Alberto | 1 | 05/11/1901 | 24/08/1956 | 07/04/1963 | Ing. Agr. |
| FRERS, Emilio | D | 9/11/1854 | 02/05/1910 | 28/06/1923 | Abogado |
| FRERS, Julián | 23 | 30/11/1867 | 1941 | 06/01/1956 | Ing. Agr. |
| GALLARDO, Ángel | D | 19/11/1867 | 06/06/1910 | 13/05/1934 | Ing. Civ./Dr. C. Nat. |
| GALLO, Guillermo G. | 17 | 16/01/1924 | 10/06/1981 | 29/08/2008 | Dr. M.V. |
| GARCIA MATA, Enrique | 27 | 18/12/1908 | 24/10/1962 | 23/01/1999 | Dr. M.V. |
| GARCIA MATA, Rafael | 8 | 12/03/1912 | 10/06/1981 | 26/04/2005 | Ing. Agr. |
| GARCIA, Ubaldo Casimiro | 13 | 02/11/1909 | 13/06/1996 | 22/02/2001 | Ing. Agr. |
| GIROLA, Carlos D. | 32 | 17/04/1867 | 1926 | 05/12/1934 | Ing. Agr. |
| GIUSTI, Leopoldo | 7 | 25/01/1889 | 1926 | 29/09/1958 | Dr. M.V. |
| GODOY, Juan Carlos | 9 | 08/12/1915 | 17/05/2001 | 06/11/2008 | Dr. M. V. |
| GÜIRALDES, Manuel José | D25 | 19/1/1857 | 06/06/1910 | 24/09/1941 | |
| HALBINGER, Roberto E. | 12 | 02/10/1924 | 13/08/1992 | 20/09/1996 | Ing. Agr. |
| HARY, Pablo | 34 | 01/07/1901 | 06/07/1989 | 04/02/1995 | Arq./Ing.Agr. h.c. |
| HELLMAN, Mauricio | 9 | 20/09/1909 | 05/12/1967 | 03/06/1985 | Dr. M.V. |
| HUERGO, José M. (h) | D | | 06/06/1910 | | Ing. Agr. |
| HUNZIKER, Juan Héctor | 11 | 26/08/1925 | 08/06/1977 | 17/03/2003 | Ing. Agr. |
| IBARBIA, Diego Joaquín | 14 | 01/02/1906 | 24/04/1960 | 04/09/2004 | Ing. Agr./Abog. |
| INCHAUSTI, Daniel | 9 | 10/4/1886 | 13/02/1925 | 25/04/1962 | Dr. M. V. |
| ISOURIBEHHERE, Pedro J. | D | 1877 | 06/06/1910 | 1923 | Ing. Agr. |
| JOANDET, Guillermo E. | 7 | 17/02/1938 | 11/12/1997 | 06/07/2007 | Ing. Agr. |

| NOMBRE | SITIAL | NACIMIENTO | DESIGNACIÓN | FALLECIMIENTO | TÍTULO |
|-----------------------------|--------|------------|-------------|---------------|--------------------|
| KUGLER, Walter F. | 32 | 04/12/1911 | 05/12/1967 | 07/05/2001 | Ing. Agr. |
| LAGLEYZE, Pedro | D | 03/09/1855 | 02/05/1910 | 14/08/1916 | Dr. Medicina |
| LAHILLE, Fernando | 15 | 18/8/1861 | 1926 | 13/07/1940 | Dr. Med./ Dr..C.N. |
| LANUSSE, Arturo | 17 | 1870 | 1926 | 12/09/1944 | Dr. M.V. |
| LAVALLE, Francisco P. | D | 18/11/1861 | 02/05/1910 | 30/09/1929 | Dr. Medicina |
| LAVENIR, Claudio Pablo | 14 | 25/10/1858 | 1926 | 22/12/1947 | Ing. Agr. |
| LE BRETON, Tomás A. | 18 | 20/3/1868 | 1926 | 17/02/1959 | Abogado |
| LEON, Rolando Juan Carlos | 37 | 28/8/1932 | 13/4/2000 | 11/11/2015 | Ing. Agr. / Dr. |
| LIGNIERES, José | D | 26/7/1868 | 02/05/1910 | 20/10/1933 | Dr. M.V. |
| LINDQUIST, Juan C. | 40 | 09/11/1899 | 12/05/1988 | 02/11/1990 | Ing. Agr. |
| LIZER Y TRELLES, Carlos A. | 15 | 05/08/1887 | 1942 | 17/08/1958 | Ing. Agr. |
| MANZULLO, Alfredo | 10 | 09/02/1909 | 21/05/1975 | 25/05/1999 | Dr. M.V. |
| MARCHIONATTO, Juan B. | 5 | 19/08/1896 | 1949 | 01/01/1955 | Ing. Agr. |
| MAROTTA, F. Pedro | 21 | 02/06/1886 | 13/02/1925 | 04/04/1955 | Ing. Agr. |
| MARSICO, Dante F. | 33 | 13/12/1919 | 09/12/1993 | 05/06/1999 | Ing. Agr. |
| MARTINO, Olindo Adrián Luis | 29 | 09/07/1930 | 09/06/2016 | 01/02/2017 | Dr. Med. |
| MARTINOLI, Cayetano | D33 | 8/1871 | 02/05/1910 | 20/03/1945 | Dr. M.V. |
| MAZOTI, Luis Bernabé | 16 | 17/09/1911 | 08/07/1993 | 09/12/1998 | Ing. Agr. |
| MENDEZ, Julio | D | 08/11/1858 | 02/05/1910 | 08/08/1947 | Dr. Medicina |
| MIZUNO, Ichiro | 1 | 07/02/1923 | 08/06/1977 | 06/05/1993 | Ing. Agr. |
| MONTALDI, Edgardo Raúl | 38 | 03/12/1926 | 13/11/1985 | 27/12/2000 | Ing. Agr. |
| MONTANARI, Moldo | D19 | 12/09/1860 | 02/05/1910 | 25/07/1937 | Dr. C. Agr. |
| MONTEVERDE, José J. | 28 | 24/07/1912 | 16/07/1969 | 30/10/1982 | Dr. M.V. |

| NOMBRE | SITIAL | NACIMIENTO | DESIGNACIÓN | FALLECIMIENTO | TÍTULO |
|--------------------------|--------|------------|-------------|---------------|--------------|
| MORALES BUSTAMANTE, José | 6 | 1879 | 1941 | 01/08/1958 | M.V./Gral. |
| MURTAGH, Juan Nicanor | 20 | 10/01/1866 | 1926 | 15/11/1947 | Dr. M.V. |
| NEWTON, Oscar M. | 25 | 07/06/1886 | 1944 | 17/08/1979 | Dr. M. V. |
| ORTEGA Gabriel Oscar | 23 | 23/01/1909 | 02/05/1962 | 11/08/1965 | Ing. Agr. |
| PAGES, Pedro T. | 34 | | 13/02/1925 | 29/04/1938 | Ing. Agr. |
| PALMA, Pascual | D | 1865 | 06/06/1910 | 18/09/1924 | Dr. Medicina |
| PARODI, Lorenzo Raimundo | 24 | 25/1/1895 | 1926 | 21/04/1966 | Ing. Agr. |
| PASTRANA, José A. | 40 | 19/03/1907 | 09/12/1993 | 13/07/1994 | Ing. Agr. |
| PEREYRA IRAOLA, Leonardo | D27 | 1870 | 06/06/1910 | 24/01/1942 | Abogado |
| PEROTTI, Rodolfo M. | 31 | 09/04/1915 | 17/04/1984 | 25/10/1999 | Dr. M. V. |
| PIRES, Antonio | 3 | 09/10/1904 | 24/08/1956 | 23/09/1989 | Dr. M. V. |
| POUS PEÑA, Eduardo | 15 | 30/08/1897 | 24/04/1963 | 18/07/1988 | Ing. Agr. |
| PREGO, Antonio J. | 1 | 07/09/1915 | 08/07/1993 | 17/10/1993 | Ing. Agr. |
| QUEVEDO, José M. (h.) | 20 | 24/10/1906 | 21/05/1975 | 22/07/1991 | Dr. M. V. |
| QUEVEDO, José M. (p.) | 35 | 13/2/1879 | 13/02/1925 | 09/09/1940 | Dr. M. V. |
| QUIROGA, Santiago S. | 20 | 24/10/1906 | 1948 | | Dr. M.V. |
| RAGONESE, Arturo E. | 21 | 13/02/1909 | 21/11/1962 | 17/01/1992 | Ing. Agr. |
| RAMOS MEXIA, Ezequiel | 12 | 15/12/1852 | 1926 | 07/11/1935 | Abogado |
| RAS, Norberto P. | 18 | 05/04/1926 | 09/06/1976 | 16/09/2010 | Dr. M.V. |
| REICHART, Manfredo A.L. | 22 | 25/02/1913 | 29/08/1974 | 11/12/2002 | Ing. Agr. |
| REICHART, Norberto A. R. | 2 | 09/10/1914 | 06/07/1989 | 09/10/2004 | Ing. Agr. |
| REICHERT, Federico | 4 | 03/11/1878 | 1933 | 02/06/1953 | Dr. Quim. |
| RIVENSON, Scholein | 6 | 20/06/1918 | 11/12/1997 | 17/07/2001 | Dr. M.V. |

| NOMBRE | SITIAL | NACIMIENTO | DESIGNACIÓN | FALLECIMIENTO | TÍTULO |
|--------------------------|--------|------------|-------------|---------------|-------------------|
| ROCA, Julio A. | D | 17/07/1843 | 02/05/1910 | 19/10/1914 | Tte. Gral. |
| ROSENBUSCH, Carlos T. | 6 | 03/12/1913 | 09/12/1993 | 23/06/2003 | Dr. M. V. |
| ROSENBUSCH, Francisco C. | 26 | 18/04/1887 | 1926 | 15/02/1969 | Dr. M.V. |
| ROTTGARDT, Abel A. | 6 | 03/02/1896 | 19/10/1960 | 27/03/1975 | Dr. M.V./Dr. Med. |
| SANTA MARIA, Héctor C. | 11 | 08/01/1918 | 21/08/1975 | 29/05/1976 | Ing. Agr. |
| SAUBERAN, Carlos | 22 | 06/02/1904 | 19/12/1962 | 21/04/1972 | Ing. Agr. |
| SCHANG, Pedro J. | 10 | 23/10/1896 | 24/08/1956 | 06/12/1969 | Dr. M.V. |
| SCHATZ, Ricardo | D | 00/00/1867 | 02/05/1910 | 01/09/1929 | Dr. Medicina |
| SCHNACK, Benno J. | 36 | 26/08/1910 | 09/08/1978 | 24/03/1981 | Ing. Agr. |
| SERRES, José Rafael | 33 | 08/02/1887 | 1942 | 22/10/1977 | Abog./Veterinario |
| SIVORI, Enrique M. | 5 | 10/08/1910 | 21/08/1975 | 05/01/1979 | Ing. Agr. |
| SIVORI, Federico | 29 | 13/03/1871 | 1926 | 17/05/1958 | Dr. M.V. |
| SOLANET, Emilio | 35 | 28/04/1887 | 1945 | 07/07/1979 | Dr. M.V. |
| SORIANO, Alberto | 24 | 27/08/1920 | 29/08/1974 | 20/10/1998 | Ing. Agr. |
| SORIANO, Santos | 13 | 10/10/1899 | 16/07/1969 | 17/10/1983 | Ing. Agr. |
| SPANGENBERG, Silvio | 16 | 11/1/1882 | 1945 | 10/03/1961 | Per. Agr. |
| SZYFRES, Boris | 28 | 06/01/1912 | 18/12/1993 | 09/11/1996 | Dr. M.V. |
| TAGLE, Ezequiel | 7 | 12/06/1908 | 29/08/1974 | 03/04/1994 | Dr. M.V. |
| TAKACS, Esteban A. | 15 | 11/10/1928 | 08/11/1990 | 22/12/2005 | Ing. Agr. |
| TOME, Gino A. | 16 | 08/02/1918 | 12/11/1998 | 13/08/2009 | Ing. Agr. |
| TORINO, Damián | D | 20/2/1862 | 13/02/1925 | 25/01/1932 | Abogado |
| VAN DE PAS, Luis | 10 | 1/12/1874 | 1932 | 11/10/1953 | Dr. M.V. |
| VIVANCO, Antonino Carlos | 34 | 29/07/1920 | 12/10/1995 | 07/08/1997 | Dr. Derecho |

| NOMBRE | SITIAL | NACIMIENTO | DESIGNACIÓN | FALLECIMIENTO | TÍTULO |
|----------------------|--------|------------|-------------|---------------|-----------|
| ZABALA, Joaquín | D | 26/11/1872 | 02/05/1910 | 21/06/1919 | Dr. M.V. |
| ZANOLLI, César | 28 | 28/05/1882 | 1926 | 28/10/1959 | Dr. M.V. |
| ZEMBORAIN, Saturnino | 13 | 04/03/1886 | 1944 | 18/12/1967 | Ing. Agr. |

ACADÉMICOS CORRESPONDIENTES DE LA ARGENTINA

| NOMBRE | NACIMIENTO | DESIGNACIÓN | TÍTULO |
|----------------------------|------------|-------------|--------------------|
| ANDRADE, Fernando H. | 28/06/1956 | 12/04/2012 | Ing. Agr./Ph.D. |
| ARZENO, José Luis | 03/04/1946 | 09/06/2016 | Ing. Agr. |
| BERTILLER, Mónica Beatriz | 25/04/1950 | 13/12/2014 | Ing. Agr. / Dr. |
| BO, Gabriel Amílcar | 03/01/1962 | 13/10/2016 | Dr. M.V. |
| BOTTINI, Ambrosio R. | 03/12/1948 | 13/10/2016 | Ing. Agr. |
| CALVINHO, Luis Fernando | 13/10/1955 | 13/10/2016 | Dr. M.V. |
| CALZOLARI, Alfredo Máximo | 02/12/1945 | 13/11/2014 | Ing. Agr. / M. S. |
| CAMPERO, Carlos M. | 29/08/1946 | 09/09/1999 | Dr. M.V. |
| CARBAJO, Héctor L. | 23/01/1927 | 10/10/1996 | Ing. Agr. |
| CHAMBOULEYRON, Jorge L. | 15/11/1934 | 13/06/1991 | Ing. Agr. Dr. C.A. |
| COSCIA, Adolfo Antonio | 28/10/1922 | 10/10/1996 | Dr. Cs. Económ. |
| CUCCHI, Nello José Antonio | 03/10/1926 | 12/07/2012 | Dr. C. A. |
| CULOT, Jean P. | 06/09/1928 | 15/08/1996 | Dr. Química |
| CURSACK, Horacio A. | 25/01/1932 | 22/08/1997 | Dr. M.V. |
| DE LA PEÑA, Martín R. | 19/10/1941 | 10/4/1997 | Méd. Vet. |
| DELPIETRO, Horacio A. | 14/01/1932 | 8/11/1990 | Méd. Vet. |
| DOCAMPO, Delia M. | 19/03/1929 | 12/11/1998 | Ing. Agr. |
| DOUCET, Marcelo | 29/12/1945 | 10/04/1997 | Dr. C. Biológicas |
| EYHERABIDE, Guillermo H. | 03/03/1954 | 08/04/2010 | Ing. Agr. / Ph. D. |
| FERNÁNDEZ, Osvaldo A. | 02/05/1928 | 06/07/1989 | Ing. Agr. |

| | | | |
|---------------------------|------------|------------|-----------------------|
| FERNÁNDEZ, Pedro C. O. | 17/06/1932 | 11/12/1997 | Ing. Agr. |
| FIORENTINO, Dante C. | 01/04/1938 | 13/04/1992 | Ing. For. |
| FOGUET, José Luis | 13/10/1930 | 14/07/2005 | Per. Agr. |
| GALMARINI, Claudio Rómulo | 25/02/1962 | 13/10/2016 | Ing. Agr. |
| GLAVE, Adolfo E. | 09/05/1933 | 13/06/1991 | Ing. Agr. |
| GUGLIELMONE, Alberto A. | 13/01/1949 | 10/10/2011 | M.V. / Ph. D. |
| GUZMÁN, Carlos Alberto | 10/03/1936 | 13/09/2012 | Dr. Farm. y Bioq.. |
| JOBAGY GAMPEL, Esteban G. | 10/09/1968 | 13/11/2014 | Ing. Agr. / Ph. D. |
| LANUSSE, Carlos Edmundo | 20/05/1959 | 13/08/2009 | Méd. Vet. / Ph. D. |
| LENARDÓN, Sergio Luis | 17/11/1952 | 13/09/2012 | Ing. Agr. / Ph. D. |
| LUQUE, Jorge Alfredo | 26/11/1920 | 11/09/1976 | Ing. Agr. |
| MARCH, Guillermo Juan | 02/09/1945 | 08/10/2015 | Ing. Agr. |
| MARIOTTI, Jorge A. | 22/05/1941 | 10/10/1991 | Ing. Agr. |
| MROGINSKI, Luis A. | 04/09/1946 | 10/12/1998 | Ing. Agrón. |
| NASCA, Antonio José | 15/09/1929 | 12/08/1981 | Ing. Agr. |
| NOME HUESPE, Sergio F. | 29/08/1937 | 10/10/1984 | Ing. Agr. |
| NOSEDA, Ramón Pedro | 20/07/1945 | 13/09/2007 | Méd.Vet. / Bacteriól. |
| ORIOLO, Gustavo | 11/09/1933 | 09/11/1995 | Ing. Agr. Ph.D. |
| PLOPER, Leonardo Daniel | 25/04/1954 | 13/11/2014 | Ing. Agr. / Ph. D. |
| RAPOPORT, Eduardo Hugo | 03/07/1927 | 09/08/2007 | Dr. C.N. |
| RAVELO, Andrés R. | 12/06/1943 | 10/07/1997 | Ing. Agr. |
| SANCHEZ MERA, Marcelo G. | 04/07/1949 | 09/06/2016 | Ing. Zoot. |
| SARAVIA TOLEDO, Carlos J. | 23/05/1933 | 11/11/1997 | Ing. Agr. |
| SENIGAGLIESI, Carlos | 01/01/1946 | 12/07/2012 | Ing. Agr. |

| | | | |
|-----------------------------|------------|------------|--------------------|
| TACCHINI, Jorge | 14/07/1929 | 15/12/1988 | Ing. Agr. |
| TALEISNIK, Edith | 28/12/1948 | 13/10/2016 | Dra. Biolog. |
| TRIPPI, Victorio Segundo | 28/07/1929 | 24/07/1987 | Ing. Agr. |
| TRUCCO, Víctor Hugo | 26/06/1944 | 12/06/2014 | Dr. Bioq. |
| VALLE, César D. | 01/04/1942 | 09/06/2016 | M.V. |
| VIGIANI, Alberto | 19/01/1926 | 12/08/1999 | Ing. Agr. |
| VIGLIZZO, Ernesto Francisco | 24/01/1948 | 08/10/2015 | Ing. Agr. / Ph. D. |

ACADÉMICOS CORRESPONDIENTES DEL EXTRANJERO

| NOMBRE | PAÍS | NACIMIENTO | DESIGNACIÓN | TÍTULO |
|---------------------------|----------|------------|-------------|----------------|
| ABT ,Yitzhak | Israel | 1932 | 12/08/1999 | Ing. Agr. |
| ANADÓN NAVARRO, Arturo | España | 23/07/1946 | 11/08/2011 | Dr. M.V. |
| ARÉVALO, Roberto A. | Brasil | 17/05/1937 | 12/11/1998 | Ing. Agr. |
| CASAS OLASCOAGA, Raúl A. | Uruguay | 01/10/1926 | 12/07/2012 | Dr. M.V. |
| CLEGG, Michael T. | EE. UU. | 01/08/1941 | 13/09/2007 | Ph. D. |
| DIAZ BONILLA, Eugenio | EE. UU. | 01/12/1948 | 13/10/2016 | Lic.Ec./Ph. D. |
| ECHEVERRIA, Rubén | Colombia | 10/1/1953 | 13/10/2016 | Ing.Agr./Ph. D |
| EDDI, Carlos S. | Italia | 23/11/1945 | 14/09/2006 | Dr. M.V.Ph.D. |
| GAINARD, Román | Francia | 28/02/1936 | 09/12/1993 | Dr. Geogr. |
| GLIGO VIEL, Nicolo | Chile | 17/09/1938 | 11/04/2013 | Ing. Agr. |
| HUGH-JONES, Martin Eales | EE. UU. | 15/02/1936 | 09/06/2016 | Ph.D. |
| KITAJIMA, Elliot Watanabe | Brasil | 12/08/1936 | 15/12/1988 | Dr. Ing. Agr. |
| MARIÑO HERNANDEZ, Eduardo | España | | 13/11/2014 | Dr. |
| MELLO, Milton Thiago de | Brasil | 05/02/1916 | 11/12/1985 | Dr. M. V. |
| MURPHY, Bruce Daniel | Canadá | 16/03/1941 | 15/12/1988 | Ph. D. |
| OCKERMAN, Herbert W. | EE.UU. | 16/01/1932 | 11/04/2002 | Ph. D. |
| ROVIRA MOLINS, Jaime | Uruguay | 08/09/1927 | 13/06/1991 | Ing. Agr. |
| SAIF, Linda J. | EE.UU. | 29/06/1947 | 11/09/2008 | Ph. D. |

| NOMBRE | País | NACIMIENTO | DESIGNACIÓN | TÍTULO |
|-------------------------|-------------|-------------------|--------------------|---------------|
| SAMPER GNECCO, Armando | Colombia | 09/04/1920 | 08/11/1990 | Ing. Agr. |
| SANTIAGO, Alberto Alves | Brasil | 30/08/1916 | 11/12/1985 | Ing. Agr. |
| SCARAMUZZI, Franco | Italia | 26/12/1926 | 12/05/1988 | Ing. Agr. |
| VALLAT, Bernard | Francia | 16/10/1947 | 09/09/2010 | Dr. M. V. |

ACADEMICOS CORRESPONDIENTES FALLECIDOS

| NOMBRE | PAÍS | NACIMIENTO | DESIGNACIÓN | FALLECIMIENTO | TÍTULO |
|---------------------------------|-----------|------------|-------------|---------------|-----------|
| BARBOSA POPLIZIO, Ruy | Chile | 02/12/1919 | 13/07/1977 | 08/06/2014 | Ing. Agr. |
| BARISON VILLARES, Joao | Brasil | 14/02/1915 | 24/07/1987 | 09/04/2003 | Dr. M. V. |
| BAUZA, Ernesto A. | Uruguay | | | 01/07/1967 | Dr. M. V. |
| BLANCOU, Jean M. | Francia | 28/08/1936 | 13/05/1999 | 10/11/2010 | Dr. M. V. |
| BONADONNA, Telésforo | Italia | 30/08/1901 | 30/06/1965 | 1987 | Dr. M. V. |
| BRANDOLINI, Aureliano G. | Italia | 08/08/1927 | 11/10/2006 | 05/09/2008 | Dr. C.A. |
| CAFFARENA, Roberto M. | Uruguay | 25/05/1921 | 08/11/1980 | 17/08/1998 | Dr. M. V. |
| CASARO, Adolfo P. | Argentina | 10/03/1936 | 10/10/1996 | 09/11/2016 | Dr. M.V. |
| CERRIZUELA, Edmundo A. | Argentina | 17/08/1928 | 24/07/1987 | 16/11/2014 | Ing. Agr. |
| CINOTTI, Felice | Italia | 10/06/1878 | 1969 | 09/08/1978 | Dr. M. V. |
| COVAS, Guillermo | Argentina | 01/02/1915 | 09/06/1971 | 30/08/1995 | Ing. Agr. |
| CRNKO, José | Argentina | 14/06/1916 | 10/10/1984 | 26/8/2014 | Ing. Agr. |
| CUENCA, Carlos Luis de | España | 10/03/1915 | 13/07/1977 | 21/08/1991 | Dr. M. V. |
| DARLAN, Luis Alfonso | Argentina | 24/08/1917 | 03/10/1986 | 14/10/1996 | Dr. M. V. |
| DÖBEREINER, Johanna | Brasil | 20/11/1924 | 08/11/1990 | 05/10/2000 | Ing. Agr. |
| FADDA, Guillermo S. | Argentina | 26/12/1934 | 14/05/1992 | 05/06/2009 | Ing. Agr. |
| FERNANDEZ DE ULLIVARRI, Roberto | Argentina | 22/02/1918 | 12/10/1989 | 12/12/1989 | Ing. Agr. |
| GODOY, Ernesto Florencio | Argentina | 27/09/1908 | 28/10/1981 | 28/05/1983 | Ing. Agr. |
| GRASSI, Carlos J. | Venezuela | 07/08/1923 | 14/11/2002 | 2010 | Ing. Agr. |
| HEMSY, Víctor | Argentina | 31/07/1931 | 12/10/1995 | 13/04/2013 | Ing. Agr. |
| HENDERSON, Sir William M. | Gran | 17/07/1913 | 01/04/1982 | 29/11/2000 | Dr. M. V. |

| NOMBRE | PAÍS | NACIMIENTO | DESIGNACIÓN | FALLECIMIENTO | TÍTULO |
|---------------------------------|-----------|------------|-------------|---------------|-------------------|
| | Bretaña | | | | |
| HOROVITZ YARCHO, Salomón | Argentina | 12/11/1897 | 1972 | 06/01/1978 | Ing. Agr. |
| HUNZIKER, Armando T. | Argentina | 29/08/1919 | 13/07/1977 | 12/12/2001 | Ing. Agr. |
| IWAN, Luis G. R. | Argentina | 13/02/1931 | 24/07/1987 | 07/11/2013 | Dr. M. V. |
| KLEIN, Enrique | Argentina | 09/08/1889 | 1969 | 06/08/1970 | Ing. Agr./Dr.h.c. |
| KRAPOVICKAS, Antonio | Argentina | 08/10/1921 | 11/09/1976 | 17/08/2015 | Ing. Agr. |
| LEDESMA, Néstor René | Argentina | 26/02/1914 | 11/12/1985 | 06/12/2013 | Ing. |
| LOMBARDERO, Oscar J. | Argentina | 13/07/1921 | 08/10/1980 | 13/06/2001 | Dr. M. V. |
| MANFRINI DE BREWER, Mireya | Argentina | 22/05/1923 | 12/06/1997 | 17/03/2016 | Dra. Zool. |
| MAYER, Horacio F. | Argentina | 07/07/1912 | 28/10/1981 | 07/06/1997 | Dr. M. V. |
| NIJENSOHN, León | Argentina | 06/08/1918 | 11/09/1976 | 16/02/2016 | Ing.Agr./Dr.C.A. |
| OLIVER, Guillermo | Argentina | 08/02/1927 | 13/08/1992 | 24/01/2013 | Dr. Quim. |
| PALACIOS, Jorge | Argentina | 29/12/1926 | 12/09/2013 | 31/03/2015 | Ing. Agr. |
| PAPADAKIS, Juan | Grecia | 28/03/1903 | 24/07/1987 | 1997 | Ing. Agr. |
| PEDERSEN, Troels M. | Argentina | 26/09/1916 | 12/05/1994 | 05/02/2000 | Dr. h.c. C. Nat. |
| PERDOMO LAFARGUE, Eugenio A. | Uruguay | 06/07/1940 | 14/08/2003 | 23/08/2009 | Dr. M.V. |
| PESCE DE RUIZ HOLGADO, Aída | Argentina | 19/05/1926 | 11/11/1997 | 06/08/2012 | Dr. F. y Bioq. |
| PLOPER, José | Argentina | 27/10/1919 | 11/12/1997 | 27/03/2000 | Ing. Agr. |
| PONTIS VIDELA, Rafael | Argentina | 11/01/1911 | 10/10/1984 | 15/04/1997 | Ing. Agr. |
| POPPENSIEK, Charles George | EE. UU. | 18/06/1918 | 28/10/1981 | 08/09/2015 | Dr. M. V. |
| RICCIARDI, Aldo A. | Argentina | 12/03/1927 | 13/06/1991 | 29/08/2009 | Ing. Agr. |

| NOMBRE | PAÍS | NACIMIENTO | DESIGNACIÓN | FALLECIMIENTO | TÍTULO |
|-----------------------------|-----------|------------|-------------|---------------|-----------|
| RODRIGUEZ ZAPATA, Manuel | Uruguay | 27/10/1916 | 10/10/1991 | 18/07/2008 | Ing. Agr. |
| ROIG, Fidel Antonio | Argentina | 16/09/1922 | 14/12/1995 | 12/11/2008 | Ing. Agr. |
| ROSELL, Ramón Antonio | Argentina | 12/02/1930 | 24/07/1987 | 23/10/2010 | Dr. Quím. |
| SAMPER GNECCO, Armando | Colombia | 09/04/1920 | 08/11/1990 | 14/09/2010 | Ing. Agr. |
| TERAN, Arturo L. | Argentina | 03/08/1932 | 14/05/1992 | 26/06/2016 | Ing. Agr. |
| TIZIO, Ricardo M. | Argentina | 26/10/1923 | 15/12/1988 | 16/04/2002 | Ing. Agr. |
| ZAFFANELLA, Marino J. R. | Argentina | 09/12/1920 | 08/11/1990 | 07/11/2004 | Ing. Agr. |

COMISIONES ACADÉMICAS REGIONALES

COMISIÓN ACADÉMICA AUSTRAL

Ing. Agr. Fernando ANDRADE

Ing. Agr. Mónica Beatriz BERTILLER

Dr. Carlos CAMPERO

Ing. Agr. Héctor CARBAJO

Ing. Agr. Jean CULOT

Ing. Agr. Osvaldo FERNÁNDEZ

Ing. Agr. Adolfo GLAVE

Dr. Carlos E. LANUSSE

Ing. Agr. Jorge LUQUE

Dr. Ramón P. NOSEDA

Ing. Agr. Gustavo ORIOLI

Dr. Eduardo H. RAPOPORT

COMISIÓN ACADÉMICA DEL CENTRO

Dr. Gabriel A. BO

Dr. Luis F. CALVINHO

Ing. Agr. Alfredo Máximo CALZOLARI

Dr. Adolfo COSCIA

Dr. Horacio CURSACK

Dr. Martín R. DE LA PEÑA

Ing. Agr. Delia DOCAMPO

Dr. Marcelo DOUCET

Ing. Agr. Guillermo H. EYHERABIDE

Dr. Alberto A. GUGLIELMONE

Dr. Carlos A. GUZMAN

Ing. Agr. Sergio L. LENARDON
Ing. Agr. Guillermo Juan MARCH
Ing. Agr. Sergio NOME HUESPE
Dr. Andrés RAVELO
Ing. Agr. Carlos SENIGAGLIESI
Dra. Edith TALEISNIK
Ing. Agr. Victorio TRIPPI
Dr. Víctor Hugo TRUCCO
Ing. Agr. Ernesto Francisco VIGLIZZO

COMISIÓN ACADÉMICA DE CUYO

Ing. Agr. Ambrosio R. BOTTINI
Ing. Agr. Jorge CHAMBOULEYRON
Dr. Nello J. A. CUCCHI
Ing. Agr. Pedro FERNÁNDEZ
Ing. Agr. Claudio R. GALMARINI
ING. Agr. Esteban E. JOBBAGY GAMPEL
Ing. Agr. Jorge TACCHINI

COMISIÓN ACADÉMICA DEL NORESTE

M.V. Horacio DELPIETRO
Ing. Agr. Luis MROGINSKY

COMISIÓN ACADÉMICA DEL NOROESTE

Ing. Agr. José Luis ARZENO
Ing. Ftal. Dante FIORENTINO
Per. Agr. José Luis FOGUET

Ing. Agr. Jorge A. MARIOTTI

Ing. Agr. Antonio NASCA

Ing. Agr. Leonardo Daniel PLOPER

Ing. Zoot. Marcelo SANCHEZ MERA

Ing Agr Carlos SARAVIA TOLEDO

Ing. Agr. Alberto VIGIANI

MEMORIA DEL EJERCICIO 2016

NUEVAS INCORPORACIONES

Seguridad alimentaria: la importancia de lograr un abordaje transdisciplinario

GERARDO ANÍBAL LEOTTA 46

Manejo sostenible en el NOA

JOSÉ LUIS ARZENO 55

Ganaderías norteañas. Contribución y reflexiones

MARCELO G. SÁNCHEZ MERA 116

Cambio climático y seguridad alimentaria global: Oportunidades y amenazas para el sector rural argentino

ERNESTO F. VIGLIZZO 150

PREMIOS

Premio «Profesor Dr. Antonio Pires» Versión 2015 183

Acto de entrega del Premio «Dr. Antonio Pires» Versión 2015 de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria al Ing. Agr. CRISTIÁN F. AMUCHÁSTEGUI 184

Palabras del Presidente del Jurado DR. EDUARDO JUAN GIMENO 187

Premio «Profesor Dr. Osvaldo A. Eckell» 198

Intoxicación experimental por *Astragalus pehuanches*: caracterización histopatológica en ovinos

A. MARTÍNEZ; D. R. GARDNER; C. A. ROBLES 203

Hacia un nuevo paradigma en Conservación de Suelos: El Ordenamiento Territorial

| | |
|--|-----|
| JOSÉ MANUEL CISNEROS _____ | 222 |
| El sabor de saber del suelo... | |
| RODOLFO C. GIL _____ | 245 |
| Integración de tecnologías para mejorar procreos de rodeos bovinos en pastizales naturales del sudoeste correntino | |
| ALFREDO CARLOS WITT, FERNANDO GUILLERMO WITT Y GUSTAVO FEDERICO WITT _____ | 257 |
| Valorización económica de la implementación de una estrategia sanitaria de control del virus de la diarrea viral bovina en un establecimiento de cría | |
| ANSELMO ODEÓN; ERIKA GONZÁLEZ ALTAMIRANDA; MERCEDES GOIZUETA; ANDREA VERNA; ENRIQUE LOUGE URIARTE; MAXIMILIANO SPETTER; ERNESTO SPÄTH; ANDRÉS CASTELLANO; ERNESTO ODRIOZOLA; GERMÁN CANTÓN; JAVIER FERNÁNDEZ; JORGE FINELLI; SUSANA PEREYRA, MARÍA LEUNDA; VERÓNICA RECALT; ALEJANDRA CAPOZZO Y DARÍO MALACARI _____ | 312 |
| Control de la neosporosis en un tambo comercial y primer aislamiento de <i>Neospora caninum</i> en bovinos | |
| H. LAGOMARSINO; L. CAMPERO; D. CANO; J. ARMENDANO; L. MASSOLA; Y. HECKER; B. GARCÍA; I. GUAL; V. BRACHO; L. PARDINI; M. LEUNDA; S. PEREYRA; L. LISCHINSKY; F. FIORANI; M. RAMBEAUD; G. MORÉ; G. CANTÓN; J. UNZAGA; V. RECALT; A. BENCE; A. RODRÍGUEZ; A. ODEÓN; M. VENTURINI; D. MOORE _____ | 317 |
| Microbiología aplicada a la inocuidad de los alimentos | |
| GERARDO LEOTTA _____ | 345 |
| TRABAJOS DE ACTUALIZACIÓN | |
| La azarosa vida de un naturalista sensible. Charles Darwin (1809-1882) | |
| JUAN A. SCHNACK _____ | 354 |

RESÚMENES DE LA IV REUNIÓN INTERACADEMIAS

Presentación

CARLOS O. SCOPPA ----- 401

Cuadro general de la prevención y seguridad de los alimentos

EMILIO J. GIMENO ----- 408

La atención médica frente a los problemas sanitarios derivados de los alimentos. Toxo-infecciones alimentarias, una realidad todavía vigente

OLINDO MARTINO ----- 411

La aplicación del riesgo en la inocuidad de los alimentos

HÉCTOR J. LAZANEO ----- 415

Escherichia coli productor de toxina Shiga: Un ejemplo y desafío

GERARDO LEOTTA ----- 418

Resumen de los comentarios sobre el pasado reciente de la agricultura y de la ganadería en el área del Mercosur y de sus perspectivas

LUCIO RECA ----- 420

Mitigación de riesgos: herramientas y gestión integral del riesgo en la cadena global de alimentos

THIERRY WOLLER ----- 422

Red de Seguridad Alimentaria CONICET

CARLOS VAN GELDEREN ----- 425

La Sanidad Animal como base de la producción y la economía en el Uruguay

FEDERICO FERNÁNDEZ ----- 427

Residuos de medicamentos veterinarios en alimentos de origen animal. Un problema que se puede evitar

TERESITA HEINZEN ----- 429

| | |
|---|------------|
| La certificación de alimentos y su justificación económica | |
| ADOLFO BORTAGARAY SABARRÓS _____ | 434 |
| El Síndrome Urémico Hemolítico (SUH) en Uruguay. Reflexiones clínicas, familiares y sociales. Aspectos microbiológicos | |
| FELIPE SCHELOTTO, GUSTAVO VARELA Y JOSÉ GRUNBERG _____ | 436 |
| Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA) en Uruguay | |
| FELIPE SCHELOTTO _____ | 439 |
| Intoxicaciones de origen medicamentoso y agroquímicos | |
| JORGE OSCAR ERRECALDE _____ | 442 |
| Tendencias en la Gestión de la Inocuidad | |
| RICARDO MAGGI _____ | 444 |
| Tercera auditoría de Calidad de Carne Vacuna del Uruguay | |
| AUGUSTO BORCA _____ | 446 |
| Síndrome Urémico Hemolítico en el hombre | |
| OLINDO MARTINO _____ | 449 |
| Conclusiones de la V Reunión de Interacademias Rioplatenses __ | 454 |

BALANCE DEL EJERCICIO 2016

**∞ MEMORIA
DEL EJERCICIO 2016**

Memoria del ejercicio 2016

1-1-2016 al 31-12-2016

De acuerdo a lo establecido en el art. 34 del Estatuto de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria se eleva a consideración del Plenario de la Academia la Memoria del Ejercicio 2016 reseñando lo más destacado realizado durante el ejercicio.

Comisión directiva

El manejo técnico-administrativo de la Academia ha estado a cargo de la Comisión Directiva elegida para el trienio 2016-2018 de acuerdo a lo prescripto por el Estatuto. En sus reuniones mensuales y/o en toda ocasión que fuera preciso, ha tomado las disposiciones permanentes o provisorias, de las que da cuenta al Plenario, para su resolución. La Comisión Directiva ha realizado en total 8 sesiones durante el año.

Reuniones de la academia

Durante el ejercicio tuvieron lugar 37 sesiones, desglosadas de la siguiente manera:

Sesiones Ordinarias: 9,

Sesiones Especiales: 3

Sesiones Extraordinarias: 25.

Evolución del claustro académico

Académicos de Número incorporados:

Dr. Olindo A. L. Martino (el 29 de septiembre)

Dr. Gerardo Leotta (el 21 de octubre)

Académicos Correspondientes incorporados:

Ing. Agr. Ernesto F. Viglizzo (el 18 de mayo)

Ing. Agr. Guillermo G. March (el 7 de junio)
Dr. César D. Valle (el 22 de agosto)
Dr. Eduardo Mariño Hernández (el 30 de agosto)
Ing. Zoot. Marcelo G. Sánchez Mera (el 24 de noviembre)
Inf. Agr. José Luis Arzeno (el 25 de noviembre)

Académicos de Número designados:

Dr. Gerardo Leotta (el 9 de junio)
Dr. Olindo A. L. Martino (el 9 de junio)
Dr. Rodolfo César Bellinzoni (el 11 de octubre)
Ing. Agr. Rodolfo J. C. Cantet (el 11 de octubre)
Dra. Ana María Sadir (el 11 de octubre)
Dr. Daniel Felipe Salamone (el 11 de octubre)
Ing. Agr. Emilio Satorre (el 11 de octubre)

Académicos Correspondientes designados:

Ing. Agr. José Luis Arzeno (el 9 de junio)
Dr. Martin E. Hugh-Jones (el 9 de junio)
Ing. Zoot. Marcelo G. Sánchez Mera (el 9 de junio)
Dr. César D. Valle (el 9 de junio)
Dr. Gabriel A. Bo (en 11 de octubre)
Ing. Agr. Ambrosio R. Bottini (el 11 de octubre)
Dr. Luis Fernando Calvino (el 11 de octubre)
Dr. Eugenio Díaz Bonilla (el 11 de octubre)
Ing. Agr. Rubén Echeverría (el 11 de octubre)
Ing. Agr. Claudio R. Galmarini (el 11 de octubre)
Dra. Edith Taleisnik (el 11 de octubre)

Académicos de Número fallecidos:

Ing. Agr. Alberto E. de las Carreras (11 de julio)

Académicos Correspondientes fallecidos:

Ing. Agr. León Nijensohn (16 de febrero)

Dra. Mireya Manfrini de Brewer (17 de marzo)

Ing. Agr. Arturo Luis Terán (26 de junio)

Dr. Adolfo P. Casaro (9 de noviembre)

Con las nuevas designaciones efectuadas durante 2016 la cantidad de académicos de número al 31 de diciembre asciende a 34 (no todos incorporados aún), la de académicos correspondientes en Argentina a 52 y los residentes en el extranjero a 22.

Licencias otorgadas

En la primera sesión del año, se concedió licencia hasta el 31 de diciembre a los Ings. Agrs. Wilfredo Barrett, Antonio Calvelo, Angel Marzocca y Antonio Pascale así como al Dr. Emilio Morini por razones de salud.

A lo largo del año hubo varios pedidos de licencia de los señores académicos que fueron concedidos en cada caso.

Comisiones

En 2016 se resolvió crear una Comisión de Enseñanza para entender en todo lo relacionado con esa área, no sólo en materia de agronomía y veterinaria sino también la problemática de la enseñanza en nuestro país.

Durante 2016 actuaron las siguientes comisiones:

COMISIÓN DE INTERPRETACIÓN Y REGLAMENTO

Dr. Eduardo L. Palma (Presidente)

Ing. Agr. Rodolfo G. Frank

Dr. Eduardo Gimeno

Dra. Nélica V. Gómez

Dr. Carlos O. Scoppa

COMISIÓN DE PUBLICACIONES

Dr. Enrique Portiansky (Presidente)

Dr. Jorge Luis Frangi

Dr. Julio García Tobar

Dr. Emilio Gimeno

Ing. Agr. Martín Oesterheld

COMISIÓN CIENTÍFICA

Dr. Eduardo L. Palma (Presidente)

Ing. Agr. Wilfredo H. Barrett

Dr. Jorge Luis Frangi

Dr. Eduardo J. Gimeno

Ing. Agr. Rodolfo Sánchez

COMISIÓN DE PREMIOS

Dr. Bernardo J. Carrillo (Presidente)

Ing. Agr. Wilfredo H. Barrett

Dr. Alberto A. Carugati

Dr. Eduardo J. Gimeno

Dr. Eduardo L. Palma

COMISIÓN DE ENSEÑANZA

Dr. Julio García Tobar

Dra. Nélica V. Gómez

Ing. Agr. Martín Oesterheld

Comunicaciones de los académicos

Durante 2016 se pronunciaron las siguientes comunicaciones de los señores académicos:

«La moderna industria ganadera que debe desarrollar la Argentina», por el Dr. Emilio Gimeno el 14 de abril.

«Presencia de Cloranfenicol en carnes argentinas», por el Dr. Jorge O. Errecalde el 12 de mayo.

Publicaciones

Durante 2016 se hallaban en preparación los tomos de *Anales* correspondientes a 2014 y 2015. A fin de colaborar con la Comisión de Publicaciones y en especial preparar el material recibido en la Academia para su publicación, se resolvió la contratación de la sta. Luciana Staiano.

La venta de libros editados por la Academia en el ejercicio fue modesta: 10 ejemplares. Se prosiguió con la exhibición de los libros en el mostrador de la recepción durante los actos públicos de la Academia a fin de promover su venta. Asimismo hay una lista de los libros editados con su precio en la página web.

Actividad científica

Por razones presupuestarias, prosiguió la suspensión transitoria de la presentación de nuevos proyectos resuelta hace dos años. Por tal motivo, y habiendo finalizado los proyectos aprobados oportunamente, no hubo actividad en este rubro.

Premios

Durante 2016 se efectuaron los siguientes actos de entrega de premios:

Premio «Al Desarrollo Agropecuario» versión 2015 a la Fundación Producir Conservando, entregado el 14 de abril. En nombre de la Fundación lo recibió su Asesor y Coordinador el Ing. Agr. Gustavo Oliverio.

Premio Fundación «Dr. Alfredo Manzullo» versión 2015 al Dr. Gerardo Leotta, entregado el 1° de junio.

Premio Biogénesis Bagó versión 2015 al mejor trabajo, realizado en el país, referido a «Asesoramiento y adopción de tecnología para incrementar la eficiencia productiva en ganadería intensiva, extensiva y tambos que aborde aspectos sanitarios, reproductivos o de manejo con impacto en la producción bovina», otorgado a los Dres. Horacio Lagomarsino, L. Campero, D. Cano, J. Armendano, L. Massola, M.R. Leunda, Y. Hecker, B. García, I. Gual, V. Bracho, L.L. Pardini, S. Pereyra, L. Lischinsky, F. Fiorani, M. Rambeaud, G. Moré, G. Cantón, J.M. Unzaga, V. Recalt, A. Bencel, J. García, A. Rodríguez, A. Odeón, M.C. Venturini y D. P. Moore. Se entregaron además 2 menciones. El acto de entrega se realizó el 4 de agosto.

Premio «Ing. Agr. Antonio J. Prego» versión 2014 al Ing. José Manuel Cisneros, entregado el 26 de agosto.

Premio «Prof. Dr. Osvaldo Eckell» versión 2015 a los Dres. Agustín Martínez, Dale Gardner y Carlos Alejandro Robles, entregado el 15 de septiembre en la Estac. Exp. Agrop. Bariloche del INTA.

Premio «Prof. Dr. Antonio Pires» versión 2015 al Ing. Agr. Cristián Amuchástegui, entregado el 19 de octubre en la Bolsa de Comercio de Rosario.

Premio «Ing. Agr. José María Bustillo» versión 2016 al Ing. Agr. Marcelo Regúnaga, entregado el 17 de noviembre.

Premio «Ing. Agr. Antonio J. Prego» versión 2016 al Ing. Rodolfo Cesáreo Gil, entregado el 1° de diciembre.

Cerca de fin de año, y a iniciativa de nuestro Académico Correspondiente el Dr. César D. Valle, la Fundación Equina Argentina propuso otorgar un premio bianual para premiar la trayectoria descollante de personas o de instituciones públicas o privadas, domiciliadas en el país, por su contribución a la investigación sobre el caballo sangre pura de carrera en sus distintos aspectos y la difusión de la actividad hípica.

Jurados de los premios que otorga la academia

ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

Dr. Carlos Scoppa (Presidente)

Ing. Agr. Angel Marzocca

Dr. Luciano Miguens

Dr. Eduardo Palma

Ing. Agr. Rodolfo Sánchez

BAYER EN CIENCIAS VETERINARIAS

Dr. Jorge O. Errecalde (Presidente)

Dra. Nélica V. Gómez

Dr. Alberto Carugati

Dr. Florestán Maliandi (Sociedad de Medicina Veterinaria)

Dr. Olegario Héctor Prieto (Bayer S.A.)

ING. AGR. JOSÉ MARÍA BUSTILLO

Ing. Agr. Lucio Reca (Presidente)

Ing. Agr. Wilfredo Barrett

Ing. Agr. Rodolfo G. Frank

Dr. Luciano Miguens

Ing. Agr. Antonio J. Pascale

BOLSA DE CEREALES

Dr. Jorge Frangi (Presidente)

Ing. Agr. Lucio G. Reca

Ing. Agr. Carlos Senigagliesi

Ing. Agr. Rodolfo Sánchez

Ing. Ricardo Marra (Bolsa de Cereales)

CÁMARA ARBITRAL DE LA BOLSA DE CEREALES

Ing. Agr. Rodolfo G. Frank (Presidente)

Ing. Agr. Guillermo H. Eyhéabide

Ing. Agr. Antonio J. Hall

Ing. Agr. Angel Marzocca

Ing. Agr. Martín E. Romero Zapiola (Cámara Arbitral de la Bolsa de Cereales)

PROF. DR. OSVALDO ECKELL

Dr. Eduardo Gimeno (Presidente)

Dr. Bernardo J. Carrillo

Dra. Nélica V. Gómez

Dr. Enrique Portiansky

Dr. Ramón P. Nosedá

FUNDACIÓN MANZULLO

Dr. Emilio Gimeno (Presidente)

Dr. Ramón Nosedá

Dr. Alejandro Schudel

Dr. Alfonso Romanelli (Fundación Manzullo)

Dr. Rolando Meda (Fundación Manzullo)

PROF. DR. ANTONIO PIRES

Dr. Eduardo Gimeno (Presidente)

Dr. Bernardo J. Carrillo

Dra. Nérida V. Gómez

Dr. Enrique L. Portiansky

Ing. Agr. Rodolfo Sánchez

ING. AGR. ANTONIO PREGO

Ing. Agr. Roberto Casas (Presidente)

Ing. Agr. Ángel Marzocca

Ing. Agr. Antonio J. Pascale

Dra. María Margarita Guido (FECIC)

Ing. Ernesto Conrad (FECIC)

AL DESARROLLO AGROPECUARIO

Dr. Luciano Miguens (Presidente)

Ing. Agr. Roberto Casas

Dr. Julio García Tobar

Dr. Emilio Gimeno

Ing. Agr. Carlos Senigagliaesi

CÁMARA ARGENTINA DE LA INDUSTRIA DE PRODUCTOS VETERINARIOS (CAPROVE)

Dr. Emilio Gimeno (Presidente)

Dr. Jorge O. Errecalde

Dr. Julio A. García Tobar

Dr. Eduardo Palma

Dr. Juan Carlos Aba (CAPROVE)

BIOGÉNESIS-BAGÓ

Dr. Eduardo Palma (Presidente)

Dr. Alejandro Schudel

Dr. Bernardo J. Carrillo

Dr. Ramón Nosedá

Dr. Esteban Turic (Biogénesis-Bagó)

Disertaciones

Con motivo de cumplirse en 2016 el Bicentenario de la Declaración de la Independencia, la Academia organizó un ciclo de conferencias en homenaje y conmemoración. Estas conferencias, abiertas al público, fueron grabadas en video y subidas a la página web de la Academia. Las disertaciones fueron las siguientes:

- «Agenda de la cadena de valor del maíz y sorgo argentinos», por el Ing. P. A. Martín Fraguío el día 14 de julio.
- «Inundaciones y manejo de suelos en la Región Pampeana», por el Dr. Miguel A. Taboada el día 21 de julio.
- “Perspectivas de incremento de la productividad agrícola” por el Dr. Daniel Lema el día 22 de septiembre.
- «Deforestación y agricultura en el Gran Chaco: Desafíos y futuros posibles a ambos lados del alambrado», por el Ing. Agr. Esteban Jobbagy el día 13 de octubre.
- «Uso del suelo y materia orgánica. Realidades, desafíos y oportunidades», por el Ing. Agr. Roberto Alvarez el día 10 de noviembre.

Por otra parte, estaba programada una disertación del Dr. Víctor Tonelli sobre «El desafío de la ganadería bovina argentina en su regreso al mundo» que se tuvo que suspender a último momento a pedido del conferencista.

En nuestra Academia se dictó el 16 de noviembre la primera conferencia en el marco del Ciclo de Conferencias de Clínica Médica de Pequeños Animales, cuyo tema fue «Aportes de la radiología y de la tomografía computada para la interpretación de algunas enfermedades del tórax de los caninos». Disertaron los Dres. Daniel Horacio Farfallini y Matias Slocco.

Homenajes

Prosiguiendo la tradición de los años anteriores, la Academia efectuó en su sede una Sesión Pública Extraordinaria el 11 de agosto convocada para rendir homenaje a sus Académicos de Número fallecidos al cumplirse este año el centenario de sus natalicios. En este año fue el Dr. Héctor G. Aramburu, estando a cargo de las palabras de homenaje el Dr. Jorge O. Errecalde. Entre el público asistente se hallaban familiares del Dr. Aramburu. A su hija se le entregó una bandeja recordatoria.

Actividades y reuniones interacadémicas

Nuestra Academia y la Academia Nacional de Veterinaria de la República Oriental del Uruguay, juntamente con la Academia Nacional de Medicina de Uruguay y la Academia Nacional de Medicina (Argentina), realizaron la **V Reunión Interacadémica** los días 22 y 23 de noviembre en el Centro de Telemedicina de la Fundación Peluffo-Giguens en Montevideo.

El programa de la reunión tuvo como objetivo analizar «enfermedades humanas derivadas de errores en la producción y procesado de los alimentos». Para ello se abordaron los siguientes temas: 1) Enfoque holístico de las enfermedades transmitidas por alimentos; 2) Aspectos normativos y de control en la prevención y tratamiento sanitario para eliminar factores de peligro y 3) La educación sanitaria en la prevención de enfermedades producidas por alimentos.

Por parte de la Academia expusieron los académicos Gerardo Leotta, Ramón Nosedá, Olindo Martino y Jorge Errecalde. Asimismo, académicos de la Academia Nacional de Veterinaria de la República Oriental del Uruguay, la Academia Nacional de Medicina de Uruguay, la Academia Nacional de Medicina (Argentina), profesionales del SENASA, INTA, CONICET, INAC (Uruguay), Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (Uruguay) y otros organismos públicos uruguayos.

En la apertura de la reunión hablaron los presidentes de la Academia Nacional de Veterinaria, Dr. Juan J. Mari y de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Dr. Carlos O. Scoppa. En la organización del evento participó activamente el D. Emilio Gimeno, que a último momento no pudo viajar.

Colaboración con otras academias e instituciones

Como en años anteriores, nuestra Academia facilitó su salón de actos a la Academia Nacional de Ingeniería para sus actos. Por otra parte, en 2015 también realizó reuniones en la Academia la Fundación ArgenINTA.

El Presidente de nuestra Academia, Dr. Scoppa, participó en el Quinto Encuentro Interacadémico sobre «El problema ambiental en la sociedad, la salud y la economía» y escribió un capítulo del libro que se publicó por las Academias Nacionales.

Participación de la academia en otras actividades

Integraron el jurado del Premio al Emprendedor Agropecuario, otorgado por el Banco Francés, como en años anteriores, el Presidente y el Secretario General de la Academia, Dr. Carlos O. Scoppa e Ing. Agr. Rodolfo G. Frank, respectivamente.

Auspicios concedidos

A la XXI Reunión Científico Técnica «Dr. Bernardo J. Carrillo» de la Asociación Argentina de Veterinarios de Laboratorios de Diagnóstico, realizada los días 6 a 8 de octubre en San Salvador de Jujuy.

Al XXIV Congreso de la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID), realizado los días 3 a 5 de agosto en Rosario.

A la Segunda Edición de la Escuela Regional de Nanotecnologías en Agroindustrias y Alimentos, realizada entre el 17 y 21 de octubre en la ciudad de Buenos Aires.

A la Reunión EscuelaAgro 2016, realizada en Balcarce el 6 de septiembre.

Al XXIII Congreso Latinoamericano de Microbiología, realizado del 26 al 30 de septiembre de 2016 en el Salón Metropolitano de Rosario.

Menciones honoríficas a académicos

El Ing. Agr. Roberto R. Casas fue designado Académico de la Academia Nacional de Geografía.

El Dr. Jorge V. Crisci fue designado Profesor Emérito de la Universidad Nacional de La Plata.

El Ing. Martín Oesterheld fue promovido a Investigador Superior del CONICET.

Por resol. 524 del INTA del 13/06/2016 el Instituto de Patología Vegetal (IPAVE) se pasó a llamar Instituto de Patología Vegetal «Ing. Agr. Sergio Fernando Nome», en honor a nuestro Académico Correspondiente en Córdoba.

Biblioteca

Las actividades de la biblioteca de la Academia se han visto entorpecidas un tanto por el retiro de la bibliotecaria, sra. Delia Dvoskin. Hasta fin de año no se había designado nueva bibliotecaria.

Por otra parte se contrató a la sra. Andrea Emilse Viglietti para proseguir con el fichaje de las obras incorporadas a la biblioteca en los últimos años, mediante el programa WinIsis. A fines de año el fichaje estaba en plena ejecución, no habiéndose finalizado aún.

Sitio web de la academia

En 2016 se resolvió renovar la presentación de la página web de la Academia. Esta renovación incluyó un cambio del programa alojado en el *server* (del Joomla al Wordpress), que ahora permite que la página web también pueda consultarse sin inconvenientes desde un teléfono inteligente y una tablet, aparte de una computadora. La renovación no interrumpió la presencia de la página en la red, donde estuvo presente durante todo el año. El promedio anual de visitas diarias fue de 112, un poco inferior a la del año anterior.

Contacto con los miembros de la academia y la prensa

El contacto vía e-mail con los Académicos de Número y Correspondientes en la Argentina prosiguió por medio de las circulares tal como se venía haciendo en los años anteriores. En total se enviaron 30 circulares.

Al igual que en años anteriores, se mantuvo el contacto con la prensa mediante el envío de 27 comunicados de prensa a diarios, revistas especializadas, radioemisoras, agencias de noticias y asociaciones profesionales como así también a las facultades de agronomía y veterinaria, academias nacionales y a los académicos anunciando los actos públicos de la Academia. Estos comunicados también se reproducen en la sección Novedades de la página web.

Casa de las Academias

La provisión de gas de las academias de la Casa que no fue solucionada por la administración del edificio, finalmente fue resuelta parcialmente por la Academia con un profesional matriculado. Con tal motivo también se renovaron

los calefactores dado que los existentes ya no ofrecían la seguridad de un funcionamiento correcto.

Los presidentes de las academias con sede en la Casa de las Academias entrevistaron en julio al sr. Ministro de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, Dr. Lino Barañao, para plantearle el estado del frente de la Casa que necesita reparación. El sr. Ministro tomó nota del problema.

En agosto, arquitectos del Ministerio de Cultura visitaron la Academia a fin de relevar las necesidades de la sede de la Academia para poder cuantificar los montos necesarios para la reparación y puesta en valor de la Casa a incluir en el presupuesto del año próximo.

Mejoras en la academia

Hacia fin de año se contrató la pintura del sector servicios de la Academia, cuya ejecución está programada para el período de receso o bien principios de 2017.

Personal de la academia

En el transcurso de este año ha dejado de prestar sus servicios la sra. Delia Dvoskin en la atención de la Biblioteca Bustillo. No hubo otros cambios en el personal de la Academia. Al 31 de diciembre proseguía al frente de la contaduría el contador Adrián Alejandro Griggio. En la atención de los asuntos diarios prosiguieron la sra. Angela González, secundada por la sta. Karina N. Mattheus. La sra. Isabel M. Jiménez es la encargada de servicios generales.

Consideraciones finales

La Academia desea reconocer el apoyo de instituciones y personas académicas y no académicas que han colaborado activamente con la corporación, en particular quienes participan como disertantes, como auspiciantes en el otorgamiento de premios o en diversas actividades como colaboradores en jurados y comisiones.

☞ NUEVAS
INCORPORACIONES

Seguridad alimentaria: la importancia de lograr un abordaje trans-disciplinario

GERARDO ANÍBAL LEOTTA

Quiero agradecer al Sr. Presidente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria Dr. Carlos O. Scoppa y a los Señores Miembros de la Academia, por haberme distinguido como Académico de Número y agradezco muy especialmente a los Doctores Emilio Gimeno y Olindo Martino. Para mí es un gran honor poder participar activamente como miembro de esta prestigiosa institución.

Quisiera hacer un especial reconocimiento a todas aquellas personas que con sus enseñanzas contribuyeron a mi formación personal y profesional, a todos aquellos que confiaron en mí, al equipo de trabajo con quien comparto mis proyectos y a los amigos de la Red de Seguridad Alimentaria de CONICET.

A los distinguidos colegas presentes, a mis familiares, compañeros y amigos que me estimulan permanentemente.

Antes de desarrollar el tema **«Seguridad alimentaria: la importancia de lograr un abordaje trans-disciplinario»**, voy a hacer mención al Dr. Juan C. Godoy (1915-2008), quien ocupó el sitial 9 de la ANAV, y fue Médico Veterinario (Facultad de Agronomía y Veterinaria, UBA) especializado en recursos naturales. Desarrolló su carrera profesional en el Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación. Ocupó los cargos de Jefe de Estaciones Zootécnicas de Jujuy, Jefe División Biología Animal y Fauna (Dirección Zootecnia), Director de Caza y Conservación de la Fauna, Vicepresidente de la Comisión

Nacional Lucha contra Especies Perjudiciales a la Agricultura y Ganadería (CONLEP), Vicepresidente del Directorio de la Dirección General de Parques Nacionales, Director Nacional de Fauna Silvestre de la Secretaría de Estado de Recursos Naturales y Ecología. Además fue Docente Universitario entre 1962 y 1993.

Son escasos los colegas que dirigieron sus esfuerzos profesionales al trabajo con recursos naturales, y particularmente con fauna silvestre o especies animales no tradicionales. Me identifico con esta temática debido a que durante el período 1993 a 2003 trabajé en un proyecto de investigación destinado a conocer las enfermedades infecciosas que afectan a las poblaciones animales que habitan la Antártida.

La situación de aislamiento que presenta la Antártida con respecto a los otros continentes es única. Un cinturón de mares profundos interpone distancias de 1.000 km con América y hasta 3.600 km con África. Tal separación es una barrera prácticamente infranqueable y explica la ausencia de vertebrados terrestres, a excepción de mamíferos marinos y algunas especies de aves migratorias vinculadas al mar. La presencia humana en la Antártida se remonta a la segunda década del siglo XIX con la llegada de los primeros exploradores, balleneros y focueros. En las últimas décadas del siglo XX, la comunidad científica internacional reconoció la necesidad de reducir el nivel de deterioro global ocasionado por el hombre. Uno de los puntos más importantes que se aconseja considerar es la mantención de las áreas poco alteradas con la menor intervención antrópica posible. Entre estas áreas la Antártida ocupa un lugar de privilegio.

La temática de estudio que decidí abordar en la Antártida era absolutamente infrecuente y estaba todo por descubrir. Esta situación me obligó a compartir experiencias con profesionales de diversa formación, desde glaciólogos hasta genetistas. Se trataba de situaciones extremas y la necesidad de colaboración era mutua entre los escasos recursos humanos presentes en cada campaña. El trabajo colaborativo se presentaba de manera natural. Por supuesto, que el

objetivo de cada investigador era cumplir con las metas específicas establecidas para la campaña, aunque el trabajo colaborativo llevaba al mismo nivel de compromiso los objetivos de todos y cada uno. Esta situación me permitió reflexionar sobre algunos conceptos que luego asumí en mi filosofía de trabajo. En este contexto considero interesante definir algunos términos, tales como *multi-disciplinario*, *inter-disciplinario* y *trans-disciplinario*.

Multi-disciplinario: es la búsqueda del conocimiento, interés o desarrollo de habilidades en múltiples campos. Este abordaje no servirá demasiado si no se logran conectar los saberes y valores de dichos campos.

Inter-disciplinario: abarca aspectos de varias disciplinas, pero en un aspecto puntual. Es la habilidad de combinar e integrar actores, elementos y valores de múltiples áreas del saber, el conocimiento y la técnica práctica.

Trans-disciplinario: se refiere a formas de investigación integradoras basadas en principios de unidad del conocimiento más allá de las disciplinas. Bajo el concepto de trans-disciplinario es posible relacionar el conocimiento científico, la experiencia extra-científica y la práctica de la resolución de problemas. Un abordaje holístico que trasciende las divisiones tradicionales, cuyo objetivo es apreciar cada campo de estudio, con la capacidad de ver más allá de sus barreras y límites convencionales. Es un abordaje complejo que nunca terminará, que aspira al diálogo y a la revisión permanente.

Posteriormente a mi experiencia en la Antártida logré incorporar esta última definición en la temática de trabajo que desarrollo actualmente, el estudio de bacterias patógenas transmitidas por alimentos. Según la FAO, la inocuidad de los alimentos es una de las metas a lograr en materia de seguridad alimentaria.

Desde la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), se considera que «la seguridad alimentaria existe cuando todas las personas tienen acceso en todo momento (ya sea físico, social, y económico) a alimentos suficientes, seguros y

nutritivos para cubrir sus necesidades nutricionales y las preferencias culturales para una vida sana y activa».

Se estima que la población mundial supera los 7.000 millones de personas, y al considerar la definición de la FAO respecto de seguridad alimentaria es posible dimensionar el enorme desafío que implica que todos los seres humanos tengamos acceso a alimentos suficientes, seguros y nutritivos. En 2015, la República Argentina presentaba una población de 43.416.755 personas, de las cuales 12.300.000 eran niños. Desde UNICEF (United Nations International Children's Emergency Fund) se estima que la pobreza en 2015 afectaba al 30,2 % de la población total de argentinos. La medición fue realizada por las siguientes dimensiones: vivienda, alimentación, saneamiento, salud, información, estimulación temprana o educación. Los resultados de esta medición fueron alarmantes: 4.296.000 niños privados de una dimensión; 1.608.000 privados de dos dimensiones; 480.000 privados de tres de los seis derechos básicos; y 360.000 niños que no tienen cuatro de las seis dimensiones necesarias para su desarrollo.

Según la Universidad Católica Argentina, la pobreza en Argentina en 2015 ascendía a 40,4 %, reflejándose en 4,9 millones de niños entre 0 y 17 años y 1,1 millón de indigentes. Uno de cada 5 (19,5 %) niños tenía vulnerado su derecho a alimentación de calidad y cantidad. 552.000 (4,6 %) padecían hambre y falta de acceso a ayuda alimentaria directa. Casi uno de cada 5 niños (18,7 %) no tenía acceso a agua de red ni inodoro de descarga. El 17,2 % de los niños carecía del acceso a una atención a la salud adecuada. El 2,4 % de los niños no tenía las vacunas correspondientes a su edad. Respecto de la vivienda, uno de cada cuatro niños vivían en situación de hacinamiento, con cuatro o más personas en un mismo cuarto y/o viviendas precarias.

Al conocer y analizar estas cifras es posible reafirmar que el desafío de seguridad alimentaria es enorme y solo puede lograrse mediante un abordaje trans-disciplinario. La desnutrición y la malnutrición afecta a poblaciones vulnerables. Asimismo, el logro de la inocuidad de los alimentos como medio para proteger la salud pública y

promover el desarrollo social y económico continúa siendo un importante desafío en los países tanto en desarrollo como desarrollados. Las enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA) como consecuencia de peligros biológicos representan graves amenazas para la salud de millones de personas. En los pasados decenios se han documentado graves brotes de ETA en todos los continentes, lo que demuestra su importancia desde el punto de vista social y de salud pública. En este contexto, es interesante destacar que la integración y concentración de los sectores alimentarios y la globalización del comercio de alimentos están cambiando las pautas para su producción y distribución. Los productos destinados a la alimentación humana y animal llegan hasta lugares mucho más distantes que en el pasado, lo que crea las condiciones necesarias para la difusión de ETA.

Hasta hace poco tiempo, la mayoría de los sistemas tendientes a regular la inocuidad de los alimentos se basaban en: 1) definiciones legales de alimentos «no inocuos», 2) programas de cumplimiento de normas para retirar del mercado estos alimentos y 3) sanciones a las partes responsables después de los hechos. Estos sistemas tradicionales no son capaces de responder a los nuevos desafíos existentes y emergentes para la seguridad de los alimentos debido a que no brindan ni estimulan un enfoque preventivo ni transdisciplinario.

Como alternativa al enfoque anterior, durante la última década se produjo una transición hacia el análisis de riesgo, el cual está basado en un mejor conocimiento científico de las ETA y sus causas. El análisis de riesgo (evaluación, gestión y comunicación de riesgos) es un proceso estructurado y sistemático mediante el cual se examinan los posibles efectos nocivos para la salud como consecuencia de un peligro presente en un alimento o de una propiedad de éste, y se establecen opciones para mitigar esos riesgos. Este enfoque brinda una base de prevención para las medidas regulatorias dirigidas a la inocuidad de los alimentos tanto a nivel nacional como internacional.

Conocer las cadenas agroalimentarias y los factores de riesgo que potencialmente impactan sobre la presencia de un peligro en un alimento son factores fundamentales requeridos para sustentar científicamente las medidas de gestión y comunicación del riesgo. Para garantizar la independencia de los preceptos eminentemente científicos (evaluación de riesgo) de las políticas y valores considerados por los aspectos regulatorios (gestores del riesgo) es necesario una separación funcional entre los evaluadores del riesgo y los gestores del riesgo. Esta separación puede ser materializada cuando existen diferentes dependencias encargadas de la evaluación y manejo del riesgo. Sin embargo, no implica la ausencia total comunicación entre ambos grupos, aspecto vital y necesario en todo proceso de evaluación del riesgo, sino que los evaluadores de riesgo no antepongan otros criterios diferentes a los eminentemente científicos en sus evaluaciones.

Un buen ejemplo de este abordaje lo dio la Unión Europea (UE), ya que en el año 2000 publicó el *Libro Blanco sobre Seguridad Alimentaria*, en el que se establece que garantizar que la UE tenga los mayores estándares en seguridad alimentaria es una prioridad clave en las políticas de gestión, para lo que se propuso una nueva metodología: el Análisis de Riesgos. El principal cambio consistió en la creación de un organismo alimentario europeo independiente, encargado de las tareas de evaluación científica y comunicación, en estrecha cooperación con las agencias e instituciones científicas nacionales. Este organismo se convirtió en la referencia científica para toda la UE en cuanto a seguridad alimentaria, creándose la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA).

Hasta hace pocos años, en la Argentina no existían mecanismos ni estructuras institucionales que favorecieran un abordaje transdisciplinario de las problemáticas vinculadas a seguridad alimentaria. Tampoco una separación funcional entre evaluadores y gestores de riesgos. No existían vías de comunicación inter-institucional consolidadas para poder tomar decisiones de gestión basadas en ciencia. Sin embargo, en nuestro país el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación presenta enormes

capacidades, las cuales no siempre fueron consideradas para fortalecer la gestión de riesgos en alimentos, en gran parte debido al desconocimiento entre las distintas estructuras del mismo Estado.

En 2014, el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) conformó la Red de Seguridad Alimentaria, la cual pretende ser reconocida como el organismo argentino de referencia para la evaluación del riesgo, basada en conocimiento científico, objetivo e independiente. Entre sus metas se incluye la interacción del CONICET con instituciones sanitarias nacionales e internacionales que gestionan los riesgos asociados a las cadenas alimentarias bajo el concepto «un mundo, una salud». Entre sus objetivos se encuentra la promoción de líneas de investigación tendientes a la resolución de problemas de la comunidad y del sector productivo. La RSA actúa bajo la solicitud de un tema de interés por parte de instituciones públicas o privadas para evaluar los riesgos que pudieran existir en las cadenas de producción de alimentos. El producto del trabajo de la RSA son informes científico-técnicos con equipos *ad hoc* especializados en cada tema y sin conflictos de interés.

La RSA tiene una estructura dinámica conformada por cuatro niveles:

1) Coordinación General, órgano de gestión, administración y ejecución de la Red. Está integrado por un Coordinador General elegido por el CONICET, y personal administrativo o auxiliar que designe el Coordinador con la anuencia del CONICET.

2) Consejo Directivo, órgano colegiado de toma de decisión de la Red. Se conforma por un representante titular y un representante suplente designados por Unidades Ejecutoras del CONICET y el INTA.

3) Comité Asesor Permanente, órgano técnico de información y consulta de la Red. Su principal función es proveer a la RSA de temas de interés que permitan conformar grupos de trabajo para realizar informes científico-técnicos. Actualmente se encuentra conformado por representantes de las siguientes instituciones: CONICET, Ministerio de Salud de la Nación, Instituto Nacional de Alimentos (INAL), Ministerio de Agroindustria de la Nación, SENASA, INTA,

INTI, Dirección General de Higiene y Seguridad Alimentaria de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Agencia Santafesina de Seguridad Alimentaria (ASSAL), Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires, Dirección General de Control de la Industria Alimenticia de Córdoba, Ministerio de Producción de la Provincia de Entre Ríos, Coordinadora de las industrias de Productos Alimenticios (COPAL), Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina (IPCVA), Instituto Internacional de Ciencias de la Vida (ILSI), y Fundación para la Promoción de la Sanidad Animal y la Seguridad Alimentaria (PROSAIA).

4) Grupos *ad hoc*, órgano de investigación científico tecnológico de la red conformado por investigadores de diversas especialidades (trans-disciplinario). Se deberá constituir un equipo de expertos para que realicen la evaluación de riesgos, los cuales deben mantener una separación funcional con los gestores del riesgo. Separación funcional significa independencia durante la ejecución de las tareas realizadas en el contexto de la evaluación o de la gestión de riesgos durante el período en que se están llevando a cabo. Los informes obtenidos son elevados a la institución solicitante como insumo científico para aplicarlos en gestión de riesgos.

Entre los ejemplos de informes finalizados por grupos *ad hoc* en el marco de la RSA se incluyen: enfermedades transmitidas por alimentos (solicitado por el Ministerio de Salud de la Nación); residuos de agroquímicos en alimentos (solicitado por la Cámara de Diputados de la Nación); alimentos irradiados (solicitado por SENASA); *Escherichia coli* productor de toxina Shiga (solicitado por FAO-OMS por intermedio de INTA); evaluación integral del Plan Nacional de Control de Residuos e Higiene en Alimentos - CREHA (solicitado por SENASA); arsénico en arroz (solicitado por COPAL), en agua y frutas (solicitado por la Comisión Nacional de Alimentos - CONAL); alérgenos en alimentos (solicitado por el Ministerio de Agroindustria de la Nación); información sobre Paramela y Moringa para su potencial inclusión al Código Alimentario Argentino como aditivos alimentarios (solicitado por CONAL); presencia de peligros químicos y residuos en sábalos del río de la Plata (solicitado por el

Municipio de Berisso); determinación de hongos filamentosos en conservas de tomate (solicitado por la CONAL); evaluación de riesgos de *Listeria monocytogenes* en chacinados embutidos secos y salazones crudas (solicitado por la Cámara UNICA).

La experiencia de la RSA tuvo su correspondencia en Colombia, Chile y Uruguay. En 2016 se llevó a cabo un primer taller en Medellín con el objetivo de fortalecer las capacidades en análisis de riesgos de Latinoamérica y compartir experiencias previas con el resto de países de la región.

Para finalizar, no puedo dejar de referenciar al Dr. Marcelo Signorini, quien siempre cita a Oscar Varsavsky. Se puede definir a Varsavsky como un científico argentino que estimuló la creación de grupos inter-disciplinarios en Latinoamérica. Estimuló la creatividad del científico y su espíritu nacional, fomentando los estudios de la materia que interesa a cada país, eliminando los trabajos individualistas. Se caracterizó por fortalecer la transparencia, participación y la exhaustividad.

Propuso la siguiente correlación de acontecimientos: describir para explicar, explicar para predecir, predecir para prevenir. En este contexto, el sector científico argentino tiene mucho para aportar y los gestores de riesgo pueden fortalecer sus decisiones con una sólida base científica. Me alegra que en Argentina y en Latinoamérica se esté comenzando a trabajar en forma inter-institucional y trans-disciplinaria en materia de seguridad alimentaria.

Manejo sostenible en el NOA

JOSÉ LUIS ARZENO

Estas líneas intentan ser una continuidad del trabajo del Ing. Agr. Guillermo Fadda (1993), realizado al ingresar a la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria (ANAV), titulado **«La conservación del suelo: La necesidad de un enfoque integral»**, posteriormente actualizado como la conferencia de apertura del XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo (CACCS 2006), Salta-Jujuy.

Conclusiones del trabajo del Ing. Agr. Guillermo Fadda:

1) Remarcar la necesidad de un diagnóstico global e interdisciplinario de situación antes de planificar programas conservacionistas. La primera etapa debe ser identificar y analizar las causas. La degradación resulta de un uso y manejo incorrecto de la tierra, incompatible con su aptitud intrínseca. Un mal manejo puede obedecer a distintas causas de orden tecnológico, económico, socio-cultural, ético, legal y político y las estrategias para superarlo no pueden ignorarlas.

Existe la necesidad de que cada región, o cada distrito, cuente con el inventario de sus recursos básicos. Estudios adicionales deberán detectar las áreas afectadas por la degradación y en éstas las razones del mal uso. Sin esta etapa, las verdaderas causas de la degradación probablemente pasen desapercibidas. Puede gastarse mucho esfuerzo, tiempo y dinero en atacar los síntomas antes que el problema mismo.

2) Abogar para que los técnicos conservacionistas aprendamos a trabajar en el marco de estas limitaciones, que constituyen las reglas de juego para el accionar de productores y técnicos. Debemos comprender que tratar de obviarlas o de ignorarlas es inconducente

para resolver el problema. Técnicos e investigadores debemos aguzar el ingenio y el espíritu creativo para imaginar prácticas y sistemas que funcionen y sean efectivos en el contexto real, y capaces de dar respuesta a varios problemas a la vez. Una de las razones de la rápida difusión de los sistemas conservacionistas de producción en estos últimos años es precisamente por esa virtud (conservar el recurso, menores costos, ahorro de tiempo).

3) Reafirmar la necesidad de que tanto en la investigación conservacionista como en su implementación es necesario recurrir a un enfoque totalizador e interdisciplinario, donde las ciencias sociales tienen un rol que cumplir.

A partir de lo dicho, el presente trabajo, **«Manejo sostenible en el NOA»**, comenzará enumerando las particularidades y la problemática del NOA, siguiendo con el estado de avance logrado y de difusión de la tecnología conservacionista en las distintas Zonas Productivas (ZP), a esto se lo denomina *nivel actual* o *nivel 1*. Luego se mencionan las técnicas y/o los ajustes que están en etapa de experimentación con distinto grado de avance, en las distintas zonas productivas, y se lo denomina *nivel 2*. Luego, dentro de las zonas productivas, se discutirán y sugerirán otras posibilidades técnicas futuras que denominamos *nivel 3* o *nivel futuro*. Paralelamente, se intentará avanzar también con propuestas sociales, público-privadas, ligadas a la forma y las estrategias de experimentación y/o de implementación de los avances tecnológicos propuestos en cada ZP. Se reitera que en cada ZP se presentarán los tres niveles mencionados, pero se aclara que el grado de avance conservacionista no será igual, porque hay zonas que han avanzado más que otras en la implementación de la tecnología conservacionista.

Para finalizar, otro objetivo del trabajo es la explicitación de los avances en el nivel 1 y 2. El siguiente objetivo es realizar propuestas futuras, técnicas y socioculturales, del nivel 3, para estimular que se trabaje sobre ellas, se las logre implementar, y así puedan ayudar a favorecer el avance de la sostenibilidad en las distintas zonas

productivas del NOA. Un tercer objetivo es procurar ser amplio, y dar un pantallazo general del NOA, lo cual exige a su vez ser lo más concreto posible en cada tema.

Particularidades y problemática del NOA

Una particularidad importante del NOA, en comparación con otras macro-regiones, es la gran diversidad de Zonas Agroeconómicas Homogéneas (ZAH) que tiene, debido a las diferencias de suelos, de geomorfología y de climas. Se identificaron 12 ZAH diferentes, cada una con sus particularidades (Bravo et al., 1998). En Salta y Jujuy según Bianchi (1992) fueron diferenciadas 9 ZAH y Piccolo et al. (2008) publica un análisis socioeconómico y ambiental reconociendo 7 ZAH, consideradas como de relativa homogeneidad.

Otra particularidad fundamental y problemática de la región NOA, es la dificultad para lograr sostenibilidad. Tomando como referencia los estudios realizados en veintinueve diferentes lugares del mundo por destacados especialistas (Stewart et al., 1991), y que se resume en que las dificultades para lograr sostenibilidad son mayores al incrementarse la temperatura, por favorecer la mineralización de la materia orgánica, y al disminuir las lluvias porque dificulta el lograr coberturas abundantes del suelo, así, las áreas con mayores temperaturas del país están en el Norte, y dentro del NOA son las áreas con clima subtropical, las que a su vez tienen menores precipitaciones que el NEA. Por lo cual el NOA resulta ser la macro-región con «mayores dificultades para lograr sostenibilidad».

A esto se agrega que al usar tecnología conservacionista, y en especial la cobertura vegetal del suelo, los resultados que se obtienen son «más impactantes en las situaciones más difíciles». Así, en mediciones realizadas durante siete años en Anta (Salta), comparando lotes en inicio de siembra directa (SD) y lotes con labranza convencional sin cobertura, la media de mayor productividad en SD fue del 24 %, y las mayores diferencias expresadas en porcentaje a favor de la SD se presentaron en los años más dificultosos, es decir los años más secos (Arzeno, 2001).

Otros especialistas remarcan que en las regiones tropicales y subtropicales la pérdida rápida de la materia orgánica (MO), es tan importante para la degradación física, química y biológica de los suelos como la erosión hídrica. La gran variabilidad de las precipitaciones entre años (Bianchi y Yañez, 1992) y las lluvias torrenciales (Sciortino y Villanueva, 2000), también dificultan mucho lograr sostenibilidad en los sistemas productivos del NOA. Al respecto se agrega que estudios recientes en varias zonas, y en especial en Córdoba, ligados al cambio climático, muestran una tendencia al incremento de la torrencialidad de las lluvias.

Con respecto a la erosión hídrica, según trabajos de INTA Castelar, las tres provincias con mayor riesgo de erosión hídrica en la Argentina son Misiones, Jujuy y Salta. En las dos últimas se debe a la energía de las lluvias, al tipo de suelos (en algunos casos con mucho limo y poca materia orgánica), y a los relieves ondulados y con pendientes largas. Este mayor riesgo de erosión comprende entre otras toda la franja de mayor potencialidad agrícola del NOA que corre de norte sur, y que incluye la región de actividad extensiva de granos, los cultivos subtropicales y de primicia, que se ubican en los piedemonte de las Sierras Subandinas.

En síntesis, las principales regiones productivas del NOA en general son difíciles de manejar en sus suelos y de conseguir sostenibilidad en sus sistemas productivos, todo lo cual hace «imprescindible el uso de tecnologías conservacionistas adecuadas».

A continuación analizaremos algunas de las zonas productivas o ZAH del NOA, y en especial de Salta y Jujuy. Se comenzará con el Umbral al Chaco con cultivos de granos a secano, que es donde más se trabajó y avanzó, luego con los Valles Templados, se continuará con las áreas ganadero-forestales, y luego con otras varias zonas productivas y también con distintos cultivos, pero con un análisis mucho menos detallado.

Umbral al Chaco

Esta ZAH o zona productiva del Umbral al Chaco con cultivos de granos a secano, algodón y otros corre de norte a sur en la mayor parte del NOA, las precipitaciones son favorecidas por las Sierras Subandinas ubicadas al oeste, con un balance hídrico que permite la agricultura a secano. En esta zona, el mayor avance de tecnología conservacionista de los últimos veinticinco años fue la adopción de la SD, tal como sucedió en otras zonas de todo el país y del Mercosur. Pero se destaca que en todo el Umbral al Chaco del NOA, ya en el año 2000, se llegó al 90 % de adopción de la SD, mientras que para completar todo el país y el Mercosur hasta ese porcentaje de adopción se llegó aproximadamente diez años más tarde. Se estima que la mayor velocidad de adopción de la SD en el NOA, se originó especialmente en lo mencionado en párrafos anteriores, puesto que en las situaciones más difíciles, la respuesta del uso de cobertura del suelo es más marcada. Al respecto, según información de las asociaciones de productores de SD dentro del Mercosur, el primer país del mundo que llegó al 90 % de adopción fue Paraguay. En forma paralela al cambio tecnológico se produjo un cambio social importante, que es un «cambio de actitud con respecto a valorizar la temática de conservación de suelo».

Ligado al proceso de adopción de la SD, otra tecnología conservacionista que se adoptó en todo el Umbral al Chaco fue la disminución de la distancia entre surcos, que pasó de 70 cm en 1990, a 50 cm o menos en la actualidad. Estos procesos, también fueron acompañados por avances en las maquinarias, como sembradoras cada vez más adecuadas para la SD, y con posibilidades de regular la distancia entre surcos, pulverizadoras mejoradas en su aplicación y su uso o cosechadoras mejoradas en la distribución del rastrojo y su capacidad de trabajo. También se avanzó mucho en la genética de los distintos cultivos (soja, maíz, poroto, trigo, sorgo, cártamo, algodón). En cuanto al aporte económico, se menciona un estudio de todo el Departamento de Anta (Salta), donde se midió que la adopción de la SD con soja produjo, a partir del año 2000 en el que se llegó al 90 %, un incremento de 10 millones de dólares anuales por la mayor

productividad de los cultivos (24 % más) y una suma similar calculada a partir de la menor degradación del suelo, menor erosión hídrica y menor mineralización de la MO (Arzeno, 2001). Otro aspecto importante es con respecto a la investigación, pues en las diferentes provincias se llevaron distintas experiencias ligadas al manejo del suelo. Así se menciona que en 1990 se inició la comparación de cuatro sistemas de labranza en la EEA Salta INTA: siembra directa (SD); labranza mínima vertical (LMv) con un escarificador con las púas separadas a 1 m y luego siembra directa; labranza mínima con disco (LMd), una sola rastra con control de profundidad; labranza convencional (LC), con dos cinceles cruzados y dos rastras. Se trabajó en macro-parcelas, a partir de las cuales se realizaron 42 publicaciones durante veinticinco años, y se realizaron también dieciséis trabajos finales de estudiantes de la Universidad Nacional de Salta (UNSa).

Como principales logros se destaca el haber desarrollado una metodología estadística para cuantificar los resultados, obteniendo un puntaje final que permite comparar los cuatro sistemas de labranza. Esta metodología incluye evaluaciones de física, química y biología del suelo realizadas a lo largo de los años, y también el rendimiento de los cultivos. Se seleccionan los resultados que tienen diferencias significativas y se les asigna un puntaje con las letras A (mayor), B (intermedio) y C (menor puntaje). Con la salvedad de que se asigna la letra A al mejor resultado agronómico, por ejemplo: más materia orgánica, más rendimiento de los cultivos, y menor densidad del suelo; luego se suman los puntajes. Así, se detectó que sobresalen dos manejos mejoradores: SD y LMv. Estos dos sistemas tienden a «mejorar el suelo en aspectos físicos, químicos y biológicos, y también la productividad de los cultivos» (soja, poroto y maíz). Estos sistemas mejoradores se igualan en su puntaje final: 127 y 128. Además se remarca que estos dos sistemas superan el 70 % de cobertura del suelo, que se ve favorecida por la rotación importante con maíz (50 %). Los otros dos sistemas de labranza comparados son LMd, con un puntaje de 67, que tiende a mantener el suelo sin cambios en el

tiempo, y LC con un puntaje de solo 17, y que tiende a degradar el suelo constantemente en el tiempo (Aciar et al., 2010).

Esta experiencia ya cumplió 25 años y se la denominó Parcelas de Largo Plazo (PLP). Se agrega que con el cultivo de maíz, en experiencias en franjas fertilizadas con nitrógeno, los dos sistemas de labranza mejoradores, SD y LMv, mostraron mayor eficiencia en el uso del fertilizante, ligado a la mayor disponibilidad de agua en el suelo. En este mismo ensayo se cuantificaron parámetros biológicos que fueron evaluados como potenciales indicadores biológicos o bioindicadores. Entre ellos, la respiración microbiana y la actividad enzimática evaluada mediante la hidrólisis de diacetato defluoresceína (FDA), se expresaron como promisorios atributos (Pérez Brandan et al., 2010).

Todo lo dicho se propone como el nivel actual o nivel 1 de la tecnología conservacionista, remarcando que fue un «avance muy importante y generalizado en el NOA». Se agrega un párrafo sobre el algodón, que ligado a la adopción de la SD, el estrechamiento de los surcos (Renieri et al., 2006), los reguladores de crecimiento, las variedades Bt, etc., tuvo incrementos de la sostenibilidad en el NOA, Chaco y otras provincias.

A continuación, se presentan otras técnicas conservacionistas, y luego se desarrollará el nivel 2. Se recuerda que una idea central del Enfoque Integral de la Conservación de Suelos es el uso de un conjunto de técnicas conservacionistas. Se presentan once técnicas conservacionistas que deben incluirse, y adaptarse en cada Sistema Productivo del Umbral al Chaco, y se destaca que se complementan y refuerzan entre ellas, e interactúan propendiendo a mejorar la sostenibilidad. Este conjunto de técnicas fue una de las ideas centrales dentro de una materia de posgrado de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Manejo Sostenible del Suelo, de la cual el suscrito fue responsable de su dictado en seis oportunidades. En dichos cursos también se usó la estrategia aquí propuesta, de procurar dividir en tres niveles el avance de la tecnología, comprobando que resulta didáctico y útil.

1. *Uso del suelo según su aptitud.* La aptitud del suelo está influenciada especialmente por los atributos físicos, químicos y biológicos del suelo, por su relieve y por el clima. Las diferencias de suelos requieren a su vez de usos y/o de manejos diferentes. Una dificultad en este sentido, presente en la mayor parte del NOA, es que la mayoría de los mapas de suelos son con escalas chicas y a nivel de reconocimiento, lo cual dificulta su uso a nivel de lotes o de fincas.

2. *Correcta habilitación de las tierras.* La correcta habilitación de las tierras debe estar en función de su aptitud y por lo tanto de su uso y del sistema de manejo programado. Así, los proyectos de habilitación para agricultura incluirán dejar sin desmontar las corridas de aguas (que también podrán ser útiles como cortinas forestales protectoras de vientos), lotes orientados para que favorezcan las siembras cortando la pendiente, utilizando el enfoque de cuenca hídrica y programando una segunda etapa de sistematización.

3. *Sistematización según las necesidades.* A secano cuando la pendiente es del 1 % o más es necesaria en la mayoría de los casos la sistematización, y en algunas áreas también es conveniente con declives de solo 0,5 %, debido a las pendientes largas, a la susceptibilidad de los suelos a la degradación, y a las lluvias torrenciales. Por lo tanto, gran parte del NOA requiere de sistematización. Para hacerlo es importante planificar las acciones y trabajar con enfoque de cuenca hídrica, programando los colectores de excedentes de agua, el trazado de las terrazas, y las posibles represas amortiguadoras de los caudales pico.

4. *Sembrar cortando la pendiente,* lo cual con pendientes suaves, puede reducir la erosión hídrica a la mitad aproximadamente.

5. *Manejo de coberturas vegetales del suelo.* La idea central es lograr una abundante cobertura vegetal y su distribución uniforme, lo cual está ligado a la SD o a la LMv.

6. *Rotación de cultivos según la textura y el estado de los suelos.* Según la información disponible del NOA en suelos francos la rotación debe ser $\frac{1}{3}$ de maíz o sorgo y $\frac{2}{3}$ de soja o de poroto (Fadda, 1973; Sánchez et al., 1998). La rotación con maíz o sorgo presenta entre

sus ventajas la abundancia de su rastrojo y su relación de C/N, más alta que la soja lo cual influencia en su mayor duración (Corbella, 2006), conservando el agua (Lattanzi et al., 1974), que favorece el incremento de la productividad de los cultivos y de la materia orgánica del suelo en las capas superficiales (Arzeno et al., 2004; 2008).

Se presenta, en la tabla siguiente, a modo de guía los porcentajes convenientes de rotación con gramíneas de verano: maíz o sorgo, separando los suelos según FAO en tres grupos de textura: Gruesa, Media, Fina, y según el estado en que se encuentran, separándolos en suelos nuevos o en buen estado de conservación y suelos degradados, en los cuales es necesario revertir el proceso y propender a mejorarlos.

Porcentaje de rotación con maíz o con sorgo

| TEXTURAS | SUELOS CONSERVADOS | DEGRADADOS |
|----------|--------------------|------------|
| Gruesa | 33 | 50 |
| Media | 25 | 33 |
| Fina | 20-25 | 33 |

7. *Uso adecuado de variedades y de plantas/ha.* Ligado al punto anterior, usar adecuadamente las variedades de cada cultivo y la densidad de siembra adecuada como para lograr las plantas por hectárea que se considere conveniente. Esta es otra técnica conservacionista que debe ser considerada con enfoque integral, es decir, incluyendo todas sus interacciones y posibilidades.

8. *Fertilización adecuada según el suelo y el cultivo.* Los fertilizantes tienen que usarse en relación a los distintos nutrientes y estos a su vez en función del aporte de los suelos y de los requerimientos de cada cultivo considerando la productividad esperada. Así, uno de los puntos de partida son los análisis de suelos. Son importantes de considerar también las interacciones entre las distintas técnicas: cultivo; sistema de labranza; plantas/ha adecuadas y fertilización.

9. *Actividad biológica*. Es importante apuntar a mejorar en general la actividad biológica del suelo, tanto de la mesofauna, lombrices, termitas (nasutitermes), como de la microflora, bacterias, arqueas, cianobacterias, hongos, actinomicetos, mixomicetos, levaduras, etc.

10. *Manejo Integrado de Plagas (MIP)*. La idea de manejo integrado de malezas, enfermedades, insectos y otras plagas, se va incrementando cada vez más y se la integra con otras técnicas presentadas, en especial con la SD. Como un ejemplo local, con el «cogollero» del maíz, se han disminuido los tratamientos en SD, ligado al mejor arranque del cultivo y a la mayor presencia de enemigos naturales (tijeretas). Es importante también, ligado a lo dicho, remarcar las ventajas de las siembras tempranas y con un buen contenido de agua en el perfil.

11. *Cosechas conservacionistas*. Son las que distribuyen uniformemente el rastrojo sobre toda la superficie, y se trabaja con suelo seco procurando que no queden huellas. Se destaca al respecto las ventajas del tráfico controlado (Botta et al., 2007): por ejemplo, no entrar con las tolvas al lote.

Nivel 2 de ajuste en tecnología

Lo constituye el conjunto de técnicas que están en etapa de ajuste, de experimentación y/o de difusión, que varían según las zonas, los suelos, los cultivos, etc. Es decir que son avances parciales sobre los distintos temas, pero todo está apoyado en las técnicas del nivel 1, que como ya se mencionó son muy importantes y generalizadas. Al nivel 2 se lo puede presentar también como los avances logrados en cada una de las once tecnologías, y por lo mismo iremos comentando cada una de las técnicas. Antes haremos comentarios generales sobre algunas de las limitantes o dificultades principales que tienden a frenar el avance del nivel 2. Una dificultad importante es lo ya mencionado de que los resultados experimentales en algunos temas pueden variar según zonas, suelos, cultivos, etc., lo cual exige mayor cantidad de ajustes locales. Según lo ya experimentado, es conveniente trabajar con Experimentación Adaptativa en las fincas,

para poder cubrir la variabilidad espacial y temática. Lo dicho exige a su vez una actitud o predisposición de los productores para que incluyan la Experimentación Adaptativa en sus fincas. Es decir, que es un aspecto socio-cultural, y si bien se han hecho experiencias, el avance en conservación fue lento en los últimos años y con falta de coordinación entre los interesados. Por el contrario, los avances en genética, como los ensayos comparativos de variedades de soja y de maíz fueron muy constantes. Una dificultad para las experiencias puede ser la gran exigencia que tienen los responsables de las fincas, sobre todo el sistema productivo, lo cual tiende a disminuir su interés o su atención sobre las experiencias en parcelas chicas. Ligado a esto se agrega que las siembras en general se realizan con «la mayor rapidez posible» debido a que se siembra al inicio de las lluvias, que son tardías. Ejemplo, en el departamento de Anta hay datos de varios años con soja, que a partir del 15-20 de diciembre, cada día de atraso disminuye la productividad, por lo tanto no hay que perder tiempo. Además, a veces se percibe las experiencias como una distracción del equipo de trabajo. Otro tema que caracterizó los últimos años fue una «actitud tensa y gremialista» de asociaciones y productores para oponerse al aumento de las retenciones (resolución 125), lo cual como consecuencia lógica, le quitó atención a toda la temática técnica.

Se agregan algunos comentarios, apoyados en el tema central que nos ocupa, que es la sostenibilidad o sustentabilidad, recordando que tiene cuatro áreas que la integran, que son ambiental, económica, sociocultural y política (ligada a la legislación y/o las reglamentaciones ambientales). En las tres primeras áreas la gran mayoría de los autores coinciden, y un mensaje que se reitera como el concepto básico es «que a las tres áreas hay que darles la misma importancia». Con respecto a la cuarta área, la política, después de la problemática de las retenciones y de la movilización que generó, parecería que no se le puede restar importancia.

Un comentario importante sobre *sostenibilidad* o *sustentabilidad*, es que según una profesora de la Universidad de Madrid que participó del Seminario Internacional de Medio Ambiente de Salta en 1996, y que estudió el origen de esas palabras, confirmó que son sinónimos,

pero desde el punto de vista de la pureza del idioma, *sostenibilidad* es más pura. Otro comentario sobre una pregunta realizada en el XV Congreso ACS de La Pampa a Stewart B. A. de EE. UU., invitado como referente en Manejo de Suelos, fue si a la sostenibilidad ambiental se la debía considerar como sinónimo de *conservación*, o si exigía un mejoramiento del suelo, y respondió que consideraba que exigía un mejoramiento del suelo, en especial porque la mayoría de los suelos en uso están algo degradados. Un último comentario ligado a las diferentes formas de evaluar la sostenibilidad es destacar una nueva metodología desarrollada localmente y con un enfoque muy amplio, que se la utilizó en fincas de Salta y actualmente se la está usando también en Santiago del Estero (Seghezzo, 2016).

1. *Cartografía; Indicadores de Calidad de suelo (ICS)*. Falta en el NOA conocimiento de los suelos, tanto de su estado natural o sin uso, también llamada calidad natural o inherente, es decir los mapas de suelos disponibles. También falta información del estado actual, es decir el influenciado por el uso, llamada calidad dinámica de los suelos, y evaluada mediante Indicadores de Calidad de Suelo (ICS). De hecho estos dos aspectos, natural y antrópico, interactúan. Se comenta brevemente sobre los mapas de suelo disponibles en el NOA, mencionando que en general sus escalas son muy chicas, lo cual impide o dificulta mucho su uso a nivel de fincas. Como un avance último se menciona la Hoja Lajitas, departamento de Anta, escala 1/50.000, primera hoja con esa escala en Salta. Sobre este estudio de suelos que abarca 50.000 ha, se menciona que los Índices de Productividad Unificados (IP) varían desde 11 a 99, lo que muestra una gran variabilidad. Estas diferencias se explican especialmente a través del drenaje ($r\ 0,90$), la textura del horizonte superficial ($r\ 0,84$), la materia orgánica ($r\ 0,76$), la textura horizonte subsuperficial ($r\ 0,74$) y la intensidad de la pendiente ($r\ 0,64$), correlacionándose en forma positiva y significativa ($p\ 0,01$) (Schulz et al., 2012). En esta misma zona se señala como otro avance novedoso el uso de mapas de rendimientos de los cultivos como ayuda a la cartografía de suelos (Osinaga et al., 2008), y luego esta metodología se siguió utilizando

localmente. Otro avance en cartografía fue la digitalización de los Suelos de Salta y Jujuy (Nadir y Chafatinos, 1990), que mejoró su escala a 1/250.000, y además de la clasificación original de FAO, se le agregó la de USDA. Últimamente se le agregó el Índice de Productividad (IP) mediante herramientas SIG (Morales Poclava et al., 2015).

En el tema de ICS se trabaja en el NOA, y en la mayor parte del país desde hace más de 10 años, posiblemente cerca de 15, y el trabajo se centró en la etapa de investigación en seleccionar los mejores indicadores (ICS) para cada zona productiva. Para enfatizar que los ICS deben adecuarse a cada zona, se menciona como un ejemplo que si un área tiene problemas de salinidad el indicador más adecuado será el que mida ese problema, muy posiblemente la conductividad eléctrica. Esta etapa en el NOA está en gran medida lograda ya que la mayor parte de las zonas productivas tienen un conjunto de indicadores disponibles, y se sigue trabajando procurando mejorarlos y/o simplificarlos. En esta etapa trabajaron varias universidades del NOA, la mayoría de las estaciones experimentales de INTA, y la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes. Sin embargo, la segunda etapa, que es el uso de estos ICS en las fincas, para el monitoreo del estado actual de los suelos, está recién en los inicios en el NOA. Es decir que falta la difusión del uso de los ICS seleccionados, los cuales deben ser utilizados para tomar decisiones de manejo de los suelos, dentro de cada finca, a partir de los resultados obtenidos con ellos.

Se detallan a continuación los ICS seleccionados, que fueron ajustados y/o desarrollados en Salta-Jujuy, útiles para el Umbral al Chaco. Se comenzó trabajando con materia orgánica (MO) mediante comparaciones de pares de muestras, una muestra compuesta (de 15 submuestras, separadas c/u 15 m) en el lote, y otra muestra compuesta en la cortina de monte, cuyo resultado se toma como referencia y se calcula la caída expresada en porcentaje en el lote. Se destaca que contar con cortinas de monte como referencia es una importante ventaja para los ICS, disponibles en la mayor parte del Umbral al Chaco del NOA. En evaluaciones en Anta en varias fincas y en el

límite de Santiago del Estero, separadas en cuatro zonas con un total de 151 pares de muestras cortina-lote, el resultado medio dio una caída moderada de la MO. Según los siguientes valores ajustados localmente: menos de 15, mínima; 15-21, ligera; 22-29, moderada; 30-39, alta; 40 o más, muy alta (Romero et al. 2008). En la misma zona, trabajando solamente con las cortinas con 174 muestras compuestas, se relacionó la textura con la MO (Sánchez et al., 2008). Se separó en tres grupos texturales basados en compatibilizar el triángulo de FAO, con el de USDA: gruesa (A-AF-FA), media (F -FL-FAa- L) y fina (a-Fa-FaL-aL-aA). La media de porcentaje MO de cada grupo textural con una muy alta certeza estadística fue fina, 5 %; media, 3,7 %; gruesa, 2,7 %. Estas diferencias entre texturas remarcan la importancia y la necesidad de considerar la textura al estudiar y comparar la MO. Por lo mismo se destaca la ventaja de la comparación de pares de muestras compuestas cortina-lote, lo que facilita la comparación de la misma textura de suelo por la cercanía de las dos muestras, pero exige el control de la textura para corroborar si es realmente la misma.

Otro aspecto muy importante de mencionar es la menor resiliencia de las texturas gruesas, problema prioritario en el umbral, y que es destacado en varios trabajos (Arzeno et al., 2012; Gil et al., 2016). En el primer trabajo citado, que fue realizado en cinco fincas en las cercanías de la ciudad de Tartagal, se mostró una caída alta de la MO, y se destacó como ICS promisorio la Estabilidad de Agregados de suelo de 1-2 mm (EAS 1-2), que fue desarrollado en Salta (Corvalan et al., 2000) y que sobresale especialmente por su eficacia cuando se comparan suelos labrados con suelos en SD, como fue en Tartagal. Sobresalió también como ICS el fósforo (P), con el cual conviene comparar el resultado del análisis en los suelos del lote con la tabla de referencia local, y no con los datos de la cortina. Así se menciona que en Tartagal en general los suelos están muy bien provistos en P, en Anta la mayor parte está bien provista pero hay áreas, especialmente las de textura gruesa y degradadas, que presentan deficiencias, y en el este tucumano también hay áreas degradadas con deficiencias. También con referencia al fósforo, el Ing. Agr. Guillermo Fadda decía que «estamos en deuda en el NOA con el fraccionamiento del P»; al

respecto se programó trabajar con este tema en una tesis de posgrado de la UNT, la cual todavía no se concretó. Otro ICS que sobresalió fue la evaluación de la cobertura del suelo expresada en porcentaje. Sobre la cobertura se recuerda que en la experiencia de las PLP de la EEA Salta se concluyó que cuando el manejo supera el 70 % de cobertura es mejorador del suelo. Así, en 23 lotes, evaluado su porcentaje de cobertura en Tartagal II fueron mejoradores (más de 70 %), otros II conservacionistas (30 a 69 % de cobertura), y solo uno de tipo convencional (con menos de 29 % de cobertura). Se agrega que en las mismas PLP se desarrolló la evaluación del planchado de la superficie del suelo, también expresado en porcentaje, un buen indicador físico y complementario de la cobertura (Diaz et al., 2010; Arzeno, 2015).

Otro ICS desarrollado en las PLP mencionadas es la relación de la MO entre de dos profundidades: MO 0-5 cm; MO 0-20 cm; MO 0-20 cm (ReMO 5/20) (Arzeno et al, 2004; 2008), que también fue utilizado con buen resultado en el Observatorio INTA de Tartagal. Así, en los 23 lotes evaluados la media de ReMO 5/20 fue 36,8, calificada como mejoradora, según la escala actual: 0-15, convencional o degradador; 16-34, intermedia y más de 35, manejo mejorador, esta escala continúa en etapa de ajuste. Se puede destacar como síntesis que este grupo mencionado de ICS constituyen el conjunto mínimo seleccionado para el Umbral al Chaco. Se agrega que se utilizó en las PLP de la EEA Salta con buen resultado un penetrómetro de impacto (Osinaga et al., 2014), también resultó positivo y continúa en ajuste el terrón húmedo (Martínez Castillo et al., 2010), y como el suelo es un sistema complejo no debemos olvidar hacer un abordaje integral del mismo. Desde ese punto de vista también se evaluaron un conjunto de atributos microbiológicos con potencial como ICS. Entre ellos se pueden mencionar respiración microbiana, proteínas relacionadas a la glomalina del suelo (GRSP) y diferentes actividades enzimáticas. En el caso de respiración microbiana este parámetro lograba diferenciar estadísticamente las labranzas más conservacionistas, SD y LMv, de las otras, LMd y LC, obteniéndose una diferencia de casi el 100 % a favor de las primeras. Las metodologías de muestreo y análisis se pusieron a punto y se calibraron haciendo uso de los sistemas de

labranza implementados en las PLP de la EEA Salta. Por otra parte, la evaluación de indicadores microbiológicos en la zona de cultivos extensivos logró una clara diferenciación entre los manejos de monocultivo de soja y rotaciones. Comparando con la vegetación nativa se revelaron caídas del 87 % en la respiración microbiana de los monocultivos, frente a caídas del 24 %, cuando se comparaban los manejos que incluían rotación con maíz. Tendencias en el mismo sentido se evidenciaban en la evaluación de biomasa microbiana, glomalina fácilmente extraíble, entre otros atributos evaluados (Pérez Brandan et al., 2013).

Está en su etapa final una tesis de maestría, «Perfil cultural simplificado y cuantificado», que promete ser un muy buen aporte. Por último se destaca una muy importante contribución zonal en Anta al tema de los ICS, que es el largo y completo trabajo realizado por el Grupo Técnico Lajitas, que incluyó un gran número de muestras en dos diferentes zonas, oeste subhúmeda y este ecotono de transición al semiárido, con distintos suelos, y con distintos años de desmonte. Se muestrearon 94 lotes y 15 cortinas, unidades de muestreo 593 x 2 profundidades, total de determinaciones: 13.000. Actualmente está en etapa de revisión por todo el grupo de trabajo el informe final (Gil et al., 2016). Se menciona que en especial se ajustó y aportó indicadores físicos, destacándose la densidad del suelo, también se trabajó con macroporosidad y resistencia a penetración, llegando a determinar umbrales en diferentes suelos y estados de ellos, agrupando los resultados en tres grupos de textura: gruesa, media y fina. Además se reafirmó el proceso de pérdida de la MO, y se trabajó con niveles presentes de los macronutrientes. Con la MO se evaluó también la pérdida en función del manejo de las rotaciones.

2-4. *Correcta habilitación de las tierras.* En general en el NOA se ha ido mejorando con el tiempo en cuanto a la habilitación de las tierras, en especial para las actividades agrícolas. Se destaca que todas las provincias tienen actualmente legislación al respecto. Se explica un error cometido en el pasado en Anta con la intención de graficar la importancia del tema. Por priorizar el control de los vientos, se trazaron las cortinas de monte cortando los vientos predominantes,

pero así quedaron los lotes con el lado más largo a favor de la pendiente, y al tiempo de la siembra, a muchos de esos lotes se los siembra a lo largo en el sentido de la mayor pendiente con la intención de disminuir el tiempo operativo, por tener así tiradas más largas, y menos cabeceras en cada lote. Con lo cual se va en contra del punto 4, que es sembrar cortando la pendiente que disminuye la erosión. Se agrega ligado a lo dicho que los puntos 2, 3 y 4 deberían pensarse y programarse en conjunto, en especial planificar con enfoque de cuenca hídrica, aun considerando que luego en la práctica la sistematización sea conveniente realizarla como un segundo paso.

3. *Sistematización.* Se reitera que en la mayoría de las zonas del Umbral es necesaria y/o conveniente la sistematización, que conviene pensarla ligada al proyecto de habilitación y que se debe pensar con enfoque de cuenca hídrica. Al respecto se menciona que en Salta en el año 2011 se reglamentó sobre el trabajo con enfoque de cuenca, lo cual ayudó a la integración de los productores en consorcios localizados sobre una cuenca. La primera cuenca que comenzó fue en Anta, trabajando especialmente sobre problemas de ascenso de napas y salinización. Así, se sistematizó en conjunto con enfoque de cuenca, incluyendo colectores de excedentes de agua, terrazas, y en las partes bajas desagües y drenajes (Luna, 2014). Se agrega que en todo el NOA se han realizado numerosas sistematizaciones en distintas zonas y fincas, incluyendo en la mayoría de ellas terrazas de desagüe, represas amortiguadoras de caudales pico, desagües empastados, etc. Sin embargo, todavía queda más superficie por sistematizar, posiblemente incrementando algunas técnicas, y trabajando sobre las cuencas hídricas completas, es decir con la participación de todos sus integrantes.

5-6. *Manejo de coberturas; rotaciones.* La cobertura del suelo, que puede ser seca de los rastrojos, o verde, es decir de la canopia de los propios cultivos, que aportan en conjunto como aspecto principal la protección física (Arzeno, 1993), protegiendo el suelo del impacto de las gotas de lluvia, también provee ventajas químicas por la transformación del rastrojo y por reducir la temperatura del suelo, lo que tiende a disminuir la velocidad de mineralización de la MO,

aspecto importante en el Umbral al Chaco, también la cobertura favorece la actividad biológica. Es aceptado, y está evaluado localmente, que para tener cobertura vegetal abundante es imprescindible la rotación con maíz o sorgo, por la cantidad de rastrojo y su calidad, relación C/N más amplia que lo hace más duradero (Corbella, 2006). Por lo dicho se presentan en conjunto estos dos puntos, 5 y 6, agregando que a pesar del conocimiento del tema, en los últimos años los porcentajes de rotación con maíz fueron bajos, debido a factores económicos como las retenciones y el costo del flete. Actualmente con la quita de las retenciones al maíz mejoró su porcentaje y es esperable que la próxima campaña 16/17 siga mejorando. Este es el concepto central de equilibrar las cuatro patas de la sostenibilidad: ambiental, económica, sociocultural y política.

7. *Uso adecuado de variedades y de plantas/ha.* El tema de los ensayos comparativos de rendimiento de las variedades de los distintos cultivos (soja, maíz, poroto, algodón, sorgo, trigo, cártamo) es una actividad que como ya se mencionó ha tenido una buena continuidad en el tiempo, en especial con los dos primeros cultivos mencionados, remarcando además que el trabajo genético aporta nuevas variedades continuamente. De estas experiencias, que son zonales, se nutre la producción para elegir las variedades que considera más conveniente de cada cultivo. Se recuerda que en la mayoría de la experiencias lo que se compara es la productividad (kg/ha), y la sanidad, muy pocas veces se evalúa el rastrojo que aporta el cultivo. El segundo paso es el de lograr las plantas/ha adecuadas, lo cual está influenciado por la distancia entre surcos, las semillas por metro de surco, además de la calidad de la semilla. Actualmente hay algunas sembradoras que permiten variar la distancia entre los surcos y en todas se puede regular las semillas por metro. Se remarca al respecto que «la siembra de precisión aumenta la producción» (Godoy, 2016) incluyendo la equidistancia entre plantas en el surco, la profundidad de siembra y la emergencia uniforme. Se reitera que tanto la elección de las variedades como de la mejor cantidad de plantas/ha, está influenciada localmente, así hay zonas más o menos húmeda, distintas fechas de siembra, y tipos de suelo, etc. Por lo

mismo es conveniente la experimentación adaptativa local según ya se mencionó, que permita ajustar las mejores opciones, por ejemplo de plantas logradas/ha, interactuando con las otras distintas variables. Se recuerda que además los resultados interactúan con otras variables importantes, como el punto siguiente.

8. *Fertilización adecuada.* En términos muy generales la fertilización en el NOA se centra especialmente en el P para soja ligado a suelos degradados y/o de textura gruesa, y en el N con gramíneas y muy especialmente con maíz. En los últimos años disminuyó el área fertilizada por temas económicos y climáticos. En cuanto a la problemática, a nivel de todo el país, la mayor parte de los especialistas en fertilidad expresan que con todos los macronutrientes estamos reponiendo menos de la mitad de lo que extraemos con las cosechas de granos. Se reitera que la fertilización interactúa con la mayoría de las otras variables de suelo y clima y de tecnologías. Se presentan datos de fertilización de maíz con 150 kg/ha de N, en diferentes sistemas de labranza en las PLP de la EEA Salta, comparado con otra franja testigo sin fertilizar. Los promedios son de tres campañas, se utilizó el muestreo manual con unidades de 1 m de surco, con cuatro unidades en dos surcos enfrentados, y con un total de 70 repeticiones por tratamiento. Se promediaron además los dos manejos mejoradores SD y LMV (labranza mínima vertical), en los cuales el incremento por efecto de la fertilización fue del 121 %, es decir muy eficientes, esto se origina en que se ven favorecidos por mayor disponibilidad de agua en el suelo, mientras que los manejos menos conservacionistas LMD (labranza mínima con disco) y LC (convencional) solo incrementaron por efecto de la fertilización un 50 %.

9. *Actividad biológica.* El uso de cobertura del suelo favorece la actividad biológica, así la SD junto con la rotación con maíz o sorgo estimulan la actividad biológica, y a su vez la biología puede mejorar el suelo. Así la mesofauna, lombrices, termitas, junto con las raíces, producen las tubulaciones biológicas y las mantienen abiertas favoreciendo la infiltración y la aireación; localmente se desarrolló una metodología para evaluar las tubulaciones (Murro et al., 2006). La

microbiología por su parte tiene muchas funciones, por ejemplo los procesos de formación del humus a partir de los rastrojos, las bacterias celulolíticas generan productos que favorecen la agregación del suelo, etc. La fijación biológica de nitrógeno (FBN) en soja se vio muy favorecida por la SD por disminuir la temperatura del suelo, además la FBN es la inoculación más difundida en el NOA, pero todavía no está generalizada. Se agrega como un avance importante de la biología del suelo el incremento de las investigaciones, en especial dicho esto a partir de los trabajos publicados en los congresos de suelos. Otro avance importante es que varias empresas comerciales han intensificado su dedicación a los productos biológicos, algunas también incluyen investigación, con lo cual hay actualmente mayor disponibilidad de diferentes posibilidades, por ejemplo, varios inoculantes para distintos cultivos.

10. *Manejo Integrado de Plagas (MIP)*. La idea de manejo integrado de malezas, enfermedades, insectos y otras plagas es cada vez más aceptada. Pero es posiblemente la temática que más se ha visto dificultada en los últimos años, ligada al surgimiento de malezas resistentes y/o tolerantes a algunos herbicidas. Esta fue una temática muy tratada en distintas regiones del país en reuniones y congresos, intercambiándose información, destacando este último punto como muy positivo. Hay en general consenso acerca de que el problema se originó en malos manejos de los herbicidas, en especial ligado a la repetición de los mismos productos. Así, se acuñó una frase del manejo integrado, que es: «Hay que rotar cultivos y productos: herbicidas e insecticidas». Se reitera como aspecto positivo el intercambio de información público-privado, ligado al diálogo interinstitucional, y la dedicación con continuidad en el tema.

11. *Cosechas conservacionistas*. Esta temática está muy ligada al avance de la maquinaria y muy especialmente al de las cosechadoras, que de hecho siguen avanzando paulatinamente, ligado a los esfuerzos de la investigación privada-pública, incluyendo los aportes de los productores y los técnicos de campo, por ejemplo mediante el tránsito controlado en sus distintos matices. Por lo mismo, la

atención se centrará en las maquinarias y en el intercambio de la información y de las experiencias.

Nivel 3 – Futuro

Al nivel 3 es muy posible que lleguen varias propuestas que sean una continuación de los avances y experiencias del nivel 2, y otras que surjan de la información disponible incluyendo otras zonas y países, además es posible que puedan surgir nuevas hipótesis o ideas. Así, en este nivel 3 se enfatizarán los conceptos y la teoría que pueda apuntalar las nuevas hipótesis, y guiar a las propuestas de experimentación. Ligado a las propuestas técnicas de futuro en el nivel 3, también se desarrollaran propuestas socioculturales que permitan implementar las acciones y/o las experiencias técnicas locales. Al respecto se recuerda que en el trabajo del Ing. Agr. Guillermo Fadda, «La necesidad de un enfoque integral de la conservación del suelo», una idea central es la necesidad de que participen *todos* los involucrados en el tema.

Así, la idea en este nivel 3 es proponer estrategias de acción, ligadas a los temas propuestos para experimentar y/o ajustar, u otros temas ligados como por ejemplo la legislación actual en conservación. En cuanto al orden de la presentación se seguirá el mismo orden que el usado en el nivel 2.

1. *Cartografía participativa y progresiva; ICS*. La idea central es procurar en cada finca que se mejore paulatinamente el conocimiento de los propios suelos, integrando el conocimiento del grupo de trabajo. Por ejemplo, clasificar los lotes en mejores, regulares, malos. Separar también según el relieve las zonas en altas, medias, bajas. Luego procurar relacionarlo con la información que sea posible conseguir afuera de la finca, e ir mejorando con continuidad y progresivamente, realizando muestreos de los suelos y mapas de rendimiento de los cultivos. Así, a partir del propio conocimiento y de los análisis de suelos que se disponga, se sugiere comenzar por armar

una cartografía diferenciando tres texturas, separando los lotes o áreas con texturas gruesas, medias y finas. Luego comparar los tres grupos texturales con el relieve, lo normal es que las texturas gruesas estén en los altos y las finas en los bajos. Finalmente comparar con los mapas de rendimiento de los cultivos, lo más probable es que las áreas altas y de texturas más gruesas disminuyan la productividad de los cultivos.

Sobre los ICS se dijo que a partir de la investigación local se dispone en varias zonas de un conjunto seleccionado, pero que la segunda etapa del uso en los lotes para su monitoreo está en los inicios. Se agrega como propuesta de futuro, una metodología de muestreo humedeciendo el suelo, que tiene varias ventajas, una es la de poder muestrear en época seca en el NOA (desde julio-agosto a mediados de noviembre), lo cual mejora la eficiencia, en especial considerando que es un periodo de menor actividad, con lo cual el equipo habitual de la finca podría dedicar tiempo a muestrear y/o a colaborar con quien organice el muestreo. La forma de humedecer el suelo es con bidones de veinte litros perforándoles el fondo con agujeritos chicos cada 10 cm aproximadamente. Así se colocan quince bidones por ejemplo, sobre un área a muestrear y al día siguiente se muestrea, con el suelo en capacidad de campo, ganando en eficiencia, prolijidad del muestreo y calidad de las muestras. Sobre el área humedecida por cada bidón (aproximadamente un rectángulo) se utilizará, en el medio, el penetrómetro de impacto, que trabajará perfectamente en el suelo húmedo y permitirá la comparación entre las distintas muestras del área por estar todas en capacidad de campo. Luego de un lado se trabajará con dos muestreadores de balde, uno de 0-20 cm con el cual se tomará una sola muestra, y el otro muestreador de 0-5 cm con el cual se tomarán cuatro muestras, rodeando a la de 0-20 cm. Luego del otro lado del rectángulo se tomarán dos muestras para densidad del suelo, una de 0-12 cm de profundidad y la otra de 15-25 cm aproximadamente. Luego se repite lo mismo en cada uno de los quince lugares humedecidos del área, quedando una muestra compuesta de 0-20 cm que se le realiza en laboratorio todos los análisis de rutina, y que serán útiles para ICS y para la cartografía

participativa antes mencionada. Luego con la muestra compuesta de 0-5 cm solo se analiza MO y el resultado se usa para el cálculo de ReMO 5-20. Otra posibilidad que se está estudiando es la de realizar también análisis biológicos, acondicionando con frío para su traslado a una parte de las muestras de 0-5 cm de profundidad. La resistencia a penetración se la puede evaluar comparándola con la densidad del suelo. Si el área que se muestrea tiene una cortina cerca convendría una muestra compuesta de 0-20 cm en la cortina para poder comparar el lote con la cortina como referencia. También convendría evaluar con una cuerda con marcas el porcentaje de cobertura y el porcentaje de planchado del suelo, cercano a cada lugar humedecido.

En cuanto al tema social la primera pregunta que surge es ¿quién realiza estos muestreos? Una posibilidad es contratar profesionales interesados en el tema de suelos. Otra es que participen algunos del propio equipo de la finca, favorecido por lo ya mencionado de ser una época de menos actividad, y para lo cual será necesario formarlos en los muestreos. Posiblemente en el inicio convendría alguien entrenado que organice y lidere el muestreo, y paralelamente dedique esfuerzo en el entrenamiento de los colaboradores. Ligado a lo dicho se sugiere la estrategia de interesar a las distintas asociaciones de productores del NOA, por ejemplo Prograno en Salta, proponiendo que tomen la temática técnica además de la gremial y sugiriéndoles comenzar por detectar si hay algún grupo de productores que estén interesados en trabajar en lo técnico, y en especial en lo ligado a suelos, complementados con otras instituciones públicas o privadas. Luego, con ese grupo discutir las estrategias más convenientes para comenzar, las acciones y/o actividades técnicas, por ejemplo comenzar con los muestreos de suelos, cursos de actualización, intercambio de información, etc.

2-3-4. *Habilitación; Sistematización.* Se reitera que es conveniente pensarlas y planificarlas en conjunto, y por lo mismo se comentan juntas. En cuanto a la habilitación, en áreas ganaderas, se destaca que hay información cerca de J. V. González, Salta, donde comparando distintos sistemas de habilitación, cadeneado y desmonte selectivo, se

evaluaron ventajas para el suelo y las pasturas implantadas a favor del desmonte selectivo (Caruso, 2008).

En cuanto a sistematización, se menciona una técnica experimentada en la provincia de Chaco con buenos resultados, por la empresa Arzelán y Asociados, la cual tiene mucha experiencia en sistematizaciones. Se trata de incluir terracitas bajas y con pendiente cero, es decir terrazas de absorción, apuntando a «cosechar el agua de lluvia» en el lote. Conviene que sean bajas y de base ancha, permitiendo sembrar sobre ellas. Se reitera que hay información de que se está incrementando la torrencialidad de las lluvias, ligado al cambio climático. Estas terracitas bajas de absorción se ven favorecidas por los declives suaves, la siembra directa con cobertura abundante, y la siembra cortando la pendiente. Sería conveniente intercalar varias terracitas a nivel (según el declive y el suelo), entre terrazas más grandes y de desagüe, por si una lluvia fuerte las supera y rebalsa sobre ellas, el agua excedente será conducida por las terrazas de desagüe. Es muy probable que estas terracitas bajas y a nivel puedan ser útiles para retener el agua en los lotes de un área importante del Umbral al Chaco del NOA. Según Arzelán (2016, comunicación personal) están programadas entre Salta, Santiago del Estero y Chaco más de 20.000 ha con terracitas incluidas en la sistematización. Se reitera que la idea central es la absorción del agua en los suelos del lote, además de la conservación del suelo.

5-6. *Manejo de coberturas vegetales; Rotaciones.* Estos dos temas tomados en conjunto, y dentro del amplio enfoque de sostenibilidad, pueden y deben seguir mejorando, ligados también al punto 7 que se ampliará a continuación. Una línea importante es la de procurar favorecer el consumo local del maíz y sorgo, sea directamente por consumo animal, por ejemplo engordando novillos, o con un paso previo de industrialización, por ejemplo ligado al biocombustible. Otra línea importante ligada al componente ambiental de la sostenibilidad es la de considerar la textura y el estado de los suelos al planificar las rotaciones. Así, según se mencionó, en suelos de menor resiliencia como los suelos de textura gruesa y degradados es conveniente y necesario aumentar la rotación del maíz o sorgo al

50 %, lo que también es válido para otros suelos que están degradados, en donde conviene incrementar el % de rotación, como ya se mencionó. Otra línea de trabajo, pensando en el futuro, es la de proponerles a los genetistas que procuren conseguir con los cultivos, y en especial con maíz y sorgo, «tallos más duros a la transformación, para que duren más en el suelo». Que se demore la transformación y se pueda ir incrementando la cobertura del suelo, lo que es importante para el Umbral al Chaco.

Otro tema en el que se está trabajando actualmente es en la búsqueda de cultivos de cobertura. Es decir, los que se siembran específicamente para producir cobertura vegetal abundante, tema que está muy ligado a la zona y al cultivo comercial para el que se trabaja. Así, de hecho, varía entre cultivos de invierno y de verano. Se menciona como un ejemplo de cobertura natural de verano lo que se realiza desde hace varios años con el cultivo de poroto, especialmente en el norte, que es donde se lo siembra más tarde. Se deja crecer la maleza y se la trata con 2-4 D, eliminando las de hoja ancha, y favoreciendo las gramíneas naturales, a las cuales se las controla un poco antes de la siembra del poroto. Actualmente se está experimentando también con gramíneas sembradas, como sorgos forrajeros buscando generar más cobertura. Al respecto, se mencionan las experiencias de Monte Redondo, Tucumán, que son las de más años de duración en el NOA, y en donde más variedad de coberturas vegetales se compararon, y en donde sobresalían las gramíneas por generar más cobertura y por durar más.

7. *Uso adecuado de variedades y de plantas/ha.* Considerando lo dicho sobre la necesidad de ajustar los cultivos, las variedades y buscando las plantas/ha adecuadas a las distintas condiciones de zonas, suelos, momento de siembra, e interactuando fuertemente con el tema siguiente, se remarca la conveniencia de realizar localmente experimentación adaptativa. Actualmente, se pueden utilizar las maquinarias sembradoras realizando franjas anchas (60-100 m) según el tamaño del lote, con los tratamientos a comparar, y al tiempo de la cosecha realizar mapas de rendimiento para detectar las diferencias. Por ejemplo, se comparan dos cantidades de plantas/ha

diferentes, sembrando en una franja más semillas por metro y en otra franja menos, y se dejan las franjas marcadas, con estacas y/o también localizando las cabeceras con un GPS. Al tiempo de cosecha se analizan las franjas en el mapa de rendimiento, por lo cual conviene que las franjas sean suficientemente anchas. Complementando esta información, antes de la cosecha se pueden realizar muestreos manuales, con muestras de 1 m de surco, contando plantas/m, y cosechando manualmente y embolsando la planta entera. Esta unidad de muestreo de 1 m se repite en surcos enfrentados, evaluando dos metros en cada surco, es decir un total de 4 unidades de muestreo en cada lugar o punto de muestreo, y estos lugares se repiten 15-25 veces en la franja a muestrear, es decir un total de muestras (n) 60 a 100, dependiendo de la uniformidad del lote y de los objetivos del muestreo.

Utilizando esta metodología de muestreo manual, se comparó en dos fincas de Anta sobre suelo franco, soja sembrada a 52 cm entre surco y a 26 cm. En las dos fincas la productividad fue mayor con 26 cm, la media fue 718 kg/ha más de soja, un 16 % más. La mayor diferencia se presentó en el peso de los rastrojos que fue un 51 % más en 26 cm, posiblemente porque las plantas fueron más altas. Lo dicho y otros resultados similares de muestreo con distintos cultivos y lugares, propone la conveniencia de evaluar, además de la productividad del cultivo, el peso del rastrojo. Ligado a lo dicho se está trabajando, dentro de la tesis antes mencionada del perfil cultural cuantificado, en evaluar el porcentaje del área explorada por las raíces.

Pasando a la temática social, se reitera lo dicho sobre la conveniencia de proponerle a las distintas asociaciones de productores del NOA, la conveniencia de armar grupos de productores y técnicos que estén interesados en realizar experimentación adaptativa en sus fincas, vinculados con otras entidades privadas-públicas. Habría ventajas al programar las acciones de manera complementaria, y capacitándose en conjunto. Posteriormente se avanzaría mucho al poner en común los resultados obtenidos. Se agrega como sugerencia, que apoyados en los actuales

conocimientos y los que surjan de las propias experiencias, que es conveniente seguir pensando y avanzando en la teoría, es decir unir esfuerzos para mejorar el conocimiento y a su vez compartirlo. Se reitera que, en principio, las plantas/ha óptimas, incluida la distancia entre los surcos y las plantas/metro, está influenciada, además del cultivo y de la variedad por la zona, el suelo con su textura, humedad, fertilidad, la época de siembra, el año. Esta idea valida la conveniencia de realizar ajustes locales, mediante experimentación adaptativa. La segunda idea es sobre la conveniencia de poner en común y discutir los resultados obtenidos en la zona, procurando detectar las tendencias, según las distintas variables evaluadas. La tercera idea es la propuesta y/o el postulado de que en la medida de lo posible conviene utilizar la cantidad de plantas/ha más altas que optimicen la productividad del grano, del rastrojo, y con la mayor exploración radicular posible. Un comentario con maíz para clarificar lo dicho. Se acepta que en la medida que la zona y el suelo mejoran conviene incrementar las plantas/ha de maíz. Supongamos que se trata de un híbrido con buen tallo, del cual se probaron localmente dos cantidades de plantas/ha diferentes, que igualan en la productividad del grano, pero la cantidad de plantas/ha más alta supera en cuanto al rastrojo que aporta; la propuesta es que conviene usar la cantidad de plantas/ha más alta. Ligado a lo dicho se agrega, como hipótesis, que es posible que la distancia entre surcos de 35 cm logre superar a la más difundida de 52 cm, en áreas importantes del Umbral al Chaco, y con la mayoría de los cultivos.

8. *Fertilización adecuada.* Actualmente se dispone de maquinarias adecuadas, en especial sembradoras y cosechadoras que favorecen la experimentación adaptativa en macroparcelas o de franjas anchas en las fincas. Ligado a lo dicho se propone a las fincas que fertilizan algún área y/o cultivo, que dediquen algún lote para realizar experimentación adaptativa con franjas anchas (60-100 m), con un diseño experimental muy simple. Se deja sin fertilizar una franja, es decir un testigo, y a otra franja se le aplica una dosis mayor (ejemplo: 50 % +) que el resto del lote. Luego se marcan las cabeceras de las franjas anchas, y a la cosecha se realiza el mapa de rendimiento de

todo el lote. La experiencia descrita es simple, demanda muy poco tiempo si se la programa, y puede aportar resultados interesantes. Se reitera una vez más que la fertilización adecuada interactúa con zonas, suelos, cultivos, variedad, población, etc. Por lo mismo se remarca una vez más, la conveniencia de interactuar entre grupos de productores y técnicos de asociaciones, con instituciones o entidades como INTA, universidades, entidades provinciales, firmas comerciales, contratistas, etc. buscando juntos ganar en conocimiento.

Se presentan resultados en maíz de las interacciones entre sistemas de labranza, fertilización con 150 kg/ha de N, y las plantas/ha adecuadas, o sea la población adecuada. Se realizó en las PLP de la EEA Salta, y se utilizó la metodología de muestreo manual, reiterando que la unidad de muestreo es de 1 m, en donde antes de la cosecha se contó el número de plantas y se cosecharon las mazorcas. Esta unidad de 1 m va en surcos enfrentados con 2 metros en cada surco, es decir 4 muestras en cada lugar, los lugares se repiten al azar sobre una transecta en cada lote experimental, en total fueron 70 muestras útiles. Se recuerda que son cuatro sistemas de labranza, pero se decidió antes de procesar la información unir los resultados de los dos manejos mejoradores, SD y LMv, y los dos manejos menos conservacionistas, LMd y LC. A su vez cada sistema de labranza tiene una franja fertilizada con 150 kg/ha de N y otra franja testigo. Se programó relacionar la población (plantas/m) considerada como causa con la productividad (kg maíz/m), utilizando regresión lineal ajustada, la cual explica en qué medida influye la población (plantas/m) en la productividad. Así, en los manejos menos conservacionistas y sin fertilizar el factor es 0,30, mientras que esos mismos manejos fertilizados el factor se incrementa a 0,78, por su parte en los manejos mejoradores sin fertilizar el factor es 0,60 y en mejoradores fertilizados sube a 0,98. Los resultados remarcan la importancia de las interacciones entre las técnicas utilizadas, y muestran que con manejos mejoradores, que son los más utilizados actualmente, cuando se fertiliza el maíz adecuar bien la cantidad de

plantas/ha, o sea la población, es muy importante para el resultado de la productividad.

Este tema de las interacciones en maíz entre fertilizante y plantas/ha, también se experimentó en fincas de Anta como experimentación adaptativa (Ortega y Arzeno, 2006). Se remarca también que los muestreos manuales realizados son simples y que se los puede realizar complementando a las experiencias con franjas anchas y enriqueciendo su información. De hecho, los hemos utilizado en experiencias en fincas muchas veces, durante muchos años y con muchos cultivos diferentes. Se agrega que falta información sobre las interacciones entre las distintas técnicas, y que la dificultad mayor posiblemente está en que cuando se utilizan los diseños experimentales clásicos, se necesita un número grande de repeticiones para poder validar los umbrales de las distintas variables, y por lo mismo terminan resultando experiencias inviables por su tamaño, o muy difíciles de concretar.

9. *Actividad biológica.* El conocimiento de la estructura y funcionamiento de las comunidades microbianas presentes en los diferentes agroecosistemas juega un rol fundamental en el entendimiento de los diferentes procesos edáficos. Se mencionó en el nivel 2 que actualmente están dadas las condiciones para intensificar el uso de los productos biológicos, ligados a la SD y a la mayor disponibilidad comercial de esos productos. Por lo mismo, la propuesta para poder seguir avanzando es incrementar la experimentación adaptativa local, en diferentes cultivos y con diferentes productos biológicos, por ejemplo inoculantes. Se reitera la propuesta de proponer a las asociaciones de productores del NOA, para que inviten a los productores y técnicos que estén interesados en armar un grupo para trabajar con biología, en contacto con instituciones que trabajen en el tema como universidades e INTA, y también con empresas comerciales. Aquí también es posible y conveniente la experimentación adaptativa local, para poder cubrir las diferentes variables, de zonas, suelos, cultivos, y/o posibilidades de productos biológicos a experimentar. Se agrega que además de las posibilidades de maquinarias adecuadas como las sembradoras, que

ya fue mencionado, es importante también destacar las posibilidades actuales de la informática para mantener los contactos y favorecer un diálogo dinámico.

10. *Manejo integrado (MIP)*. Se reitera lo dicho anteriormente sobre el tema, de que ante un problema importante, como es el de malezas tolerantes y resistentes, surgió paulatinamente una actitud de intercambio y de esfuerzo común privado-público. Se destaca al respecto que esta experiencia social podría ser analizada para capitalizar su aprendizaje por las instituciones. Se agrega, ligado a lo dicho, el lema propuesto al iniciar la 150^a Exposición Rural: «Cultivar el Futuro».

11. *Cosechas conservacionistas*. Se reitera lo dicho de que este tema está muy ligado al avance de la maquinaria y también al intercambio de la información, destacando en este aspecto las exposiciones dinámicas con sus importantes aportes sobre el tema. Se agrega, centrando el tema sobre las maquinarias, que actualmente se avanzó mucho con las sembradoras que permiten «la agricultura de precisión», en especial permitiendo variar las dosis de las semillas y de los fertilizantes. Es decir, que la tecnología, mirándola desde la maquinaria está disponible, pero lo que muchas veces no se sabe bien es en qué áreas de los lotes se deben hacer los cambios, y cuáles deben ser las variaciones que hay que hacer, para que resulten favorables a la sostenibilidad. Esto nos remite a lo dicho en varios puntos sobre la importancia de la experimentación adaptativa local, muy especialmente en los puntos 1, 7 y 8.

Síntesis del Nivel 3 con propuestas de futuro

Las propuestas de futuro se apoyan en dos ideas principales y complementarias: avance tecnológico con participación social. Unión, en los esfuerzos de la investigación y/o de los ajustes, y luego unión en compartir y difundir los resultados. Es decir: avances compartidos del conocimiento. Estas son ideas fuerza, muy presentes en el trabajo del Ing. Agr. Guillermo Fadda, «La necesidad de un enfoque integral de la conservación del suelo». Otra temática muy destacada en dicho

trabajo es la necesidad de tener legislación sobre conservación del suelo, tema desarrollado a continuación.

Legislación sobre conservación del suelo

La Nación, 9 de julio de 2016, Roberto Casas: «La conservación del suelo debe ser tema de agenda nacional, si pretendemos integrar el concierto de naciones que protegen responsablemente sus recursos naturales...». Se destaca que el Ing. Agr. Roberto Casas coordinó una publicación reciente sobre el tema «El deterioro del suelo y del ambiente de la Argentina», donde se cita el capítulo correspondiente a Salta (Osinaga et al., 2015). Hay actualmente varias provincias que tienen su propia legislación sobre conservación del suelo, se mencionan en especial a Entre Ríos por ser la primera, y a Córdoba, por haber incentivado sus acciones últimamente.

Dentro del NOA varias provincias tienen su legislación, pero en términos generales, se perciben pocas acciones al respecto. En cuanto al nivel nacional, según el artículo 41 de la última reforma de la Constitución, corresponde a la Nación proponer los Presupuestos Mínimos de Protección (PM) para luego incluirlos en una Ley Nacional de Conservación de Suelos y Agua (LNCSyA). Han pasado más de veinte años, y por el momento no se concretó nada al respecto. La idea central de los PM de protección es que se seleccionen puntos básicos de Conservación de Suelos que sean útiles para *todo* el país. La Filial NOA de la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo (AACS), presentó una ponencia en el XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo en Rosario (2010), sobre la conveniencia y la necesidad de trabajar en conservación de suelos con «Enfoque de Cuenca Hídrica», sugiriendo que en una futura LNCSyA sea incluido este enfoque como un PM (Torres et al., 2010). La ponencia fue discutida y aceptada en la Comisión 4 de Manejo y Conservación de Suelos, y luego aprobada en el plenario del XXII Congreso ACS. Recientemente en el XXV Congreso ACS, en Río Cuarto (junio 2016), la misma filial NOA de la AACS presentó otros dos PM para ser incluidos en una futura LNCSyA. Los dos PM están ligados a los temas desarrollados en este

trabajo, y son enfoque de zonas o regiones productivas diferentes; conjunto de técnicas conservacionistas adecuadas para cada región. Ligado a los tres PM se propone que la futura LNCSyA tenga un enfoque federal, donde cada provincia delimitará sus diferentes regiones productivas o integrando áreas con otras provincias. Además, cada provincia delimitará también sus cuencas hídricas. También las provincias determinarán el conjunto de técnicas conservacionistas adecuadas para cada región productiva. Se remarca que puede haber diferencias importantes, entre distintas regiones productivas, en cuanto al nivel de avance de la conservación del suelo. Por lo mismo, las provincias podrían seleccionar alguna región productiva con mayor información o tecnología disponible para comenzar. También las provincias podrían analizar la conveniencia de apoyarse en los proyectos conservacionistas sobre lo realizado en las fincas, y con las propuestas de futuros avances técnicos. Por su parte, la Nación tendría la coordinación general y favorecería el diálogo, en especial entre las provincias con regiones productivas similares. Posiblemente, el principal rol de la Nación sea legitimar socialmente la necesidad e importancia de conservar los recursos naturales.

Se agrega que en el trabajo del Ing. Agr. Guillermo Fadda se incluye otro tema clave, que es la discusión entre premios y castigos. Aquí, se propone utilizar a los dos es decir en conjunto: premios y castigos. Premios económicos para los productores más conservacionistas, que abarquen el 10-15 % del área de una región productiva en una provincia. Castigo también económico para los peores productores, los que utilizan menos tecnología conservacionista, y que en la misma región y provincia abarquen una superficie del 30-35 %. El premio podría ser no pagar un impuesto nacional y otro provincial. Por su parte los productores premiados podrían presentar sus avances con un proyecto técnico de lo realizado y de lo propuesto para el futuro y/o en una jornada demostrativa en la finca. La idea central de todo lo dicho es que los productores de punta sean los referentes que sirvan de guía para los otros, y así poder seguir avanzando todos. El castigo sería un pago superior en un 50 % de los mismos dos impuestos. Las

ventajas serían dos, una didáctica, premio y castigo, que se complementan y refuerzan, y otra económica, pues se tendería a la autofinanciación de la futura LNCSyA. Otro aporte económico ligado a la Nación podría ser disponer de un crédito blando para los productores, en especial para las regiones productivas que necesiten implementar alguna técnica que tenga costo de inversión, como las áreas con necesidades de sistematización sean a secano o con riego. Se reitera que en las provincias se tomarían y ejercerían la mayoría de las decisiones y acciones, y que se podría avanzar paulatinamente, comenzando por ejemplo con las zonas productivas con mayor información y en donde se disponga de productores que estén trabajando bien y que convenga que sean imitados por los otros y por lo mismo merezcan un premio. También sería dinámico el avance de los niveles en los umbrales de la tecnología, tanto en los premios como en los castigos, es decir, que en la medida que se avance en el tiempo los niveles irían progresando. Así, por ejemplo, con referencia a las rotaciones que están muy demoradas, se puede decir que al comenzar se podría pensar en castigar a los que tengan menos del 20 % de rotación con maíz o sorgo, pero sería muy deseable que mejore con el tiempo y convenga subir ese límite inferior al 25 %.

Otros dos enfoques diferentes y complementarios, de lo ya presentado: el primer enfoque surgió analizando los avances en conservación presentados en el nivel I, es decir la SD especialmente y la disminución de la distancia entre surcos, nos preguntamos «mirando los suelos» qué otro avance sería conveniente, es decir partiendo del qué hacer, y así surgió un escrito llamado: «Manejo del Suelo 2007» (Arzeno, 2015). Coincidentemente al año siguiente lo presentamos en la mesa redonda «Manejo integral de cuencas hídricas agropecuarias» del XXI Congreso ACS en San Luis, en conjunto con el profesor de UNSa Ramón Osinaga (como representantes NOA), quien enfatizó en el enfoque de cuencas. Las ideas centrales de «Manejo del Suelo 2007» son conservar el agua y mejorar el suelo, enfatizando en cinco puntos: 1) conservar el agua; mejorar el suelo; 2) incremento de la MO; 3) reposición o incrementación de los nutrientes; 4) mejorar su actividad biológica; 5)

monitoreo de la evolución de los suelos en el tiempo (indicadores de calidad de suelo). Este escrito procuró ser sintético, enfatizando en el qué hacer, y procurando favorecer el diálogo con la producción sobre el tema. Posteriormente fue ampliado y se lo llamó «Manejo del Suelo 2010» y luego hubo otra actualización, «Manejo del Suelo 2015» (Arzeno, 2015). En cuanto a cómo hacer los mejoramientos de suelo, las propuestas de hecho son coincidentes en su mayor parte con lo escrito hasta el momento dentro de las once técnicas conservacionistas. Se agrega, enfatizando en la idea de «complementariedad», que hay técnicas que tienden a mejorar varios aspectos, por ejemplo la cobertura muy abundante del suelo favorece la retención del agua y tiende en el tiempo a incrementar la MO, la actividad biológica, y los nutrientes.

El segundo enfoque, es el de los indicadores de calidad del suelo (ICS), se dijo anteriormente que hace más de diez años que se investiga en el NOA con ICS, y que ya hay disponible en muchas regiones productivas un conjunto mínimo seleccionado de ICS. También se dijo que lo que falta es utilizar en los lotes de las fincas los ICS seleccionados para conocer cómo están los suelos de esos lotes, para luego actuar en consecuencia. Se agrega que la etapa de investigación produjo información de ICS que dan un pantallazo de las zonas estudiadas. Se agrega, además, una opinión presentada sobre ICS en el Taller Nacional de Suelos INTA (Buenos Aires, 2011), en el cual se enfatizó sobre la importancia de que a partir de los ICS, es conveniente llegar a detectar «el proceso de degradación de suelos» más importante en la zona o los procesos principales. Uniendo estas dos ideas, se menciona que en el Umbral al Chaco en Salta, según los análisis disponibles, el proceso de degradación más generalizado es la pérdida de MO, en Anta (Romero et al., 2008) y en Tartagal (Arzeno et al., 2012). Se agrega también una referencia al amplio trabajo con ICS mencionado, realizado por el Grupo Lajitas en Anta, donde además de reafirmar la caída de la MO, detectaron procesos de degradación física del suelo; en especial, evaluaron la densidad del suelo en numerosas áreas y con muchas muestras, separando los datos según la textura del suelo en tres grupos, gruesa, media y fina, y graficando los datos de

densidad, detectando así densidades del suelo altas en varias áreas (Gil et al., 2016). A partir de esta información el paso siguiente es programar las tecnologías y las acciones, para revertir estos procesos de degradación mencionados. Con referencia a incrementar la MO, se reitera a continuación lo ya dicho de que la idea central es SD con abundante cobertura, lo cual incluye rotación con maíz o con sorgo en el mayor porcentaje que resulte posible, ligado a ajustar la población óptima (plantas/ha) en cuanto a la productividad de grano y del rastrojo, y procurando la mayor exploración radicular posible. Todo esto a su vez ligado a la fertilización con nitrógeno.

Se incluyen así los distintos puntos y tecnologías que hemos ido comentando. Con respecto a la degradación física y en especial al incremento de la densidad del suelo, se pueden diferenciar dos procesos que tienden a incrementar la densidad del suelo. Uno es la compactación producida por las ruedas de tractores o de máquinas, en especial en suelos húmedos; al respecto hay trabajos que comparan la huella, con el suelo vecino no compactado por la rueda. El otro proceso de incremento de la densidad, que llamaremos «adensamiento antrópico», es producido por la migración de algunas partículas. Así, cuando la superficie «se plancha», primero se desagregó por el golpe de las gotas y en ese momento con partículas sueltas si hay espacios del tamaño suficiente, como poros, tubulaciones, grietas, las partículas pueden migrar, y migran hasta donde pueden. Este proceso se produce con coberturas vegetales pobres, que dejan parte del suelo descubierto y con lluvias fuertes. Aparentemente, este segundo proceso de adensamiento antrópico es más generalizado que la compactación, pero es menos conocido o mencionado en publicaciones. Se agrega que en EEA Salta dos geólogos de UNSa están trabajando en procurar cuantificar el proceso de migración de partículas. El siguiente paso, procurar revertir el incremento de la densidad del suelo, se puede decir que la idea central es cobertura abundante, con la mayor exploración radicular posible, y en algunas condiciones la labranza mínima vertical (LMv). Con respecto a la LMv se menciona nuevamente a la experiencia de largo plazo (25 años) de la EEA Salta comparando cuatro sistemas de

labranza que se repiten en su parcela cada año (Aciar et al., 2010), y donde los dos manejos mejoradores, SD y LMv, igualan en su puntaje y logran mejorar el suelo y la productividad de los cultivos. Se recuerda que LMv es el uso de un escarificador chato, con las púas a 1 m entre ellas (Paratill) y luego SD. Se agrega que si se pasó el Paratill todos los años durante más de veinte e iguala con SD en el puntaje, no se puede decir que ese sistema de LMv sea degradador. Se reitera que las púas están separadas a 1 m, porque experiencias en Tucumán, con las púas más juntas degradaron por el efecto de disminución en la cobertura, al arrastrarla. También se puede decir, como otro punto de vista complementario, a partir de la igualdad en el puntaje de los dos manejos mejoradores, SD y LMv, que este último en el suelo en el que fue utilizado no aportó algo especial que le permitiera superar a la SD. Por lo mismo se puede decir que hay que usar la LMv cuando el suelo por su densidad lo necesite, y que cuando es necesario se puede usar LMv con tranquilidad porque no degrada. Lo dicho remarca otra vez un tema importante para trabajar con experimentación adaptativa en fincas. Utilizando franjas anchas con LMv, en diferentes suelos por ejemplo tres texturas, gruesa, media y fina, con niveles elevados de densidad del suelo, y con diferentes cultivos, en especial maíz, para clarificar cuándo es conveniente usar LMv.

Para finalizar la temática de ICS, agregamos un párrafo sobre indicadores biológicos, diciendo que también se trabajó muchos años con ellos, y que hay varios ajustados localmente (Pérez Brandan et al., 2010), y se está trabajando en la selección del conjunto mínimo de indicadores biológicos que sean más eficientes y eficaces, haciendo particular énfasis en los parámetros microbiológicos del suelo se ha logrado caracterizarlos: respiración microbiana (RM), determinado mediante la liberación de CO₂, hidrólisis de diacetato de fluoresceína (FDA), biomasa microbiana (BM) y glomalina fácilmente extraíble (GRSPEE), en relación a diferentes sistemas productivos (Huidobro et al., 2015). Paralelamente, se continúa profundizando en la temática de la diversidad microbiana y sus funciones mediante el uso de herramientas moleculares.

Comentarios finales sobre el Umbral al Chaco

Se reitera y sintetiza que todo lo expuesto se apoya en dos ideas fuerza principales, que fueron tratadas en el trabajo del Ing. Agr. Guillermo Fadda. Una es el esfuerzo conjunto de productores y técnicos, en diálogo con instituciones públicas y privadas, y luego la otra idea fuerza es compartir el conocimiento logrado, comenzando por el conocimiento del suelo en su estado natural, utilizando los mapas de suelo disponibles o dentro de cada finca en forma participativa, es decir sumando las distintas fuentes de información, de adentro y afuera, y en forma progresiva. También avanzar en la calidad dinámica del suelo, es decir del estado actual del suelo en uso, utilizando ICS seleccionados localmente en la mayoría de las regiones productivas del NOA. Otra propuesta para trabajo en conjunto es la experimentación adaptativa en las fincas, utilizando franjas anchas con los distintos tratamientos a comparar, buscando de cubrir las distintas variables de zonas, suelos y de interés de experimentar. Se agrega como siguiente paso, y muy importante, el de compartir y discutir técnicamente los resultados obtenidos, procurando detectar los umbrales y las tendencias dentro de cada zona.

Se agrega para finalizar otro punto desarrollado en el trabajo del Ing. Agr. Guillermo Fadda que es «la cuestión ética, agregando que algunas líneas de pensamiento sostienen que el mensaje conservacionista debe hablar a la raíz de la moral social». En ese sentido, se destaca la Carta Encíclica «Laudato Si. Sobre el cuidado de la casa común» del Santo Padre Francisco (2015). Este «documento está dirigido a todas las personas de buena voluntad». Se agrega un párrafo (Capítulo IV. Una Ecología Integral, 137), dado que todo está íntimamente relacionado, y que los problemas actuales requieren una mirada que tenga en cuenta todos los factores de la crisis mundial, propongo que nos detengamos ahora a pensar en los distintos aspectos de una Ecología Integral, que incorpore claramente las dimensiones humanas y sociales.

Valles Templados de Jujuy-Salta

Los valles de producción intensiva de Jujuy y Salta son templados por estar a 1200 msnm aproximadamente; en gran parte se aplica riego y su producción predominante es el tabaco; tiene también tambos y cultivos como hortalizas y granos, con la particularidad de muchos años en producción, se recuerda que Salta y Cerrillos ya cumplieron 400 años. En general hay consenso de que los suelos están degradados, ligado en especial al sistema tabacalero actual, con excesivas labranzas, y muy poca rotación (Perez et al., 2010), y en algunas áreas riegos con declives altos que favorecen la erosión. Al respecto se han hecho trabajos utilizando ICS (Aciar, 2012) y también comparando las zonas del Umbral al Chaco con Valles Templados (Corvalan et al., 2014; Sánchez et al., 2014), donde se confirmó mayor degradación de los suelos en los Valles Templados, pero recordando que hay diferencias de suelos, de clima, y del tiempo en que están en producción.

Si bien la producción tabacalera es la dominante de la región, el equipo de suelos de la EEA Salta ha realizado evaluaciones de ICS físicos, químicos y microbiológicos en el mencionado sistema productivo así también como en monocultivos de soja y poroto, pasturas y aromáticas (Perez Brandan et al., 2014 y 2015), que también se desarrollan en la zona. Haciendo particular énfasis en los parámetros microbiológicos del suelo se ha logrado caracterizarlos, respiración microbiana (RM), determinado mediante la liberación de CO₂, hidrólisis de diacetato de fluoresceína (FDA), biomasa microbiana (BM) y glomalina fácilmente extraíble (GRSPEE) en relación a diferentes sistemas productivos (Huidobro et al., 2015). Los valores obtenidos evidencian el alto grado de deterioro de los monocultivos, principalmente tabaco y poroto.

En cuanto al manejo actual del tabaco, apoyados en lo ya dicho se podría estimar que es la actividad menos conservacionista de todas las del NOA, y como consecuencia los suelos de los Valles Templados los más degradados por efecto antrópico. Ante esta situación, que tiene muchos años, la estrategia que se planteó desde INTA fue la de

experimentar buscando un manejo más conservacionista. Así, se trabajó durante más de doce años buscando ajustar un Manejo Conservacionista del Suelo con Tabaco (MCST), en diálogo con UNSa, con las empresas, y con la Cooperativa de Tabacaleros de Salta. Esto se realizó dentro de la EEA Salta con continuidad, y en varias fincas en parcelas chicas con experimentación adaptativa, pero variando las fincas. Las referencias fueron lo realizado en otras provincias como Misiones, y también en Brasil; la principal diferencia es que en esos lugares no se riega. Se puede agregar que con las experiencias para ajustar el MCST, se avanzó, llegando a estar en condiciones de poder transferir lo logrado, pero en la etapa de transferencia los avances son muy pocos hasta el momento.

Se agrega como un aspecto positivo del manejo del tabaco actual, el enriquecimiento de los suelos con fósforo ligado a las fertilizaciones, lo cual se cuantificó en experiencias específicas dentro de la EEA Salta (Arzeno et al., 2008). Otro punto positivo a destacar es la propuesta continua de la mayoría de los técnicos de tender a reducir el número de labranzas (Ruiz de los Llanos, comunicación personal). Por lo dicho, y tomando como referencia lo presentado en la región del Umbral al Chaco, se puede decir que en esta región no se logró un nivel 1 de técnicas conservacionistas con avance generalizado. Por lo mismo el nivel 1 se centrará en desarrollar los pasos realizados con el MCST hasta la situación actual, mientras que el nivel 2 se centrará en presentar las ventajas del MCST y en las propuestas de futuro, especialmente en la implementación de la transferencia para lograr avanzar en la difusión del MCST, integrada también con parcelas de experimentación adaptativa en fincas para terminar de ajustar el MCST, todo lo cual como consecuencia logrará mejorar la sostenibilidad de los sistemas productivos tabacaleros. Por todo lo dicho, el nivel 3 será breve e incluirá pocos temas.

MCST: se partió de la idea del uso de coberturas vegetales sobre el suelo, sean de invierno, avena en especial y trigo, o de verano, sorgo. Luego, la primera duda o alternativa fue plantar a nivel o sobre bordos, y después de aproximadamente tres años se evidenció la conveniencia de utilizar bordos plantando sobre ellos. Así, se llegó a

la idea de sistematizar construyendo los bordos y trasplantando los plantines de tabaco sobre ellos. También se experimentó con surquitos sobre el bordo, con lo que se mejoran los riegos de pre plantación, los de plantación y posteriores hasta que arraigue bien el plantín, luego se riega por los surcos grandes del costado del bordo (tiempo de desarrollo de esta técnica: tres años aproximadamente). Se desarrolló una máquina para armar los bordos y el surquito superior (en la EEA Salta, duración: tres años). Se experimentó con siembras a voleo de avena sobre los bordos, encontrando como fecha adecuada hasta mediados de marzo, o mejor dicho antes de que terminen las lluvias (las experiencias duraron tres campañas). Se trabajó con parcelas experimentales con riego por gravedad en fincas, y en la EEA Salta, en donde posteriormente se preparó una parcela experimental con goteo. En Jujuy también se experimentó varias campañas en una finca con goteo. Se probaron plantines con distintos tamaños, y resultó que tienen que ser gruesos pero no «canilludos». También se experimentó con tratamientos sanitarios que tienen que ser oportunos y un poco más frecuentes en el arranque de la plantación, que con tabaco convencional. Se experimentaron distintas formas de plantación manual con plantadores y también con maquinaria. Se probaron distintas dosis de fertilización reforzando el nitrógeno a partir de información de la Universidad de Carolina (EE. UU.), y se llegó a la conclusión de que conviene incrementar aproximadamente un 70 % el nitrógeno en comparación con un convencional, se trabajó durante cuatro campañas, pero todavía falta ajuste (Carmona et al., 2008).

En cuanto a la sanidad en el suelo y el cultivo se cuantificaron ventajas con el MCST, evaluadas en especial utilizando indicadores biológicos (Mercado Cardenas et al., 2008). También se realizaron trabajos con otras instituciones sobre el problema de sanidad (Jiménez Monge, 2009). Se desarrolló una metodología de muestreo que simplificó la evaluación de las experiencias; el tamaño de la parcela puede ser de 7 surcos por 50 metros, muestreando los 5 surcos del medio (Ortega A., comunicación personal). Para el muestreo se puede trabajar con doce plantas en cada parcela, bien distribuidas, y

se cuenta el número de hojas de esas plantas, se toman dos hojas, la 5 y la 12 contando desde abajo, se pesan y se promedian, a ese promedio se lo multiplica por el número de hojas de las plantas, y luego por el número de plantas de la hectárea, y resulta la producción/ha. Otro aspecto que se ajustó fue el del manejo de los herbicidas, tanto para secar el cultivo de cobertura verde, como el uso de herbicidas residuales durante el ciclo del tabaco. Se iniciaron también experiencias con el uso de labranza vertical, una púa de escarificador (Paratill) sobre los bordos con dos campañas seguidas de MCST, evaluando que mejora y descompacta (Romero et al., 2012), pero le falta ajuste, incluyendo el uso de dos púas por bordo.

Se trabajó en diálogo con la UNSa: varias de las experiencias fueron en fincas de estudiantes que cursaban la materia de suelos. También estudiantes de UNSa realizaron su trabajo final con MCST. Se realizaron en algunas campañas conjuntas, UNSa, Cooperativa de Tabacaleros de Salta e INTA. Se agrega que la cooperativa continuó con sus propias experiencias. La empresa Massalin también llevó sus propias experiencias y realizó avances en fincas de productores líderes, incluidas reuniones demostrativas conjuntas en varias campañas. Otra experiencia fue la de alternativas de diversificación, plantando en los bordos hortalizas de invierno, entre dos campañas de tabaco. Esta experiencia fue presentada junto con el MCST en el INTA Expone Salta (abril de 2012).

Tambos: se mencionó que la producción de leche es otra actividad y se agrega que en la medida de lo posible se usan los alfalfares y las otras pasturas de los tambos, en rotación con el tabaco. En este punto se agrega una experiencia de recuperación de suelos explotados tradicionalmente con monocultivo de poroto y tabaco que existían en la EEA Salta. En ellos se implantó la pastura *Brachiaria* sp en el año 2009, detectándose mejoras del 70 % en el ICS físico EAS 1-2 mm (estabilidad de agregados del suelo), en las evaluaciones realizadas en marzo de 2011. Es decir, una excelente recuperación en los aspectos relacionados a la recuperación de la estabilidad de los agregados. En el mismo trabajo, las mediciones del indicador carbono orgánico (CO)

no mostraron la sensibilidad necesaria para detectar los cambios observados por EAS 1-2 mm (Huidobro et al., 2012).

Nivel 2

En este nivel, según se adelantó, se enfatizará en presentar las ventajas que aporta el MCST, y relacionarlas con los avances que puedan lograrse en la medida que se ajusten las técnicas. Una primera ventaja es comenzar a revertir los procesos de degradación de suelos actual. Otra ventaja es la disminución de costos de producción, que según cálculos de productores está muy ligado a la disminución de las labranzas. Otra ventaja es incrementar la productividad, así en la mayoría de las experiencias el MCST superó al convencional, (Carmona et al., 2008; Romero et al., 2012), y la productividad seguirá incrementándose en la medida que se continúen ajustando las técnicas, en especial la fertilización nitrogenada. También se podría ajustar el tamaño de los bordos con surquitos, y la labranza vertical con escarificador chato, probando con dos púas por bordo, con una o dos campañas. Otra ventaja ya mencionada es la posibilidad de diversificar el tabaco con hortalizas de invierno. Otra posible e importante ventaja, detectada a nivel teórico, es la de lograr mejorar la eficiencia del riego, que falta cuantificar. Otra ventaja ya evaluada es la de mayor sanidad (Mercado Cardenas et al., 2008). Otra es el incremento de la fertilidad dentro de los bordos, por la residualidad de los fertilizantes.

A continuación se propondrán estrategias sociales, tendientes a aumentar la difusión del uso del MCST, y paralelamente continuar ajustando las técnicas. Aquí se reitera lo dicho sobre dialogar con las entidades e instituciones de la producción para incentivar la posibilidad de realizar experimentación adaptativa en las fincas de algunos productores interesados en el MCST. Sin embargo, en este caso la propuesta será más específica, ligada a las particularidades de la producción tabacalera. Consiste en proponerle al Fondo Especial del Tabaco (FET) que disponga de fondos para financiar 10 ha de MCST en Salta, y otras 10 ha en Jujuy. Esta superficie sería distribuida

entre productores que estén interesados en trabajar con MCST, y divididas en ½ ha, es decir que habría veinte experiencias por provincia. Todo esto contando con la participación de los equipos técnicos de las empresas, cooperativas, UNSa, UNJu, INTA y otros. Cada unidad experimental se dividiría en dos, una parte realizaría lo que ya se sabe sobre MCST, y la otra incluiría alguna de las técnicas sugeridas, que necesitan seguir ajustándose, por ejemplo la fertilización nitrogenada. A su vez, las experiencias de cada provincia funcionarían como un grupo de Cambio Rural, o grupo CREA, haciendo reuniones mensuales con intercambio de información y discusión de los avances y de los problemas que surjan. Si se lograra esto, los avances serían concretos y rápidos.

Hablaremos ahora de otra técnica, ligada a lo anterior: la sistematización con enfoque de cuenca para el control de la erosión por la lluvia, almacenando en represas el agua excedente del verano, para poder utilizarla luego con un buen manejo del riego. Se destaca que hay pocas sistematizaciones en el NOA que incluyan los cuatro puntos destacados, ya que habitualmente hay sistematizaciones en áreas de secano, y otras en áreas de riego que se centran solamente en el manejo del riego, sin incluir el control de la erosión por las lluvias, ni guardar el excedente de las lluvias de verano en represas. Se agrega que en la EEA Salta se estaba ejecutando una sistematización con estos cuatro objetivos, y que ya se concretó más de la mitad, construyendo varias represas que están actualmente funcionando.

Nivel 3 - Futuro

En el nivel 3 se incluyen posibilidades de futuro que podrían también denominarse «sueños», que pueden ser factibles en la medida en que se logre esfuerzo y unión entre los participantes. En primer lugar se reitera la posibilidad de continuar las estructuras de sistematización con enfoque de cuenca en la EEA Salta. En segundo lugar, enfatizar en las posibilidades de trabajar en Salta y Jujuy según lo propuesto para difundir y ajustar el MCST con el apoyo del FET. Se remarcan al respecto dos temáticas muy ligadas al MCST, y que

habitualmente son demandadas por la producción: una es la posibilidad de diversificación con cultivos de invierno, agregando que hay varias alternativas con las hortalizas como habas, arvejas, zanahorias, hortalizas de hoja, etc. También se analizó la posibilidad de llegar a cosechar los cereales de invierno, trigo y avena, y luego plantar el tabaco con MCST un poco más tarde, usando los plantines más grandes tal como se realiza en otros países. La otra es la ventaja de mejorar la eficiencia del riego por gravedad, que también es demandada por la producción, agregando que es muy posible debido a varias particularidades del MCST, el uso de cobertura vegetal, que permite mayor caudal o velocidad del riego sin llegar a erosionar el surco, usando los dos sistemas de surcos, chicos sobre el bordo y grandes, utilizados alternativamente, usando mangas plásticas con ventanitas, comenzando con los surcos chicos, y cambiar según el avance de la plantación, riego por pulsos, y con ayudas o trabas plásticas, y luego en forma alternativa los surcos, etc. Se estima que incluyendo todas las posibilidades mencionadas se podría llegar a mejorar significativamente la eficiencia del riego, que es baja actualmente, pero para ello es necesario poder experimentar, y lograr los ajustes necesarios en las parcelas de experimentación adaptativa, según lo propuesto con apoyo del FET.

Áreas: Ganaderas - Forestales

Las áreas con aptitud ganadero-forestal ocupan una parte importante en el NOA, y según Bravo et al. (1998) se diferencian distintas regiones productivas con esta capacidad: Chaco Ganadero; Chaco Silvo-Ganadero; Sierras con Ganadería y Forestales. En estas regiones productivas se centrarán especialmente los comentarios y las propuestas sobre la habilitación de las tierras para el uso ganadero-forestal. Al respecto se reitera que la habilitación con el sistema de Desmonte Selectivo (DS) tiene ventajas para el suelo y para las pasturas, según ya fue mencionado (Caruso, 2008); esto ha sido evaluado con ICS físicos y químicos, y con indicadores de las pasturas,

comparando el DS con otros desmontes totales cercanos y con uso de cadeneado y de quema.

Se destacan algunos conceptos básicos, ligados a la producción ganadera (Berti, 1999): utilizando pasturas megatérmicas introducidas se pueden lograr en las áreas semiáridas del NOA producciones de 170-200 kg de carne/ha, pero un problema importante es que esta productividad decae marcadamente con el tiempo por la disminución de la productividad de las pasturas, ligado a la disponibilidad del N. Se han experimentados distintas formas de revertir este proceso, destacando que una posibilidad es la forma de habilitación de las tierras utilizando el DS. Se remarca que como su nombre lo indica el DS consiste en eliminar selectivamente algunos árboles y en especial los estratos más bajos por lo que algunos lo llaman «desbajerado». Conviene eliminar los árboles muertos y los enfermos, o con espinas, y la mayor parte de los estratos más bajos, pero dejando árboles jóvenes para que crezcan y reemplacen a los más grandes que puedan irse muriendo, llegando a ser futuros árboles semilleros. Según observaciones de seguimiento local (Berti, 1999) la cantidad de sombra de las copas de árboles y arbustos que optimiza la productividad de las pasturas es entre el 30 y el 50 %. En cuanto a la metodología operativa para realizar el DS logrando esos porcentajes de sombra, se están haciendo con el uso de rolos chicos, 3 m o menos de ancho, tirados por topadoras chicas o por tractores preparados para tal fin. También se usa el corte selectivo en forma manual con motosierras y luego pintando los tocones cortados con herbicidas específicos, que tienen colorante para facilitar el control de la aplicación.

En cuanto a las pasturas sembradas, se suelen usar dos, una para la sombra, es decir debajo de las copas y la otra para las áreas entre árboles que reciben sol. Se remarca que son en su gran mayoría originarias de África, las cuales producen más y son más tolerantes al pastoreo que los pastos locales, lo que se debe, según referentes del tema, a que en África hace muchos siglos que hay animales grandes, y por lo mismo las pasturas fueron evolucionando con el pastoreo continuo. Se agrega con respecto a las pasturas un trabajo realizado en

Tucumán, que incluye la evaluación del secuestro de carbono de un monte natural, en comparación con una pastura de *Chloris gayana* cv Finecut (Banegas N., 2013), cuantificando que es mayor el secuestro de carbono en la pastura que en el monte natural.

Se agrega sobre los DS que se han ido realizando en distintas zonas y suelos en la mayor parte del NOA, y especialmente en Santiago del Estero, utilizando distintas formas para su habilitación y dejando distintos porcentajes de sombra. Se menciona que se han evaluado menores temperaturas a la sombra de los árboles, lo cual favorece el mayor crecimiento de las pasturas. En cuanto a las opiniones sobre los DS son variables, no hay una sola opinión generalizada. Una dificultad importante es el rebrote de las leñosas, remarcando que hay lugares en donde no se lograron controlar y se perdió parte del desmonte. En contraste, en otros DS de pequeños productores en el norte de Salta, realizados manualmente con motosierras y con una buena implantación de las pasturas, según Camardelli (comunicación personal), hay muy pocos problemas con las leñosas. En lo que sí hay consenso es sobre la importancia de una buena implantación de las pasturas. Otro tema importante analizado y estudiado es el pastoreo y la carga animal (Wirsch, 2012).

Nivel 2

Se inicia con la propuesta social proponiendo el diálogo privado-público sobre la temática del DS en el NOA, por considerar que puede ser una forma importante que permita avanzar en el conocimiento y en el ajuste del tema. Se destaca al respecto que actualmente INTA está trabajando en ganadería en forma integrada dentro del NOA. Se agrega otro aspecto actual e importante: hay consenso en el ambiente ganadero del NOA de que hay posibilidades de crecimiento a corto plazo, ligado a la temática ganadero-forestal y últimamente al Manejo de Bosque con Ganadería Integrada (MBGI) (Navall, 2016). En concreto la propuesta en lo privado es la unión con diálogo entre las sociedades rurales del NOA y de grupos técnicos ligados a la ganadería, productores líderes zonales, mientras que en lo público

unir el diálogo entre las universidades del NOA, INTA, entidades provinciales ligadas a la ganadería, etc. En otras palabras, se propone el trabajo con diálogo en red apoyados en la informática, dentro de las instituciones mencionadas.

Se proponen, a continuación, algunas actividades, estrategias y temáticas técnicas, con la intención de graficar la propuesta. Una primera idea es realizar un relevamiento de los DS del NOA, donde desde cada zona se aporte un listado, que puede incluir la localización, y una breve descripción, superficie, porcentaje de sombra, pasturas, estado actual. Otra posibilidad es una encuesta breve a los productores y/o técnicos ligados a los DS, y a otros informantes calificados, preguntando cuáles son las cinco principales ventajas que encuentra en el DS, y cuáles son las cinco principales dificultades. Así, de hecho el dialogo en red tiene que incluir el acopio de las informaciones locales, el procesamiento de los datos y la devolución de la información a todos los integrantes.

En cuanto a las estrategias, la primera es la ya reiterada del diálogo en red, y la segunda es el enfoque transdisciplinario que incluye el enfoque y diálogo interdisciplinario, pero localizado sobre una realidad concreta, que puede ser una finca con DS, o en una determinada región, o el DS del NOA. Se remarca que los temas a discutir son muchos, distintos y que interactúan entre ellos. Es decir, que son complejos y exigen la participación de distintas especialidades.

Así, se enumeran algunos temas técnicos, pero sin ser excluyentes, y agregando que es posible y conveniente que dentro del diálogo en red se incluyan grupos temáticos de especialistas, que puedan discutir cada temática, y presenten los avances y/o acuerdos, y los desacuerdos en donde es posible que falte investigación, o experimentación adaptativa local.

En la presentación de los temas técnicos se pretende solamente enumerarlos, reiterando que el planteo es que les puede faltar discusión y posiblemente experimentación. Se comienza con el propio diseño del DS, que debe incluir los distintos lotes, propuestas

de alambrados y barreras protectoras anchas que no permitan el paso del fuego si se produce en invierno con las pasturas heladas. Se debe asegurar la protección con DS, especialmente para las áreas de suelos más susceptibles a la degradación, por ejemplo las lomas de textura gruesa. En algunos proyectos puede haber áreas con mejores suelos y precipitaciones suficientes, que se destinarían a la agricultura, en especial para usarlas en la producción de forraje para la ganadería. Las aguadas, ligadas al propio diseño, es también un tema fundamental de cualquier DS y se menciona la posibilidad dependiendo del relieve, de una sistematización que incluya represas colectoras del agua de verano, también la posibilidad de usar molinos de viento con equipamientos modernos y altos para que sobrepasen el monte, ligados a las represas o a napas de buena agua.

Con respecto a las pasturas se menciona que son varias, la más difundida es el *Panicum maximun*, que es umbrófila, y forma matas dejando espacios libres entre las matas, lo que puede influenciar negativamente al suelo. La más antigua es *Chloris gayana*, introducida por la Estación Experimental Obispo Colombres, y actualmente hay distintas variedades, diploides y tetraploides, por ser estolonífera se extiende y cubre totalmente el suelo, lo cual lo favorece. Se menciona también a la gramínea más tolerante a la seca que es el *Cenchrus ciliaris*. En cuanto a las semillas hay distintas formas de acondicionarlas para la siembra, y también diferentes formas de siembra. Con respecto a leguminosas se menciona que en mucho menor proporción se están haciendo algunas experiencias y siembras en distintos lugares con *Leucaena*. Según Arroquy et al. (2016) es muy proteica, similar a la alfalfa, y se intersiembra en líneas de doble hilera cada cinco metros, y debe controlarse con pastoreos muy intensos o con podas, para evitar que su desarrollo dificulte el ramoneo de la hacienda.

En cuanto a la forma de habilitación de los DS y los porcentajes de sombra, ya se mencionó que hay formas mecánicas y manuales, se agrega que cuando se busque una sombra del 50 % la forma manual se vea favorecida. Ligado al control de leñosas, se usan diferentes tecnologías, como las mecánicas con el uso de rolos chicos, y/o

segadoras robustas o desbrozadoras, también el uso de distintos herbicidas y oportunidades o momentos de uso. Se agrega como una posibilidad más el uso de máquinas para aplicar herbicidas equipadas con sensores de malezas, lo que permitiría en pasturas afectadas por las heladas aplicar solamente sobre los rebrotes verdes de leñosas. Se está trabajando también en clausuras de lotes dentro de un DS para dejar crecer árboles de sombra. También en el NOA hay lotes enteros forestados con distintos tipos de algarrobos. No se tienen referencias locales de agregar algarrobos dentro de un DS, pero en otros países sí lo hacen, para incrementar la sombra, aprovechamiento de los frutos, y posterior uso de la madera.

Interactuando con todo lo dicho está el propio manejo ganadero, y en especial el manejo de las pasturas, incluidas las distintas categorías de animales y las cargas. Se reitera que cada uno de estos temas al ser discutidos en grupos técnicos y con distintas ópticas y proviniendo de distintas zonas y experiencias, pueden ir aportando al avance general y a los necesarios ajustes locales y temáticos.

Para dar un corte se menciona una propuesta de Berti R. (comunicación personal): es conveniente pensar para cada DS la posibilidad del «uso múltiple», es decir otras posibilidades de actividades paralelas, como forestación, abejas, cabras, suris, cosecha de semillas, etc.

Otro tema en el que se avanzó en los últimos años, y que algunas veces puede estar ligado al DS, es la recuperación de suelos salinos y/o bajos anegados con el uso de pasturas, en especial *Chloris gayana*; se mencionan dos trabajos destacados: Banegas (2013) y Toll Vera (2014).

Nivel 3 - Futuro

Se reitera lo dicho en el nivel 2 de la posibilidad y conveniencia de unir esfuerzos en un diálogo interinstitucional privado-público, discutiendo las distintas temáticas técnicas que involucran al DS, lo cual permitiría avanzar en los diferentes temas, para conveniencia de todos en el NOA.

En un nivel 3 anterior se mencionó que algunas de las propuestas se las podía denominar como «sueños» futuros, la siguiente es una de ellas. En el Amazonas, que en general tiene suelos de baja aptitud, hace muchos años se encontraron manchones de suelos muy buenos, muy ricos en materia orgánica, y se los comenzó a llamar «terra preta» (tierra negra). Los antropólogos encontraron después de muchos trabajos, que esos manchones de terra preta coincidían con asentamientos humanos de mucho tiempo atrás. Según Fadda (comunicación personal) están incluidos como suelos antropogénicos. Los estudios avanzaron en que el mejoramiento del suelo lo habían provocado por agregado de carbón, que aparentemente lo hacían quemando ramas y árboles pero con poco oxígeno, logrando con bajas temperaturas carbón, que lo enterraban.

La propuesta es, entonces, si en un DS se intenta a nivel de experiencia en una parcela chica utilizar el material que se corta intentando hacerlo carbón, de la manera siguiente: haciendo surcos en curvas de nivel o en líneas cortas, cortando la pendiente, posiblemente con un surcador grande, luego los arbustos y árboles cortados se los acomoda dentro del surco, se espera que sequen un poco, se tapa todo, por ejemplo con chapas viejas y tierra encima para que entre la menor cantidad de oxígeno posible y se le prende fuego tratando de hacer carbón. Es parecido al método de hacer carbón en fosa o en parva. Quemar los restos vegetales de esta forma, si se lograra asfixiar el fuego y que se produzca poco humo, sería mejor que quemarlos en pilas a cielo abierto dentro del DS. En segundo lugar, a los surcos cortando la pendiente después de lograr el carbón, se les arrimaría la tierra del costado, quedando como terrazas cortando la pendiente, las cuales ayudarían a frenar y retener el agua de lluvia. Luego, si se lograra una quema con poco oxígeno y se produjera carbón, se lo taparía según lo dicho, y se vería luego con el tiempo, qué efecto produce en cuanto al mejoramiento del suelo.

Pensemos ahora en un DS de 50 % de sombra que también favorece la biodiversidad, y habilitado con la forma recién propuesta, es decir sin quemar a cielo abierto, y luego sembrando y logrando una buena implantación de las pasturas. Según la información disponible se

puede decir que es sostenible ambientalmente porque al no quemar a cielo abierto la contaminación es menor. Además el secuestro de carbono es mayor por efecto de las pasturas (Banegas, 2013) y se suman las copas de árboles con 50 % de sombra, o sea que es mayor el secuestro de carbono que en el monte natural. También es más sostenible económicamente por el importante incremento en la productividad ganadera. También en lo socio-cultural, especialmente por el mayor trabajo que origina el DS, en comparación con el monte natural, y las posibilidades se agrandan si se logra pensar en alguna idea de otra producción paralela, es decir el uso múltiple. Se reitera que la propuesta está dirigida a iniciar lotes experimentales chicos de DS, que permitan evaluar las posibilidades de concretar los pasos sugeridos, los costos y los resultados obtenidos. A lo dicho, se agrega que según Volante (2016), hay consenso en que los tres principales servicios ecosistémicos están ligados al agua, el carbono, y la biodiversidad. Por lo tanto, si se lograra concretar con éxito la experimentación propuesta de DS, estos tres servicios ecosistémicos se verían favorecidos.

Otras actividades y regiones

A continuación se comentarán brevemente algunas actividades específicas dentro del NOA como citrus, caña, forestación, hortalizas, y luego otras regiones productivas procurando en todos los casos, destacar los avances logrados en conservación en los últimos tiempos, y los futuros pasos posibles.

Citrus

Un avance conservacionista importante y generalizado en los citrus del NOA, en las últimas décadas, es la supresión de las rastras y el uso de cobertura vegetal del suelo con vegetación natural, o en algunos casos con pasturas sembradas, lo cual tiene sus ventajas, en especial cuando cubren más el suelo. Se incrementó también en las nuevas plantaciones de citrus la cantidad de árboles por hectárea. Otra técnica que se está incrementando en los últimos tiempos es la

sistematización con enfoque de cuenca, en especial en áreas con declives, y en algunos casos además de la propia conservación del suelo, y/o el manejo del riego, se incluyen represas para almacenar los excesos de agua de verano.

Caña

El mayor avance conservacionista de los últimos quince años en la caña del NOA es la cosecha en verde que se ha ido incrementando, así por ejemplo en Tucumán por ley debería ser el 100 % de cosecha en verde. Otro avance es el surco ancho, que posiblemente se pueda seguir incrementando y ajustando. En Tucumán están trabajando en el ajuste de los ICS que aparentemente pueden variar según la zona y los suelos. También se está incrementando la sistematización, en especial en áreas con declive y/o en áreas con riego. Se destaca en especial la sistematización para controlar los problemas de ascenso de napas freáticas y de salinización; se menciona al respecto que según Sergio Fadda (comunicación personal, 2016) en Ledesma se trabajó muchos años en ese tema, incluyendo drenajes cubiertos que aumentan la superficie de cultivo, y llegando a finalizar en 2011 con un total de 12.000 ha sistematizadas. Este problema se presenta en diferentes zonas de Tucumán, Jujuy y Salta. Otra técnica que se difundió en los últimos años, en especial en Tucumán, es la rotación con soja de variedades RR el año de la renovación del cañaveral, que además de rotar con una leguminosa aporta ventajas en el control de malezas para el nuevo cultivo de caña. Últimamente se está experimentando con biología del suelo, que puede llegar a aportar un avance importante. Se agrega que otra posibilidad para experimentar es la de diversificación, con una forma parecida a la mencionada en tabaco.

Forestación

El NOA tiene distintas zonas con buena y/o muy buena aptitud para la forestación, utilizando distintas especies y/o variedades según las zonas, ya sea a secano o con riego, y de hecho las hay. También hay

investigación en distintos lugares del NOA, universidades, INTA, que aportan y refuerzan. Sin embargo lo que se quiere remarcar especialmente es el aspecto social-cultural, especialmente haciendo una comparación con el NEA, en donde hay desarrollada una cultura de la forestación, que se podría capitalizar como experiencia, sugiriendo un diálogo de instituciones privadas y públicas del NEA y NOA, lo cual podría llegar a dinamizar a la forestación del NOA. Se menciona que en el NEA algunas de las nuevas forestaciones son utilizadas como silvopastoriles. Se agrega como enfoque general de todo el país, que según la Asociación Forestal Argentina, se podría llegar a duplicar en el tiempo toda el área forestada; sin embargo actualmente es el único segmento agroindustrial que genera déficit en la balanza comercial.

Hortalizas

En algunas zonas, y con algunos cultivos especiales, se utilizan coberturas plásticas en superficies ligadas al riego por goteo. En superficies chicas hay hortalizas bajo invernáculos que es una temática de avanzada y muy diferente. En la mayor parte de las zonas y de los cultivos hortícolas, el manejo del suelo es con excesivas labranzas y con muy poca rotación, por lo mismo los suelos en general están degradados, y lo dicho para el tabaco en los Valles Templados puede ser una buena referencia. Hay pocas áreas con una buena sistematización, especialmente en las áreas con riego. También hay problemas en distintas provincias, especialmente en las áreas de riego, de ascenso de las napas freáticas y de salinización. Las fertilizaciones tienden a ser altas, ligadas a la degradación del suelo.

Valles Calchaquíes

Una clara prioridad en los Valles Calchaquíes es el agua de riego y su manejo. Se menciona al respecto, según Luna (comunicación personal), la posibilidad actual de poder incrementar en algunas áreas el agua disponible, con el uso de bombas de alto caudal. Otra posibilidad de incrementar el agua para riego, según Osinaga

(comunicación personal), es «cosechar» y almacenar el agua de lluvia en represas. En cuanto al manejo del suelo y del riego, se centran los comentarios en el cultivo de pimiento para pimentón, destacando que en San Carlos un estudiante de UNSa realizó su trabajo final de graduación adecuando a ese cultivo todo lo dicho sobre manejo conservacionista del suelo con tabaco, obteniendo buenos resultados en cuanto a conservación, productividad del cultivo, sanidad, control de malezas, etc. Se agrega que en ese cultivo también hay algunas buenas experiencias con tecnologías de mayores insumos, con el uso de coberturas plásticas y de riego por goteo.

Puna y Alto Andino

En la gran área de altura hay erosión eólica principalmente y también hídrica. Los muy breves comentarios que se incluyen se centrarán en la propia Estación Experimental de Abra Pampa INTA. Así, se destaca que en los últimos años se instaló allí un equipo para monitorear la erosión eólica, ligado a un proyecto nacional sobre ese tema. Observando las imágenes satelitales, en algunos periodos del año, se ve el área de la Estación Experimental Abra Pampa algo más verde que los campos vecinos, lo que hace pensar en un buen manejo de las pasturas naturales e implantadas. En cuanto a las pasturas implantadas desde hace tiempo, la que sobresale es el pasto llorón, y por lo mismo está la idea latente, con inicio de experiencias, de poder llegar a sembrar el pasto llorón con el sistema de siembra directa.

Comentarios finales

Las dos ideas centrales desarrolladas son, por un lado, los pasos tecnológicos ligados a la sostenibilidad, y por otro las propuestas de los posibles pasos sociales, como el diálogo entre instituciones privadas-públicas, para lograr dinamizar los pasos técnicos, y luego poder discutir los resultados obtenidos y compartir los avances logrados en conocimiento.

«Hoy la ciencia y el conocimiento son los que generan riqueza» (Shimón Peres, Premio Nobel de la Paz 1994).

En cuanto a la división en tres niveles de lo tecnológico, 1) lo logrado, 2) en ajuste y 3) lo futuro, se remarca que además de las ventajas didácticas dentro de cada región productiva, ayuda a marcar el distinto avance de la tecnología en conservación, al comparar las regiones entre ellas.

Se agrega que si bien todo el trabajo intentó apuntar a la problemática generalizada del NOA, se destaca como un sesgo que se enfatizó como epicentro a Salta y Jujuy.

Se menciona, para finalizar, que en la medida en que se dinamice el diálogo privado-público de las instituciones, se podría proponer armar otros grupos temáticos de discusión. Por ejemplo, se propone para su discusión la legislación en conservación de suelo, que se podría discutir tanto a nivel provincial como nacional, y por último, ligado a la presentación oral surgió la propuesta de poder discutir esta temática dentro de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria.

Bibliografía

- Aciar, L. M. Arzeno J.L., Osinaga R. (2010). Integración cuantitativa de resultados durante 20 años comparando cuatro sistemas de labranza en Salta. XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelos. Rosario.
- Aciar L. M.; Mercado Cardenas G. E.; Sánchez D. C.; Arzeno J. L. (2012). Uso de indicadores de calidad de suelo para el monitoreo de lotes tabacaleros en Salta. En: XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del suelo y XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Mar del Plata.
- Arzeno, J. L. (1993). Manejo del suelo en la región subtropical de Salta y Jujuy. Boletín Técnico N° 3, INTA EEA Salta. 11 pág.
- Arzeno, J. L. (2001). Adopción de la Siembra Directa con Soja en Anta, Provincia de Salta (1990-2000). Evaluación de su impacto económico. Cuadernos de Actualización técnica, INTA EEA Salta, Monsanto. 9 págs.
- Arzeno, J. L., Corvalán E. R., Huidobro D.J., Franzoni A., Matta D. (2004). Indicador de calidad de suelo: relación de la materia orgánica entre dos

- profundidades 0-5 y 0- 20 cm . XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Paraná.
- Arzeno, J. L. (2008). Uso de indicadores de calidad de suelo sobre parcelas de largo plazo en Salta. En XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. San Luis.
- Arzeno, J. L.; Corvalán E. R.; Guardo N. y Sánchez D.C. (2008). Residualidad del fósforo por fertilización en un suelo Ustocrepte Udico del Valle de Lerma, Salta. En resúmenes del XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. San Luis, pág. 260.
- Arzeno, J. L., Corvalan, E. R. Vivas, F. Huidobro, D. J. Ferrary Laguzzi, F. (2012). Indicadores de calidad de suelo en fincas del Observatorio ambiental de Tartagal. XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Mar del Plata.
- Arzeno, J. L. (2015). Evaluación de la superficie como indicador de calidad de suelo comparando los porcentajes de cobertura y de planchado. N° 38 en DVD Chaco EEA Salta INTA.
- Arzeno, J. L. (2015). N° 63, Manejo del suelo 2007. N° 64, Manejo del suelo 2010. N° 65, Manejo del suelo 2015, en DVD Chaco EEA Salta INTA.
- Arroquy, J. I.; Segon C.; Cornacchione M.; Lopez A. (2016). Región Subtropical Semiárida – Manual del Ganadero – Pasión del campo argentino. Editor Colombo y Magliano, 313 pág.
- Banegas, N. (2013). Cuantificación de la captura de Carbono por *Cloris gayana* cv Finecut implantada en un sistema pastoril bovino de la llanura deprimida salina de Tucumán y de la vegetación nativa que reemplaza. Tesis Dr. Agr. UNT.
- Berti, R.(1999). Sustentabilidad de los sistemas ganaderos. En: Habilitación de tierras para ganadería. 2º Jornadas Ganaderas del NOA. Salta, 1999, Nov., 29. INTA, Proyecto Macrorregional, Intensificación de la Producción de Carne Bovina del NOA. pp. 29-45.
- Bianchi, A.R. (1992). Regiones productivas de Salta y Jujuy. Panorama Agropecuario N° 41 Centro Regional Salta-Jujuy. Págs. 9-14.
- Bianchi, A. R. y Yañez, C.E. (1992). Las precipitaciones en el Noroeste Argentino (Segunda edición) INTA-EEA Salta, 383 págs.
- Botta, G. F.; Pozzolo, O.; Tourn, M.C.; Soza, E.; Rosatto H.; Ressia, J.M.; Vázquez, J.M.; Satader. S.; Rivero, D. (2007). Compactación del suelo durante la cosecha de maíz: aplicación de tres alternativas de tráfico. En: Avances en Ingeniería Rural 2005-2007, Bocco, M.; Cosiansi, J. Córdoba Argentina p. 24-34 - ISBN 978-987-1253-29-6

- Bravo, G; Alderete Salas, S.; Semproni, G.; Vicini, L.; Fernández, D.; Lipshitz, H.; Bianchi, A.; Volante, J.; Piccolo, A. (1998). Zonas Agro económicas y sistemas de producción predominantes. Región NOA. Riesgo y Seguro Agropecuario en Argentina. SAGPyA–INTA EEAs: Salta-Santiago del Estero–Famailla–Catamarca.
- Carmona, P. C.; Osinaga R.; Sánchez D. C. y Arzeno J. L. (2008). Fertilización y densidad de población en plantación directa de tabaco Criollo en Salta. En resúmenes del XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. San Luis, pág. 218.
- Caruso, V. H. (2008). Evaluación de la sustentabilidad ambiental mediante indicadores del uso de la tierra en sistemas ganaderos del Chaco Salteño. Tesis Magister en Producción animal U.N. Mar del Plata. 126 pág.
- Corbella, R. D. (2006). Dinámica de la descomposición y liberación de nutrientes de rastrojo de soja y maíz, en suelos del subtrópico subhúmedo seco y semiárido del Noroeste Argentino. Tesis Magister en Ciencias Agrarias, Orientación Producción Sostenible, U.N.Tucumán.
- Corvalán, E. R., Huidobro D.J., Franzoni A., Arzeno J. L. (2000). Método de los microtamices para la determinación de la estabilidad de agregados del suelo, 1-2 mm. En: Actas del XVII Congreso Argentino de la Ciencia del suelo. Mar del Plata. Comisión I – Panel 25.
- Corvalán, E.; Sánchez C; Visentini E; Cabrera P; Osinaga R; Arzeno J. L. (2014). Estado y dinámica de atributos Químicos y Físicoquímicos de suelos de dos zonas productivas de Salta. XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Bahía Blanca.
- Díaz, C. G.; Osinaga R. y Arzeno J. L. (2010). Cobertura, planchado y erosión activa como indicadores físicos de calidad de suelos en parcelas de largo plazo. En: Resumen XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Rosario. pág. 221.
- Fadda G.S. (1973). Ex Director Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes, Tucumán. Comunicación personal.
- Fadda, G. S. (1993). La Conservación del suelo: La necesidad de un enfoque integral – Academia nacional de Agronomía y Veterinaria, Tomo XLVVIII, Nº 8 Buenos Aires – Sesión extraordinaria. Pág. 15–36.
- Fadda, G. S. (2006). La Conservación del suelo: La necesidad de un enfoque integral – Conferencia de apertura del XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Salta-Jujuy, 15 pág.

- Gil, R.; Peralta G.; Aciar M. (2016). Proyecto: Manejo Sustentable de Sistemas Productivos en la Región del Umbral al Chaco. la Salud del Suelo – Informe técnico final, 184 pág.
- Huidobro, J., Pérez Brandán, C., Arzeno J. L. y S. Vargas Gil. S. (2012). Recuperación de suelos degradados: implantación de *Brachiaria* en el valle de Lerma-Salta. Actas del XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo y XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 16 al 20 de abril de 2012. Mar del Plata. Argentina
- Huidobro, J.; Perez Brandan, C; Noé, Y.; Morales Poclava, C. y Vargas Gil S. (2015). Caracterización de parámetros microbiológicos en diferentes sistemas productivos del Valle de Lerma. X Reunión Nacional Científico-Técnica de Biología del Suelo. II Congreso Nacional de Biología Molecular de Suelos. 2-4 set 2015. Jujuy.
- Godoy, A. (2016). Siembra con exactitud para lograr eficiencia. El Tribuno campo – quinta semana de octubre, Salta, pág. 6.
- Jiménez Monge, J. L.; Mercado Cardenas, G; Lacci F; Ortega A; Arzeno J. L. (2009). Un enfoque integral del Amarillamiento en Tabaco Panorama Agropecuario de Salta y Jujuy N° 52, junio 2009.
- Lattanzi, A. R., Meyer, L.D., Baumgardner, M.F. (1974). Influences of mulch rate and slope steepness on interrill erosion. Soil Sci. Amer. Proc. Vol. 38.
- Luna, J. (2014). Simplemente una experiencia personal – Experiencias desde 1966 a 2013. 760 páginas.
- Martínez Castillo, M.; Osinaga R. y Arzeno J. L. (2010). Terrón Húmedo (TH5): como indicador de calidad de suelos. En: Resumen XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Rosario. pág. 212.
- Mercado Cardenas, G. E.; Aciar, L. M.; Pérez Brandan, C. y Arzeno, J. L. (2008). Variabilidad de la microflora en plantación directa de tabaco como indicador de calidad de suelo. En resúmenes del XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. San Luis, pág. 145.
- Morales Poclava, C.; Sobral, R.; Nakama, V.; Volante, J.; Binchi, A. (2015). Evaluación de tierras mediante métodos paramétricos. Ajuste del sistema Índice de Productividad (IP) y su aplicación mediante herramientas SIG para las provincias de Salta y Jujuy. 35 pág.
- Murro, A.; Aciar, M.; Arzeno, J. L. ; Osinaga R.; Sánchez, D. C. (2006). Tubulaciones biológicas evaluadas como indicadores de calidad de suelo. En resúmenes XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Salta-Jujuy. pág. 173.

- Nadir, A. y Chafatinos, T. (1990). Los suelos del NOA (Salta y Jujuy). Tomos I y II, U. N. Salta.
- Navall, M. (2016, 3 de octubre). Disertación: Manejo del Bosque con ganadería Integrada (MBGI). En I Congreso Provincial de Ingenieros Agrónomos. Salta.
- Ortega, A.; Arzeno J. L. (2006). Interacción de poblaciones y dosis crecientes de fertilización nitrogenada en siembra directa de maíz en Anta, Salta. En resúmenes del XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Salta-Jujuy pág. 312.
- Osinaga, R.; Chafatinos, T.; Kirschbaum, P.; Cardozo, M. S. (2008). Utilización de mapas de rendimiento para la cartografía de suelos. XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, San Luis.
- Osinaga, N.; Osinaga, R.; Arzeno, J. L.; Chávez, A. (2014). ¿Cómo varían las condiciones mecánicas del suelo según el sistema de labranza? XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del suelo. Bahía Blanca.
- Osinaga, R.; Osinaga, N.; Arzeno, J. L. (2015). El Deterioro del Suelo y del Ambiente de la Argentina, provincia de Salta. FECIC-PROSA.
- Pérez Brandán, C.; Huidobro, J.; Conforto, C.; Arzeno J. L.; March G.; Merites J. y Vargas Gil, S. (2010). Impacto de los sistemas de labranza sobre indicadores biológicos de calidad de suelo. En: Resumen XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo - Rosario. pág. 67.
- Perez-Brandán, C., José L. Arzeno , Jorgelina Huidobro , Betiana Grümberg , Cinthia Conforto Sally Hilton, Gary D. Bending , José M. Meriles , Silvina Vargas-Gil. (2012). Long-term effect of tillage systems on soil microbiological, chemical and physical parameters and the incidence of charcoal rot by *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid in soybean. *Crop Protection* 40 (2012) 73-82.
- Pérez Brandán, C.; J. Huidobro ; Álvarez, M.D.; J. Meriles y S. Vargas Gil (2013). Caídas de atributos biológicos en sistemas agrícolas del este de la provincia de Salta. IX Reunión Nacional Científico-Técnica de Biología de Suelos . I Congreso Nacional de Biología Molecular de Suelos. Santiago del Estero 4, 5 y 6 de septiembre de 2013.
- Perez-Brandan, Carolina, Jose Luis Arzeno, Jorgelina Huidobro, Cinthia Conforto, Betiana Grümberg, Sally Hilton, Gary D. Bending, Jose Manuel Meriles and Silvina Vargas-G. (2014). The effect of crop sequences on soil microbial, chemical and physical indicators and its relationship with soybean sudden death syndrome (complex of *Fusarium* species). *Spanish Journal of Agricultural Research* 2014 12(1): 252-264.

- Pérez Brandán, C.; Huidobro, J.; López, S., Alvarez, M.D., Gopar, A. y Vargas Gil, S. (2015). Evaluación de parámetros microbiológicos de suelo en coberturas de aromáticas. X Reunión Nacional Científico-Técnica de Biología del Suelo. II Congreso Nacional de Biología Molecular de Suelos. 2-4 set 2015. Jujuy.
- Perez, L.; G. Colque; R. Osinaga; E. Corvalán y J.L. Arzeno (2010). Características físico químicas de los suelos del Valle de Lerma y su relación con el manejo. En: Resumen XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo - Rosario. pág. 226.
- Piccolo, A.; Giorgetti M.; y Chavez D. (2008). Zonas agroeconómicas homogéneas Salta - Jujuy. N° 7 - Estudios socioeconómicos de la sustentabilidad de los sistemas de producción y recursos naturales. EEA Salta-INTA.
- Renieri, G.; Arzeno J.L.; Mondino, M., Garnica R.; Galvan, M.; Peterlin O. y Gomez N. (2006). Efecto de diferentes dosis del regulador de crecimiento Cycocel 75 aplicado en seis nudos sobre la altura y el rendimiento del algodón en sistemas en surco ultra estrecho. Proyecto Nacional Algodón INTA, 3° Reunión anual, pág. 98-101.
- Romero, V; Arzeno, J. L.; Moreno, D.; Osinaga R.; Sánchez, D. C. y Franzoni, A. (2008). Uso de indicadores de calidad de suelo en fincas del Umbral al Chaco en Salta y Santiago del Estero. En resúmenes del XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. San Luis - pág. 326.
- Romero, M.; Osinaga, R.; Arzeno, J. L. (2012). Respuesta a distintas dosis de Nitrógeno y Practica de escarificado en plantación directa de tabaco (PDT) con riego presurizado. Bifolio.
- Sánchez, H. A; García, J. R.; Caceres, M. R.; Corbella, R. (1998). Labranzas en la región Chaco-Pampeana subhúmeda de Tucumán. Siembra directa. INTA. Págs. 245-256.
- Sánchez, D. C.; Arzeno, J. L. y Corvalán, E. R. (2008). Validación de modelos de estimación de la materia orgánica en base a textura para suelos del departamento de Anta, Salta. En resúmenes del XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. San Luis - pág. 320.
- Sánchez, D.C.; Corvalán, E.; Visentini, E.; Cabrera, P.; Osinaga, R; Arzeno J. L. (2014). Análisis multivariante de atributos Físicos y Químicos en suelos de dos zonas productivas de Salta. XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Bahía Blanca.

- Schulz, G.; Irigoin, J.; Morales Poclava, C.; Paladino, I. (2012). Aplicación del Índice de Productividad Unificado para la Hoja Lajitas, Salta. En: Actas del XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del suelo - Mar del Plata.
- Sciortino, J.; Villanueva, G. (2000). Precipitaciones máximas diarias – Su aplicación en la conservación del suelo. II Conferencia de la Organización Internacional de la Conservación del Suelo, Bs As. pág. 236.
- Seghezzo, L. (2016, 3 de octubre). Disertación: Sustentabilidad de los Sistemas Productivos. En I Congreso Provincial de Ingenieros Agrónomos. Salta.
- Stewart, B. A., Lal, R., El-Swaifty, S. A. (1991). Sustaining the Resource Base of an Expanding World Agriculture (Cap 11) p. 125-144. Soil management for Sustainability-Soil and Water Conservation Society.
- Toll Vera, J. R. (2014). Recuperación biológica de suelos salinos y salinos sódicos mediante especies forrajeras en la llanura deprimida salina del este de Tucumán y oeste de Santiago del Estero. Tesis para optar al grado académico de Dr. Agr.
- Torres, C.; Osinaga, R.; Arzeno, J. L.; Corvalán, E.; Fernández, G.; y Pérez Brandán, C. (2010). Ponencia de la Filial NOA de la AACCS en XXII CACS: Manejo de cuenca y conservación de suelos. En: Resumen XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo - Rosario. pág. 341.
- Volante, J. (2016, 3 de octubre). Disertación: Aproximaciones para compatibilizar la producción y la conservación. En I Congreso Provincial de Ingenieros Agrónomos. Salta.
- Wirsch, I. (2012). Evaluación de cambios del suelo y su efecto sobre la receptividad de las pasturas implantadas con desmonte selectivo en el departamento de Anta – Tesis graduación UNSa.

Salta, 25 de noviembre 2016, EEA Salta INTA

Ganaderías norteañas

Contribución y reflexiones

MARCELO G. SÁNCHEZ MERA

Colaboración:
FERNANDO E. LABARTA Y ROSALINDA I. VELÁSQUEZ

Introducción

El efecto andino en la geografía del noroeste argentino y de Sudamérica genera condiciones climáticas disímiles en función de la altitud sobre el nivel del mar y de la exposición de las laderas montañosas al impacto de las lluvias y sus condiciones de humedad. La variación de ambos parámetros configura ambientes notablemente distintos a una misma latitud, que presenta un desierto y una selva exuberante a solo 30 km de distancia. En la transición encontramos un sinnúmero de microclimas con aptitudes agropecuarias particulares y en consecuencia diferentes modalidades de producción. O sea, variadas ganaderías norteañas.

Ambientes pastoriles

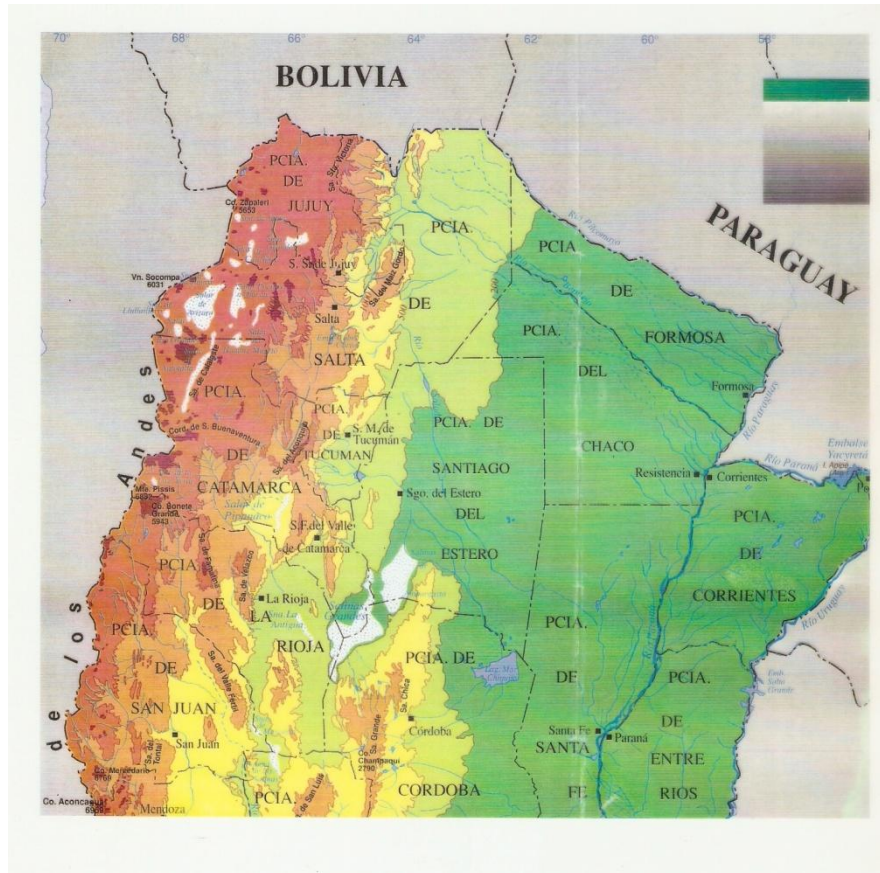
| AMBIENTES | DOMINIO | TAMAÑO | ACTIVIDAD | PRODUCCIÓN | MODALIDAD |
|-------------|---------------|----------|-----------|--------------|-------------------|
| Alto-andino | Comuneros | Pequeños | Camélidos | | Pastoril |
| | Arrendatarios | Medianos | | <i>Lana</i> | Silvopastoril |
| Valles | Propietarios | Grandes | Ovinos | | Agrosilvopastoril |
| | Pastajeros | | Caprinos | <i>Leche</i> | |
| Selva | | | | <i>Carne</i> | Intensivos |
| Chaco | | | Bovinos | | |

Por ejemplo, encontramos ganadería alto-andinas constituidas por comunidades de pequeños productores que crían llamas y obtienen lanas y carne en sistemas pastoriles, como también en valles y Chaco; siendo pastajeros de mediana categoría, producen bovinos para carne en sistemas silvopastoriles, y algún propietario vecino compra terneros para engorde intensivo con excedentes de su importante producción agrícola.

Descripción

La región andina del norte argentino, comprendida por el oeste de las provincias de Jujuy, Salta y Catamarca, deviene de una continuación del altiplano boliviano desde el norte y del Desierto de Atacama desde el oeste. Se despliega sobre una superficie superior a los 13 millones de ha, con una altitud mayor los 2.500 msnm⁽¹⁾. El relieve, marcadamente montañoso, en sentido N-S generalmente, deja espacios relativamente planos llamados bolsones (Pozuelos, Cauchari, Guayatayoc) y ambientes más estrechos como la quebrada de Humahuaca, en Jujuy, por ejemplo.

Allí también se encuentran los Valles Calchaquíes y los salares del Hombre Muerto y del Pipanaco más al sur en Salta y Catamarca, respectivamente. Entre las cumbres más elevadas y conocidas se destacan los Nevados del Chañi, Acay, Cachi y el Incahuasi (6.640 msnm), ya en Catamarca.



Las condiciones de altitud y aridez generan ambientes limitados a la producción agropecuaria, sujetos al riego casi exclusivamente para restringidos cultivos (frutales, hortalizas, vitivinicultura, alfalfa y otros) en zonas quebradeñas o vallistas, y una ganadería pastoril y trashumante de pequeños rumiantes y algo de vacunos en laderas de montaña.

En el siguiente cuadro se reflejan las posibles existencias ganaderas, obtenidas de distintas fuentes disponibles, ante una ausencia de estadística oficial actualizada y confiable.

Existencias ganaderas - Región Andina

| | OVINOS | LLAMAS ⁽¹⁾ | CAPRINOS | BOVINOS | VICUÑAS ⁽¹⁾ |
|--------------------------|---------|-----------------------|----------|---------|------------------------|
| Jujuy ⁽²⁾ | 350.000 | 105.000 | 86.000 | 11.300 | 55.000 |
| Salta ⁽³⁾ | 86.000 | 16.000 | 91.000 | 65.000 | 25.000 |
| Catamarca ⁽⁴⁾ | 80.000 | 26.000 | 126.000 | 28.000 | 40.000 |

(1) Subsecretaría de Ganadería. Anuario 2010

(2) Liliana Bergesio y Laura Galvanevsky, Facultad de Ciencias Económicas, UNJu, 2012

(3) PROSAP Estrategia Provincial para el Sector Agroalimentario de Salta, 2011

(4) Censo 2002 y Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, SENASA, Observatorio Estratégico, 2008

Ovinos y camélidos

De estas cifras observamos mayor cantidad de ovinos y llamas en la puna jujeña, debido a las mejores condiciones ambientales, toda vez que el gradiente pluviométrico disminuye de norte a sur, de 350 mm a mínimos registros en las latitudes catamarqueñas por efecto del Desierto de Atacama, con valores menores a los 100 mm anuales y temperaturas que bajan a los -20° C. Vale destacar las sostenidas acciones públicas implementadas, años atrás, por el Programa Andino Jujuy⁽²⁾, y luego continuadas por algunos gobiernos provinciales en apoyo al mejoramiento de infraestructura de campos en alambrados y aguadas, en la implantación de pasturas perennes como el pasto llorón (*Eragrostis cúrvula*), en la introducción y cruzamientos controlados con razas de ovinos corriedale y merino para incrementar la producción de corderos y lanas de calidad y la implementación de equipos para la esquila mecánica por la Dirección de Ganadería Provincial (1980).

A fines de los años 70, el INTA de Abra Pampa, Miraflores, incrementó su accionar profesional actuando en la selección de llamas por color y peso de vellón y en la solución de la problemática productiva. Se destacaron estudios sobre los pastizales naturales⁽³⁾ y relevamientos de las napas subterráneas en conjunto con la Universidad Nacional de Jujuy⁽⁴⁾.

En forma concurrente, desde el Instituto Jujeño de Colonización se desarrollaron programas para la titularización de las tierras fiscales⁽⁵⁾ con ancestral ocupación de los productores ganaderos.

Recientes investigaciones sobre calidad y propiedades de las carnes de llama, recurso de alto valor para el productor puneño, prometen interesantes propuestas de valor agregado local⁽⁶⁾.

Las existencias caprinas son relativamente semejantes en los distritos y están más vinculadas a ambientes de menor altitud y con mayor vinculación a zonas de arbustales de diversas especies leñosas en valles y laderas, conformadas por leguminosas como el churqui (*Prosopis ferox*) y algarrobos, tal el caso de Catamarca, Valles Calchaquíes y la Quebrada de Humahuaca con sus numerosas derivaciones secundarias (Juella, Hornaditas, Purmamarca, etc.). Sus aptitudes están relacionadas a la producción de cabritos y quesos, elaborados por antiguas tradiciones artesanales de los pequeños ganaderos locales.

Vacunos andinos

La reducida cantidad de bovinos en Jujuy obedece sin dudas a las duras condiciones ambientales de esta región. Si bien las cifras provienen de fuentes diversas y de estimaciones, fueron redondeadas para una mejor interpretación de los datos, pero reflejan una realidad de valores históricos.

Los vacunos andinos del noroeste argentino constituyen las poblaciones quizás más antiguas del país, en conjunto con las otras especies domésticas «de Castilla», que ingresaron desde el Alto Perú a mediados del siglo XVI por los arrees de Núñez del Prado y sus acompañantes⁽⁷⁾. Españoles e indígenas cuzqueños ingresaron a la conquista del Tucma por el Camino del Despoblao (actual ruta 40), siguiendo la línea de los tambos incaicos, con sus llamas, vacas y otros ganados. Tudela de la Orden⁽⁸⁾ escribió que «la conquista se hizo al ritmo del paso de las piaras porcinas».

Un claro ejemplo lo constituyen los vacunos criollos de las serranías de Casabindo, a más de 4.000 msnm (Cochinoca, Jujuy), que se crían en silvestría, con escaso o nulo contacto con el hombre y descienden de aquellos de la conquista. De allí obtienen los toros para el singular Toreo de la Vincha.

El Tribuno de Jujuy (16/08/2012)



Toreo de la Vincha

Este consiste resumidamente en la habilidad de un poblador o visitante al festival de quitarle una vincha con monedas de plata colocada previamente entre los cuernos de uno de los más bravos toros cerriles locales, para entregársela a la Virgen de la Asunción, en cuyo homenaje se realiza esta fiesta patronal el 15 de agosto, tan antigua como la capilla existente en el pueblo, de mediados del siglo XVII.

Los vacunos en las punas constituyen, más que un recurso productivo, una «caja de ahorros» para la familia, a la cual recurren en

caso de marcada necesidad de disponer de algún dinero⁽⁹⁾ y representan, además, una cierta jerarquía social. En áreas más húmedas, como las márgenes del río Miraflores (3.600 msnm) se encuentran ganaderos más organizados, que producen un ciclo completo vendiendo sus novillos y corderos en los mercados de Abra Pampa y La Quiaca. En el caso de Puesto del Marqués, en la margen derecha del mismo río, se encuentran pequeñas lecherías con destino a la producción de quesos de buena aceptación en esos mercados. Años atrás, desde la Sociedad Rural Jujeña y la Facultad de Ciencias Agrarias, realizamos intensas intervenciones en esas actividades, brindando asesoramiento y capacitaciones en el manejo del ganado, uso de pasturas nativas e introducidas, mejoramiento de infraestructura y en selección adecuada de los bovinos criollos que componen sus rodeos, como el recurso genético más apropiado a esas condiciones ambientales⁽¹⁰⁾ con amplitudes térmicas de más de 20° C diarios y recurrentes e intensas sequías. Existen áreas extremas como los departamentos de Los Andes en Salta y Antofagasta de la Sierra en Catamarca que no registran existencias de vacunos.

Trashumancia

En el caso de la provincia de Salta, con más de 60.000 bovinos altoandinos, éstos están localizados mayormente (60 %), en los departamentos de Santa Victoria e Iruya, cuyos territorios geográficamente descienden desde las cumbres de la serranía Santa Victoria, límite con Jujuy (5.000 msnm), hacia el Este, hasta llegar a la ceja de selva a unos 1.500 m. Es una población de bovinos criollos de alta pureza y destacada calidad racial. Los productores ejercen la trashumancia movilizándolo desde la serranía hacia la selva en época invernal, cuando los recursos forrajeros en las alturas se tornan escasos y el clima es extremadamente frío y con nevadas. En las zonas bajas encuentran el refugio de un ambiente protegido, con abundante alimento, en especial el ramoneo, cosecha de hojarasca y abras en el monte con buenas pasturas, o sea un claro sistema silvopastoril.



Vacunos en la selva

Con el inicio de la época cálida y húmeda, empiezan a sentirse intranquilos por los ectoparásitos (garrapatas) y tábanos, reiniciando el regreso en ascenso a las altas serranías, siguiendo a los puesteros, en búsqueda de ambientes más frescos y ya con buenos rebrotes de los pastizales de altura, constituidos por stipas, paspalum, poas, festucas, etc.⁽¹¹⁾ En nuestros trabajos de asistencia técnica en Santa Victoria, por solicitud de OCLADE (Obra Claretiana para el Desarrollo) y del municipio, encontramos un ganado manso, rústico, muy bien adaptado a estos ambientes y de buena fertilidad. Sólo se detectaron inconvenientes por consumo de plantas tóxicas y por algunos endo y ectoparásitos.



Vacunos en los cerros

Los intentos de mestización fracasaron por obvias cuestiones de manejo o adaptación de las razas exóticas que se introdujeron, las cuales solo dejaron menor productividad e innumerables problemas sanitarios y mortandad, tal el caso de los planes de «mejoramiento» en Catamarca.

Aportes con las vicuñas

Sobre vicuñas, el tema merece atención especial. Si bien las estimaciones detectan una población actual de más de 120.000 ejemplares en el país, recordemos que hace unos cuarenta años esta especie se encontraba en alto riesgo de extinción, con no más de 5.000 individuos, por la fuerte presión de cacería, efecto de predadores y dispersión de la sarna, sin control efectivo en los ovinos que producían su contagio y consecuente mortandad.

En el ejercicio de una beca de la OEA-Facultad de Ciencias Agrarias, sobre camélidos sudamericanos en el Perú, allá por 1975, pude apreciar la importancia potencial que las vicuñas podrían significar para los pobladores y productores alto-andinos de nuestras regiones.

Allá practicaban, y lo siguen haciendo, los antiguos «chacos incaicos» para la captura y esquila, logrando interesantes recursos económicos para las comunidades involucradas, de Cala Cala y Pampa Galeras entre otras. En la Estación Experimental de La Raya, Cuzco, lograron obtener los paco-vicuñas, en cruzamientos con alpacas, con mayor productividad en esquila y excelente calidad.



Vicuñas en corral de encierro, Perú

Iniciamos entonces un programa de relevamientos de existencias provinciales, mediante convenio con la Fundación Miguel Lillo (Tucumán), el apoyo del Regimiento RIM 20, el gobierno de la

provincia y la Universidad Nacional de Jujuy. La finalidad tendía a detectar los lugares con más vicuñas, en la idea de fundar una reserva que bajo adecuada protección posibilitara su multiplicación, y permitiera a futuro desarrollar tecnologías para incorporar este camélido silvestre como un recurso productivo a las ganaderías andinas.



Esquila en Perú

Luego de un minucioso estudio en terreno, desde Vilama y Zapalero al oeste, hasta las serranías de Santa Victoria y Zenta al este, y desde Santa Catalina a las estribaciones del Chañi, y bolsones de Susques de norte a sur⁽¹²⁾, surgió nuestra propuesta de crear la Reserva de Vicuñas de Olaroz-Cauchari, concretada por Ley N° 3.820 de 1981. Objetivo logrado que posibilitó la posterior radicación de proyectos de investigación dirigidos por reconocidos estudiosos del tema y una rápida multiplicación de los rebaños silvestres. De las 400 vicuñas de

entonces en el lugar, actualmente superan las 10.000. Recomendamos a los emprendimientos mineros del litio respetar esa población.

Un interesante antecedente se registraba en el INTA de Miraflores, Abra Pampa, en el cual el Ing. Agr. Víctor Cabezas había iniciado un criadero de vicuñas en semi-cautividad y continuado por Bertoni y Rebuffi a partir de 1978, generando una nueva tecnología que fuera transferida a productores, quienes lograron implementar sus propios criaderos con esquila y venta de la fibra, con el debido control oficial de los organismos de fauna silvestre. Otras experiencias de esquila en silvestría, a similitud de los «chacos peruanos», realizadas en comarcas con buena densidad relativa de individuos, se empezaron a realizar a cargo de organismos oficiales y con la participación directa de los pobladores, logrando resultados alentadores, tanto en cantidad de vicuñas atrapadas como en volumen de fibra obtenida en la esquila.



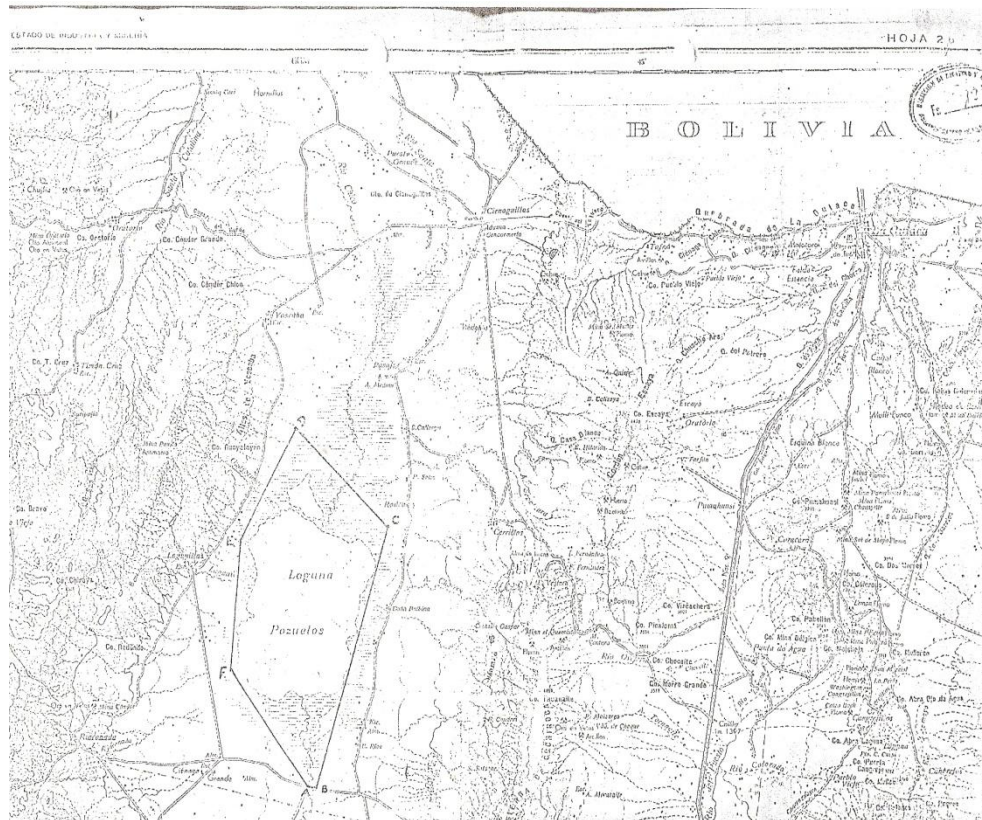
Vicuñas en corral de encierro para esquila. Localidad de Suripugio, Departamento de Yavi (colaboración: José Echenique, 2014)

En Catamarca se destacan los trabajos que se realizan en la Reserva de Laguna Blanca, con resultados similares a los jujeños, en la obtención de fibra de animales vivos.

Laguna de Pozuelos

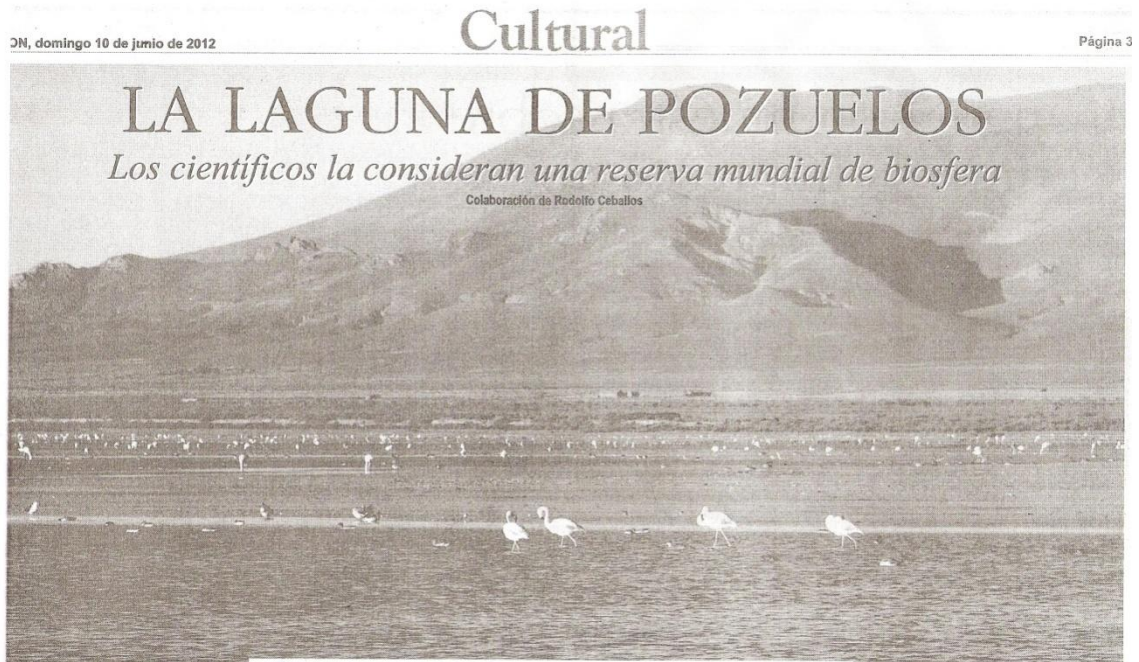
En aquellos años de 1980, de nuestros estudios sobre vicuñas surgió una inquietud en la Administración de Parques Nacionales que manifestó su interés al gobierno de la provincia en colaborar con la protección de la Laguna de Pozuelos, un bolsón endorreico en plena Puna Jujeña, debido a la belleza de su paisaje y la abundante fauna avícola existente, en particular flamencos, como así también a las aisladas tropillas de vicuñas circundantes, por ese entonces, y en especial al área de Carahuasi más al sur, en donde habíamos detectado una población más interesante, en un establecimiento ganadero privado que las protegía.

En conjunto entre la Dirección de Ganadería a mi cargo y la Dirección de Bosques, con el Ing. Agr. Oscar L'Argentier, luego de un relevamiento de la mencionada laguna y sus adyacencias, propusimos, al gobierno y a Parques Nacionales los límites aproximados de perilago, compatibles con el área a proteger y respetando las propiedades de los productores ganaderos circundantes, dedicados a la cría de ovinos y llamas, de forma tal de preservar sus actividades y minimizar los efectos de las medidas de resguardo que se ejecutarían.



Expediente N° 776-S-1980 (fojas 6 y 7). Límites de la reserva

En diciembre de 1980 se emitió la Ley N° 3.749/80 por la cual el gobierno cede a la Administración Nacional de Parques Nacionales la Laguna de Pozuelos y su perilago estableciendo los límites por nosotros propuestos, cubriendo una superficie de 16.224 ha; con posterioridad se definió la figura de Monumento Natural, que recibió la visita y se realizaron estudios por destacados investigadores que promovieron su inclusión como sitio de Reserva de Biósfera y últimamente ha sido designado como sitio de Importancia Internacional por la Red Hemisférica de Reserva para Aves Playeras (mayo 2014), habiéndose identificado 44 especies de aves silvestres, incluidos los reconocidos flamencos rosados, llamados parinas localmente, como así también patos y guayatas entre otras.



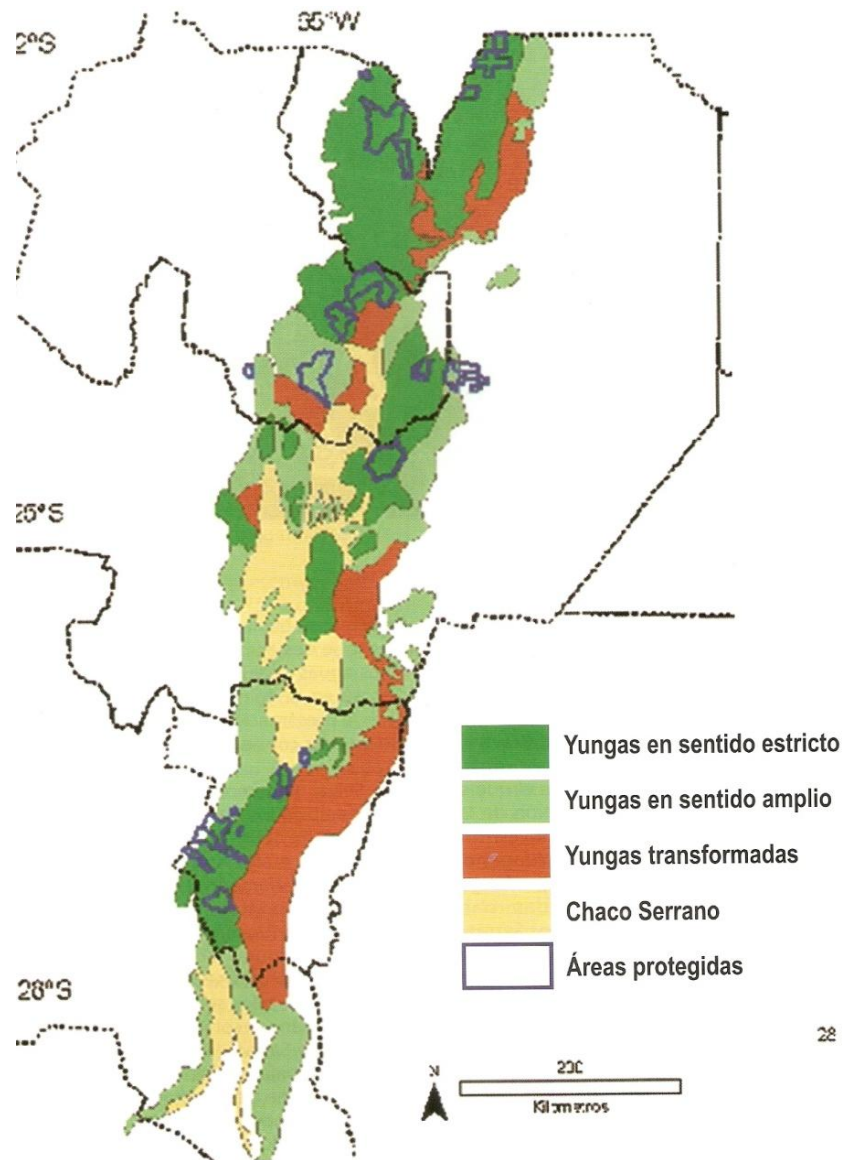
Sierras Subandinas y Chaco Semiárido

Descendiendo de la Región Andina hacia el este del territorio del NOA, se ingresa a una serie de cadenas montañosas de menor altura, llamadas Sierras Subandinas al norte y Sierras Pampeanas más al sur, tal el caso de las serranías de Calilegua y Santa Bárbara en Jujuy, como las del Crestón y Calchaquíes hasta las del Aconquija y Ancasti en Salta y Catamarca. La vegetación acompaña a la disminución de la altitud, generando formaciones de pastizal, bosque montano, selva de yungas y parque chaqueño serrano en los fondos de valle (400-500 msnm).



Laderas orientales húmedas

La intensidad de las precipitaciones y por ende la densidad de los bosques depende en general a la orientación hacia el sur y el este de las exposiciones según el «efecto orográfico» estival.



(Alejandro Brown y col. en Bianchi, A. et al.)

En la misma dirección este, y superando esas serranías y sus áreas de influencia de lluvias, se extiende la amplia planicie denominada Chaco Semiárido, solo interrumpida por ocasionales elevaciones como las llamadas «lomas de Olmedo». Mucho más allá, se transforma en un Chaco Húmedo, sobre las márgenes del Paraná.

Esta región concentra el grueso de las cifras ganaderas provinciales. A saber:

Existencias vacunas (estimadas y cifras redondeadas)

| | SIERRAS Y CHACO | ANDINA | TOTAL |
|-----------|-----------------|--------|-----------|
| Jujuy | 74.700 | 11.300 | 86.000 |
| Salta | 948.000 | 65.000 | 1.013.000 |
| Catamarca | 203.000 | 28.000 | 231.000 |

Anuario 2010. Subsecretaría de Ganadería

Nuestras actividades se desarrollaron en la búsqueda de pasturas tropicales y subtropicales, tanto gramíneas como leguminosas que pudieran adaptarse a estos ambientes tan variables, según los pisos de altitud que modifican los registros de temperatura y humedad. Asimismo, realizamos los estudios de la vegetación nativa, evaluando las condiciones productivas y las prácticas de manejo más apropiadas de los recursos naturales para evitar el sobrepastoreo, y las consecuencias de la presión de vacunos y cabras sobre la degradación de las especies más palatables y valiosas.

*Cabras y sobrepastoreo*

Inicialmente fui distinguido con una beca del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA para realizar un

curso de posgrado en Turrialba, Costa Rica (1974), que me permitió conocer nuevos pastos tropicales y plantales de bovinos criollos de alta calidad.

En aquellos años se inició la construcción del dique de Las Maderas y el Consejo Profesional de Jujuy, con apoyo del CFI⁽¹³⁾, organizó un programa en el que fui incluido para estudiar y evaluar las áreas de regadío que iban a quedar bajo influencia. En trabajo de equipo se realizó un completo informe y sugerencias al gobierno de la provincia sobre las potencialidades y los inconvenientes derivados de las obras, que actualmente riegan unas 30.000 ha de cultivos y ganadería en el Valle de Los Pericos.

Asimismo, fuimos convocados, con el Dr. Eduardo W. Hansen, por el Consejo Agrario Nacional para el diseño del proyecto de Colonización Agrícola Ganadero de las tierras fiscales Lavayén, Campo Alegre y Lavayén del Carmen, en la margen derecha del homónimo río, sobre una superficie de más de 18.000 ha, con riego y secano. Del trabajo surgió la actual colonia Acherál-Lavayén en el departamento San Pedro, Jujuy.

Los valles

Los valles templados, en una altitud entre 1.300 y los 600 m, denominados Los Pericos en Jujuy, y el de Lerma en Salta, desarrollan una actividad básicamente agrícola, con tabaco, frutales y hortalizas en áreas de riego, aunque también se encuentran establecimientos lecheros en rotación. Los Valles de Catamarca, más áridos, son ocupados por olivares, viñedos, nogales y hortalizas. En los últimos años se han implementado una nueva modalidad de emprendimientos de engorde de novillos a corral distribuidos en las fincas agrícolas, en distintos tamaños y variadas formas de confinamiento. De todas maneras no existen datos fidedignos de número de productores o de animales en engorde o del impacto de esa oferta al crónico déficit en la provisión de carnes rojas a la población para el consumo local.

La ganadería vacuna, con participación de caprinos, suele mantener tradicionales normas de manejo, generalmente recostada en los faldeos de las sierras, en actividad de cría, o sea producción de terneros con venta al destete, o son retenidos en recría para lograr novillos «gordos de campo» de otoño con edades que superan los 4 años, estado de gordura inadecuado para la faena que desprestigian la genética utilizada. Últimamente, con la modalidad del engorde a corral, se producen mejores novillos y en temporadas más extendidas en el año.

La eficiencia del sistema es baja, las pariciones apenas superan el 50 %, el control sanitario es mínimo y la disponibilidad de forraje muy escasa. Recurren al uso del monte natural en áreas bastante irregulares, con marcadas pendientes. Solo disponen de limitadas superficies alambradas para siembra de forrajes de reserva invernal, en condiciones de secano. En general son pequeños a medianos productores con rodeos de 25 a 200 cabezas.

Hacia los valles más cálidos, como el de Siancas en Salta y su continuación en el del Lavayén, y luego en el amplio valle del San Francisco, que corre de sur a norte, toda el área bajo riego, más de 100.000 ha. está implantada con caña de azúcar, cítricos, hortalizas y frutales tropicales. En conjunto con las siembras de granos a secano ocupan gran parte del fondo de los valles, en relieves planos o ligeramente inclinados. Sobre el río Juramento, Salta, se encuentra el dique El Tunal, que también riega otras 60.000 ha con distintos cultivos e invernada de novillos. La ganadería tradicional, básicamente de cría, presenta las mismas características ya descriptas, en un ambiente de Chaco Serrano más cálido y árido, que mejora gradualmente si los establecimientos ganaderos avanzan en las laderas de las sierras, que en medida de mayor altitud se incrementan los registros de humedad por efectos de lluvias orográficas.

Bovinos criollos

A fines de los años 70, iniciamos un proyecto de recuperación del Ganado Bovino Criollo, en forma conjunta con el Dr. Eduardo W. Hansen y el Ing. Zoot. Edgardo Néstor Carrizo, con base en la Estación Experimental El Remate donde se logró conformar un plantel de 40 vientres adquirido de variados orígenes, para proceder a su estudio y selección por productividad. En colaboración con el Campo Experimental del INTA de Leales y Las Marías, de Tucumán y Santiago del Estero, se intercambiaron información y semovientes aunando los criterios de trabajo.

La Estación Experimental El Remate se encuentra situada en cercanías de la ciudad de Palpalá, en valle templado, de propiedad del gobierno de Jujuy, anteriormente había pertenecido al INTA y fue fundada en el año 1908, por el Ministerio de Agricultura de la Nación, como Chacra Experimental, constituyéndose así en la Estación Experimental más antigua de la región y probablemente del país.

NOA-X

En el año 1976, tras la firma de un convenio entre el INTA y la FAO se implementó el Proyecto de Desarrollo Agropecuario del NOA (NOA X, ARG 76/003), dirigido por el Dr. G. Joandet. Tenía como objetivos agrupar a los técnicos y analizar la potencialidad de la región para la producción de carne y leche vacuna, ante la alta dependencia del ingreso de otras zonas más productivas y paliar el déficit financiero de las provincias. El valor de producción de tabaco no alcanzaba para cubrir las erogaciones solo por carne.

De los primeros relevamientos e informes de consultoría de los expertos australianos surgió la evidente deficiencia en la cadena forrajera de los campos ganaderos, además de problemas de infraestructura, agua de bebida, biotipos vacunos, comercialización, instrucción de productores y personal de campo, etc. Una de las primeras acciones instituidas fue conformar un grupo de trabajo con los técnicos que tuvieran experiencia en pasturas tropicales y

subtropicales en la región, a los fines de integrar una red de ensayos de suficiente cobertura ambiental.

En base a los trabajos que llevábamos con la Facultad de Ciencias Agrarias, en la Estación Experimental El Remate y en campos de varios productores, fuimos incorporados a esa red aportando nuestros incipientes resultados.

El proyecto realizó valiosos aportes en equipos, semillas de nuevas variedades, capacitación y becas de especialización que, tras el concurso de una de ellas, fui designado con otros colegas para un viaje de estudios a Australia. Complementado con aportes de la empresa Dow y la Universidad de Texas pude continuar con un programa similar en Estados Unidos de América.

Los avances registrados en estas investigaciones, coordinadas y dirigidas por el Ing. Agr. Alfredo Vorano, permitieron ampliar las áreas de ensayos ingresando a la región del Chaco semiárido salteño y boliviano, asociado a otro proyecto sobre conservación de recursos genéticos, con viajes de recolección de semillas de forrajeras nativas en esa extensa superficie ganadera⁽¹⁴⁾.

Arroyo del Medio

Ante la necesidad de validar los resultados obtenidos con las nuevas especies de pasturas, casi todas seleccionadas y mejoradas en Australia, se requería además generar tecnologías para la producción y cosecha de semillas localmente. Para ello, presentamos un proyecto ante el gobierno de Jujuy con el objeto de fundar un campo experimental en el área de Chaco Serrano que fuera representativo de la realidad ganadera de esos ambientes. Aprobado por Decreto N° 1727-H-1983 y denominado «Estación Zootécnica Subtropical Arroyo del Medio», fue sometido a consideración de apoyo y financiamiento ante el Proyecto NOA X, y en la VII Jornada del Grupo Técnico Regional de los Recursos Forrajeros, realizada en la Universidad de Porto Alegre (Brasil), recibió el debido acuerdo para su concreción⁽¹⁵⁾.

Cumplidas las obras mínimas requeridas se sembraron 70 ha de aquellas especies de mejor comportamiento y se trasladó el plantel de bovinos criollos y cribí desde la Estación Experimental El Remate, incorporándose a un proyecto agrosilvopastoril de muy buenos resultados, siendo transferible a productores regionales. En esos años se conformó la Asociación Argentina de Criadores de Bovinos Criollos, ante la cual inscribimos el plantel, participando de la institución en conjunto con las numerosas cabañas constituidas en el territorio nacional.

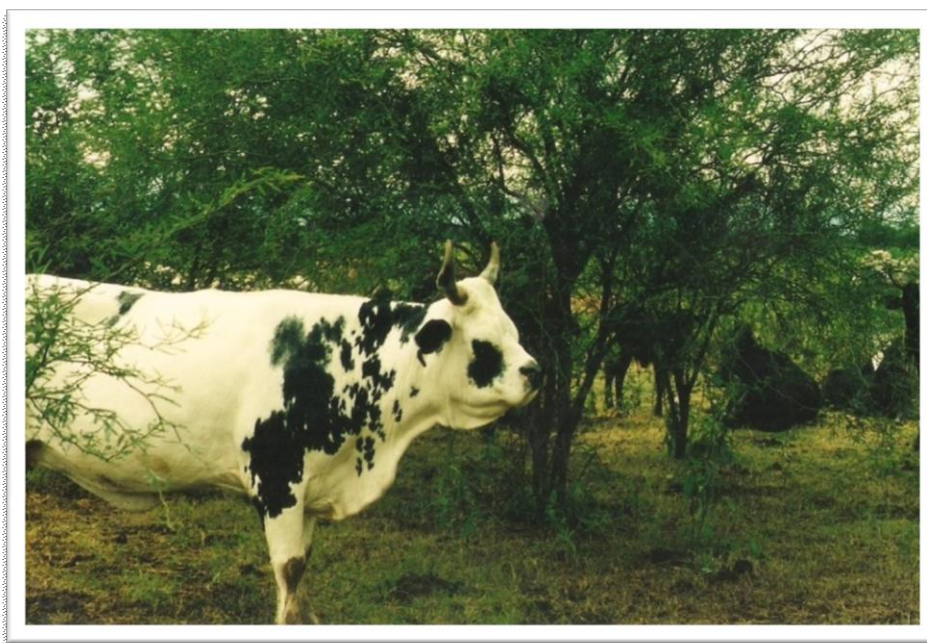


*Jurado en Palermo 2012. Sociedad Rural Argentina
Bovinos Criollos. Primer Premio*

De allí surgió la Comunicación del Senado de la Nación, ante presentación que realizáramos con el Dr. Eduardo Hansen, por la cual el Senado solicitó al Poder Ejecutivo que «declare de Interés Nacional el Fomento y Mejoramiento de los Bovinos de Raza Criolla y solicite a las instituciones pertinentes realizar todos los esfuerzos para utilizar este valioso recurso genético para la producción ganadera». En

consecuencia, la Secretaría de Agricultura y Ganadería dictó la Resolución N° 107 del 24 de marzo de 1993, en el mismo sentido. Asimismo, la Legislatura de Jujuy emitió la Resolución N°81/92 declarando de Interés Provincial al patrimonio genético de los bovinos criollos de la Estación de Arroyo del Medio.

Actualmente en esa estación experimental se encuentra un plantel único en el país, de bovinos criollos ñata, una variedad que había sido declarada extinta por la FAO, encontrándose en evaluación de comportamiento⁽¹⁶⁾.



Bovinos ñata

Chaco Semiárido

La incursión científica en el Chaco salteño y boliviano significó un esfuerzo de mayores dimensiones y dedicación personal del grupo de trabajo. Las extremas condiciones climáticas que caracterizan a esta región, considerada como la más cálida del continente sudamericano (Ledesma, 1969), concentra el 80 % de las lluvias en solo tres meses de verano y el 20 % restante en el otoño. En el resto del año no llueve. El promedio es de unos 600 mm, con una alta variación entre años, generando así intensas sequías muchas veces impredecibles para los

pronosticadores climatológicos. Es algo más húmedo en la zona oeste por efecto de las sierras subandinas, que por ello conforman la cadena de la Selva Tucumano-Oranense o de Yungas. La temperatura, si bien es notablemente cálida, también es marcadamente fría en invierno, a veces con varios grados inferiores a 0° C según registros en muchos años. Los extremos suelen ocurrir en el departamento de Rivadavia (Salta), pero también en toda la región. En las mismas latitudes de otros continentes se encuentran solo desiertos, mientras que en esta región, la vegetación suele denominarse como «matorrales xerófilos».

Para atender debidamente la problemática chaqueña fuimos incorporados con el INTA Salta-Jujuy como referentes argentinos al Proyecto de Desarrollo Agropecuario del Gran Chaco, Bolivia, FAO/BOL/85.002, con sede en Villamontes y Tarija, en el área de Recursos Forrajeros y Sistemas de Producción Silvopastoriles, a partir del cual logramos incrementar nuestros contactos con el vecino país, participando en numerosos talleres técnicos, organizados para definir líneas de acción que ayuden a las políticas públicas de los organismos agropecuarios y gobiernos nacionales y provinciales.

De allí surgió, entre otras actividades, nuestra participación en el Seminario Taller ECO-Chaco en la República del Paraguay, realizado en el Cruce de Los Pioneros, donde fueron presentados, analizados y discutidos los resultados del aprovechamiento silvopastoril logrados en la Estación Zootécnica Arroyo del Medio y su transferencia a productores ganaderos⁽¹⁷⁾.

La ganadería tradicional que se realiza en esta amplia y cálida planicie muchas veces consiste en el antiguo asentamiento de familias en los llamados «puestos», cercanos a alguna fuente de agua de bebida y la formación de un grupo de vacunos, más o menos numeroso, asociado a cabras y ovejas y otros animales domésticos para el consumo familiar. Suelen disponer de algún sector desmontado para reserva de forrajes, ya sea rastrojo de maíz, sorgo diferido o alguna pastura implantada. Algunos productores lograron avanzar con técnicas más modernas, pero en todos los casos el objeto es la cría, con venta de los terneros o propia recría, como ocurre en los valles,

generando novillos de mala calidad. Los valores de productividad medidos en pariciones, rara vez superan el 55 %, producto de un permanente déficit de forrajes en calidad y cantidad.

Esta realidad fue descrita en el Proyecto San Pastor y Otros Puestos de Salta Forestal. Propuesta de un Programa Silvopastoril en Área Chaqueña, del departamento de Rivadavia⁽¹⁸⁾, en el cual, a solicitud de un numeroso grupo de productores, realizamos una serie de recomendaciones a los interesados y organismos públicos para solucionar la diaria problemática y las necesidades requeridas para la incorporación de prácticas ganaderas compatibles con la fragilidad del ambiente e incremento de sus ingresos familiares.

Nuevas ganaderías

Iniciado el siglo XXI, con el atractivo aumento del precio internacional de los granos, en particular soja y maíz, que encontraron ambientes ecológicos favorables para su producción en las zonas de Anta, Metán y departamentos del norte de Salta, producto de un ciclo de años de altos índices pluviométricos, generó un avance de desmontes y siembras en superficies extensas, por un plazo de unos 10 años, hasta que una grave sequía e intensas heladas entre los años 2012 y 2013 sujetó el ritmo y obligó a un replanteo de la situación.

Los excedentes agrícolas en los márgenes de rentabilidad, afectados por las retenciones, y los altos costos de flete a puerto fueron orientados a inversiones ganaderas en programas de ciclo completo que contemplan cría, recría y engorde a pasto y corral con producción de novillos de buena calidad y grado de terminación. También se constituyeron cabañas con venta de reproductores e incluso recibieron importantes partidas de ganado provenientes de otras zonas vecinas del país, en donde tenían problemas de alimentación. Entre los años 2003 y 2008 las existencias se duplicaron, pasando de las 500.000 cabezas históricas a más de un millón, según datos de SENASA y apostaron a biotipos sintéticos como los braford y brangus en general.



Plantel brangus

Gatton Panic y otros pastos

La base pastoril de estas nuevas estancias se sustentó mayormente en la gramínea denominada Gatton Panic, un *Panicum maximum* seleccionado y mejorado en Australia, que fue introducido y difundido en la región por el Proyecto NOA-X. Según las evaluaciones que habíamos realizado, se presentaba como una de las especies más plásticas y productivas, pero de zonas subhúmedas. Con años llovedores, buenos pastos, racionamiento «estratégico» con granos, agua de bebida a voluntad, adecuado calendario sanitario, estricta

selección de toros y vientres, servicios estacionados, buenas instalaciones y destetes anticipados, las pariciones llegaron a un promedio del 70 %.

En zonas semiáridas se destacaron el Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*), con sus variedades Molopo y Texas, las Gramma Rhodes y el Green Panic. En zonas húmedas prosperan *Brachiarias* y *Paspalum*. La rápida difusión del Gatton Panic se debió a la mayor facilidad de cosecha de semilla, a la simplicidad de la siembra y al volumen y calidad de producción de materia seca, pero la sequía del 2012 afectó fuertemente a esas praderas. Si los productores hubieran sembrado también las otras especies por nosotros recomendadas, el impacto habría sido bastante menor.

Del informe del consultor de FAO, E. M. Hutton⁽¹⁹⁾, con quien realizamos un completo relevamiento de los establecimientos ganaderos del NOA, y en especial aquellos de mayor importancia tecnológica y con siembra de especies de gramíneas subtropicales, solo se detectó el Gatton Panic en los ensayos que llevábamos en la Estación Experimental El Remate y en otros sitios, como las primeras introducciones de esta importante variedad que, como nuestra contribución, impactó en el desarrollo de la ganadería del Chaco salteño.



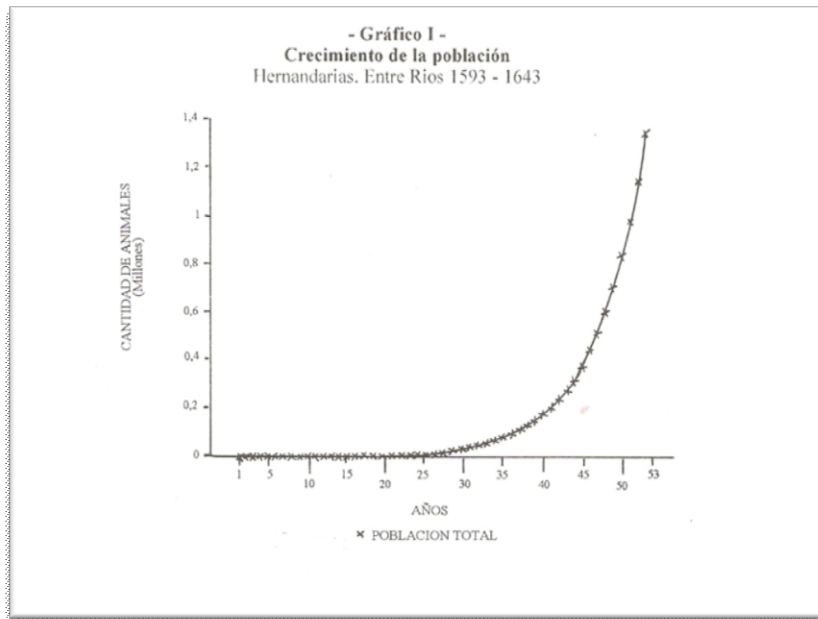
Gatton Panic

Por ejemplo, en San José de Pocoy (Tartagal), encontramos muy difundido el pasto colonial, pero con graves dificultades para su uso y pastoreo. En El Piquete (La Merced, S. A.), cerca de San Pedro de Jujuy, describió lotes con Gramma Rhodes, Buffel y Setaria Nandí. La especie más difundida en muchos otros campos era la Gramma Rhodes.

Hernandarias y Entre Ríos

Como otra reflexión sobre el rendimiento ganadero y los bovinos criollos, que supieron poblar el territorio nacional, nos referimos al texto de Sáenz Quesada⁽²⁰⁾, sobre el testamento de doña Jerónima Contreras, hija de don Juan de Garay, del año 1643, viuda de don Hernando Arias de Saavedra (Hernandarias), que dice: «La otra estancia estaba situada en Entre Ríos, y se ignora el número de ganado que contiene por ser muy grande el “multiplico”, que a más de cincuenta años fundamos yo y el dicho mi marido», es decir, en 1593, las doscientas vacas criollas llevados por el propio Hernandarias para poblar el establecimiento, se habían alzado y su número pasaba ya el millón.

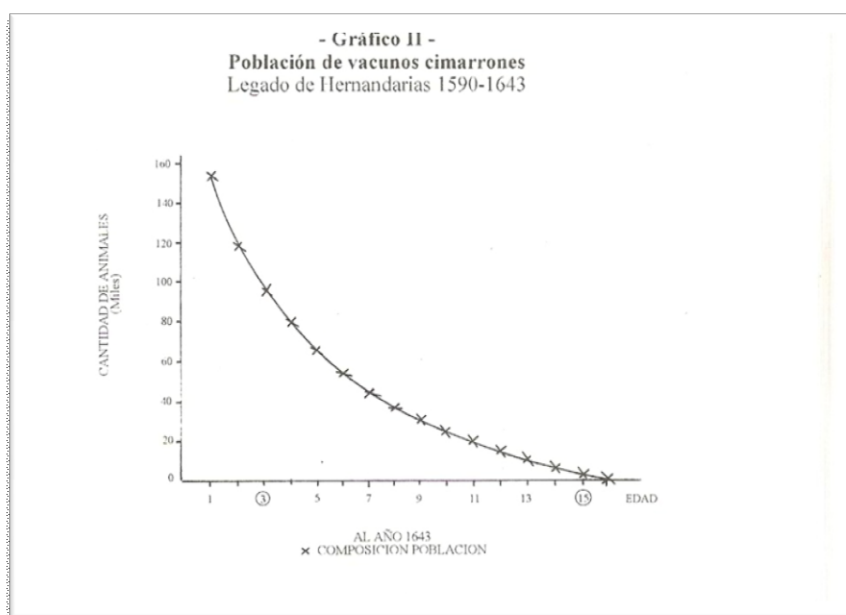
Analizando esta información, y la que se desprende del trabajo de Crespo Naon⁽²¹⁾, el crecimiento de ese plantel, que resultó según una estimación del inventario superior al millón de cabezas, correspondería a una tasa anual acumulativa de casi el 20 %.



Crecimiento de la población. Hernandarias, Entre Ríos 1593-1643

Realizando simulación sobre el comportamiento reproductivo del rodeo, bajo sistema de libre crecimiento, como población silvestre en expansión, y minimizando posibles sacas de la misma y sin descartar por edad, aproximamos las variables del balance en el crecimiento según la tasa mencionada. Considerando la vida útil de los vientres entre los tres y quince a dieciséis años, resultan valores independientes de mortandad promedio en adultos del 3 % (y crecientes a partir de los diez años de edad), con un 34 % de vientres en edad reproductiva y finalmente un 75 % de terneros logrados anualmente.

Aceptando estas estimaciones, la población quedaría configurada según el siguiente gráfico:



Población de vacunos cimarrones

Este análisis aproximado nos ilustra sobre la elevada capacidad y potencialidad reproductiva de las vacas criollas, ya percibida empíricamente por los cronistas de la época, que escribían sobre la asombrosa multiplicación de los vacunos. También cabe enfatizar que se trata de crianza «a la buena de Dios», sin ningún tipo de infraestructura, con aguadas y pastizales naturales y ausencia total de atención sanitaria⁽²²⁾.

Otras reflexiones

Si comparamos esa cifra del 75 % de destete de esa población, con los actuales promedios nacionales, que no superan el 60 %, o en los casos de alta inversión de capital, tecnología y genética, en establecimientos pastoriles de cría, con resultados del 70 %, nos queda la pregunta de cuánto realmente avanzamos en términos productivos, que siempre están sujetos a los avatares de la historia nacional.

Finalmente, y como ejemplo, las políticas públicas de los últimos años provocaron una grave liquidación del inventario vacuno nacional que implicó la pérdida de unos 12 millones de cabezas⁽²³⁾ que

si las hubiéramos colocado en fila india completarían una longitud de 30.000 km, o sea dos veces el perímetro de los límites territoriales del país.

Muchas gracias por su atención.

Agradecimientos

A mi familia: Susana, Mariano y Gustavo (quien ya no está), que siempre me acompañaron con cariño y paciencia.

A los miembros del equipo de trabajo, con quienes logramos esta contribución a las «ganaderías nortenas».

Referencias

- (1) Bianchi, Alberto R., Bravo, Gonzalo C. (2008). Ecorregion Norandina. Descripción, subregiones, agroecosistemas, sistemas productivos y cartografía regional.
- (2) Programa Andino de la Argentina. UNESCO 1964-1970.
- (3) Bertuche, Daniel A.; Vorano, Alfredo E. Evaluación de la producción y calidad de las principales praderas naturales y cultivadas de la Puna de Jujuy. Salta 1978.
- (4) Alcalde, José A. y Camacho M. Calidad de agua en la Cuenca del Río Miraflores. Departamento de Cochinoca (Jujuy). Revista del Instituto de Ciencias Geológicas. UNJu. N° 3. 1978.
- (5) Velásquez, Rosalinda I. Programa de Regularización Jurídica de Tenencia de Tierras Fiscales Rurales en las Regiones de: Puna, Quebrada, Valles y Ramal. Adjudicación de Parcelas con Título de Dominio Individual. Instituto Jujeño de Colonización – Gobierno de la Provincia de Jujuy. San Salvador de Jujuy 2001.
- (6) Proyecto «Producción de carne de llama: Evaluación de la calidad de la carne de llama (*Lama glama*) de la Puna Jujeña», financiado por Secretaría de Ciencia y Técnica y Estudios Regionales-UNJu. Cod: A/Boo8. Director: Norma B. Farfan, Co- director: Fernando E. Labarta. Período: junio 2012- mayo 2014. Proyecto «Calidad de la carne de llama (*Lama glama*) de la Puna jujeña obtenida bajo diferentes condiciones de producción», financiado por Secretaría de Ciencia y Técnica y Estudios Regionales-UNJu. Res. 409/14. Director: Norma B. Farfan, Co-director: Fernando E. Labarta. Período: junio

- 2014-mayo 2015. Proyecto «Agregado de Valor de la Producción Pecuaria de la Puna Jujeña, Argentina». Director: Norma Farfán. Período: enero 2016-diciembre-2017. Res. 387/16. Director: Norma B. Farfan, Co-director: Fernando E. Labarta. Facultad de Ingeniería. UNJu.
- (7) Teresa PiossekPrebisch. *Poblar un Pueblo. El Comienzo del Poblamiento de Argentina en 1550*. Artes Gráficas S.A. Salta 2008.
- (8) Tudela de La Orden, José. *Historia de la Ganadería Hispanoamericana*. Madrid. Ediciones de la Cultura Hispánica. 1993.
- (9) FAO Organización para de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Manual de consulta.
- (10) Sánchez Mera, M.; Velásquez, R.I.; Casas, S.; Echenique, J. Vacunos en las Estepas Andinas. Facultad de Ciencias Agrarias – UNJu. San Salvador de Jujuy, 1996.
- (11) Cladera, Jorge. Continuidad y Cambio en las Prácticas Trashumantes. *Kula* Nº 3. Antropólogos del Atlántico Sur 2010.
- (12) Gonzales, J.A., Lavilla, E. y Scrocchi, G. en «La Vegetación en Algunas Regiones de Altura. Provincia de Jujuy (Argentina), con vistas a establecer una Reserva de Vicuñas (Artiodactila: Camelidae)». Serie Conservación de la Naturaleza Fundación Miguel Lillo – Tucumán – Argentina. Talleres Gráficos F.M.L. 1986 – Pág. 26
- (13) Proyecto Desarrollo Dique Las Maderas - Consejo Profesional de Jujuy y CFI. San Salvador de Jujuy 1977.
- (14) Sánchez Mera, M.G.; Schimpf, J. y Vorano, A. Introducción y Evaluación Preliminar de Pasturas Tropicales y Subtropicales. Memorias Reunión Anual de Información Técnica para Productores. Salta 1978.
- (15) Sánchez Mera, M.G.; Carrizo, E. N. Proyecto Estación Zootécnica Subtropical «Arroyo del Medio». Departamento de San Pedro, Jujuy. VII Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical. Memorias Pág. 107. Universidad Federal de Porto Alegre. Río Grande do Sud. Brasil 1984.
- (16) Sánchez Mera, Marcelo G.; Labarta, Fernando E.; Velásquez, Rosalinda Inés y José A. Echenique. Develando el enigma de la vaca ñata. *Todo Es Historia* ISSN: 0040-8611 – Año XLVII. Edición 567 Octubre de 2014. Págs. 72 al 78. Buenos Aires.
- (17) Sánchez Mera, M; Carrizo, E. N.; Velásquez, R.I.; García, E.; Labarta F.; Casas, S.; Echenique, J.; Valbuena, O. Resultados Preliminares en Aprovechamiento Silvopastoril Sostenible. Estación Zootécnica Subtropical Arroyo del Medio. Memorias Seminario Taller Eco Chaco 95 – XV Reunión Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los

Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical. República del Paraguay. 1995.

- (18) Sánchez Mera, Marcelo G., García, Enrique E., Labarta, Fernando E., Velásquez, Rosalinda, Carrizo, Edgardo N. San Pastor y otros Puestos de Salta Forestal. Propuesta de un Programa Silvopastoril en área Chaqueña. Departamento de Rivadavia, Salta. Universidad Nacional de Jujuy. Facultad de Ciencias Agrarias 2007.
- (19) E. M. Hutton. Consultor FAO-Proyecto NOA X, Pasturas Tropicales y Subtropicales- Pág. 17. Cerrillos, Salta. 1977
- (20) Sáenz Quesada, María. *Los estancieros*. Editorial Sudamericana. Buenos Aires 1991.
- (21) Crespo Naón, Juan Carlos. «La herencia del gobernador Hernando Arias de Saavedra, y los pleitos a que ella dio lugar». Instituto de Estudios Iberoamericanos. Año 2. Volumen II. Buenos Aires 1981.
- (22) Sánchez Mera, M. G., Velásquez, R.I., Carrizo, E.N., Hansen E.W. El Ganado Criollo en Nuestra Cultura I. Época: «De las Ferias de Zafra a Tarixa». «Vacunos en el Tucumán». En libro *Ganado Bovino Criollo*. Tomo V. Pág. 95-III. Orientación Gráfica Editora S.R.L. Buenos Aires 2004.
- (23) Comunicado de Prensa de la Comisión de Enlace 10-08-2011.

Cambio climático y seguridad alimentaria global: Oportunidades y amenazas para el sector rural argentino

ERNESTO F. VIGLIZZO

Teoría del cambio climático y respuesta global

En 1896, Svante Arrhenius, un reconocido científico sueco, dudaba si debía o no comunicar una teoría novedosa que había bosquejado. Al estudiar, junto a Thomas Chamberlin, los efectos de algunos gases atmosféricos sobre los procesos de hielo y deshielo en la Tierra, había encontrado una correlación positiva entre la concentración de dióxido de carbono (CO_2) y la temperatura de la atmósfera terrena. Su conclusión fue que la quema de combustibles fósiles derivados del carbón y del petróleo había elevado la concentración de CO_2 en la atmósfera y provocado un aumento en la temperatura del planeta.

Esta teoría permaneció casi olvidada hasta el siglo siguiente, pero los registros térmicos de varias estaciones meteorológicas en el hemisferio norte confirmaron, a mediados de la década de 1980, un ascenso preocupante de la temperatura media de la atmósfera, y para muchos científicos la teoría del efecto invernadero de Arrhenius se tornó creíble. El mundo académico, el ecologismo y los medios masivos de comunicación encendieron luces de alarma, y la propia opinión pública se preocupó rápidamente.

A través del Programa Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM) se creó el Panel Inter-gubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), que es reconocido como el grupo de cooperación científica de referencia con

mayor autoridad para expedirse en ese tema. Varias centenas de científicos y técnicos de todo el mundo colaboran hoy con esta organización y producen informes periódicos que actualizan y difunden avances en ese campo de la ciencia del clima, analizan modelos y predicen el impacto del calentamiento global sobre los sistemas climático, oceánico, económico, ecológico, alimentario y sanitario.

Sucesivos informes del IPCC ratificaron que el efecto invernadero podía ser atribuido, con alta probabilidad de certeza, a las emisiones de anhídrido carbónico y otros gases emitidos por el hombre. Los informes más recientes de esta organización ofrecen 10 conclusiones que surgen de sus informes anteriores:

1) La influencia del hombre sobre el sistema climático de la Tierra es clara y las últimas emisiones antropogénicas (de origen humano) de gases de efecto invernadero (GEI) son las más altas de la historia.

2) Desde el año 1850, cada década fue más cálida que la anterior. El calentamiento del sistema climático es inequívoco y muchos de los cambios observados desde la década de 1950 no tienen precedentes en el último milenio. Este cambio explica el aumento de la temperatura de la atmósfera y de los océanos, la reducción de la superficie de hielos y el ascenso del nivel del mar.

3) Las emisiones GEI alcanzaron un máximo desde el comienzo de la era industrial debido en gran parte al aumento de la población y el crecimiento de la economía. Hoy se registran las mayores concentraciones de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) de los últimos 800.000 años.

4) Los efectos de las emisiones de GEI sobre el calentamiento global se prolongarán más allá del siglo XXI.

5) Desde la década de 1950 se registró un aumento de eventos extremos del tiempo y del clima: una disminución de las temperaturas frías extremas, un aumento de las temperaturas cálidas extremas, un incremento del nivel medio de los mares y un aumento

en la proporción de precipitaciones torrenciales en varias regiones del planeta.

6) Aumentará la probabilidad de consecuencias graves, generalizadas e irreversibles tanto para el hombre como para los ecosistemas. Para reducir esos riesgos es imprescindible reducir drásticamente las emisiones GEI y promover políticas locales que reduzcan la vulnerabilidad y favorezcan la adaptación al cambio climático.

7) Aumenta la probabilidad de que se produzcan prolongadas olas de calor, que las lluvias se tornen más intensas y frecuentes en muchas regiones, que se calienten y acidifiquen los océanos y se eleve el nivel de los mares.

8) Es probable que muchos de los efectos del calentamiento global perduren durante siglos. Con el calentamiento aumenta también el riesgo de cambios abruptos o irreversibles.

9) Los riesgos tendrán una distribución desigual y afectarán más a las comunidades más pobres.

10) Si se redujeran sustancialmente las emisiones, en las próximas décadas se atenuarán los riesgos climáticos, aumentarán las posibilidades de una adaptación eficaz, se reducirán los costos de mitigación en el largo plazo y se crearán trayectorias estabilizadoras del clima, necesarias para un desarrollo sustentable.

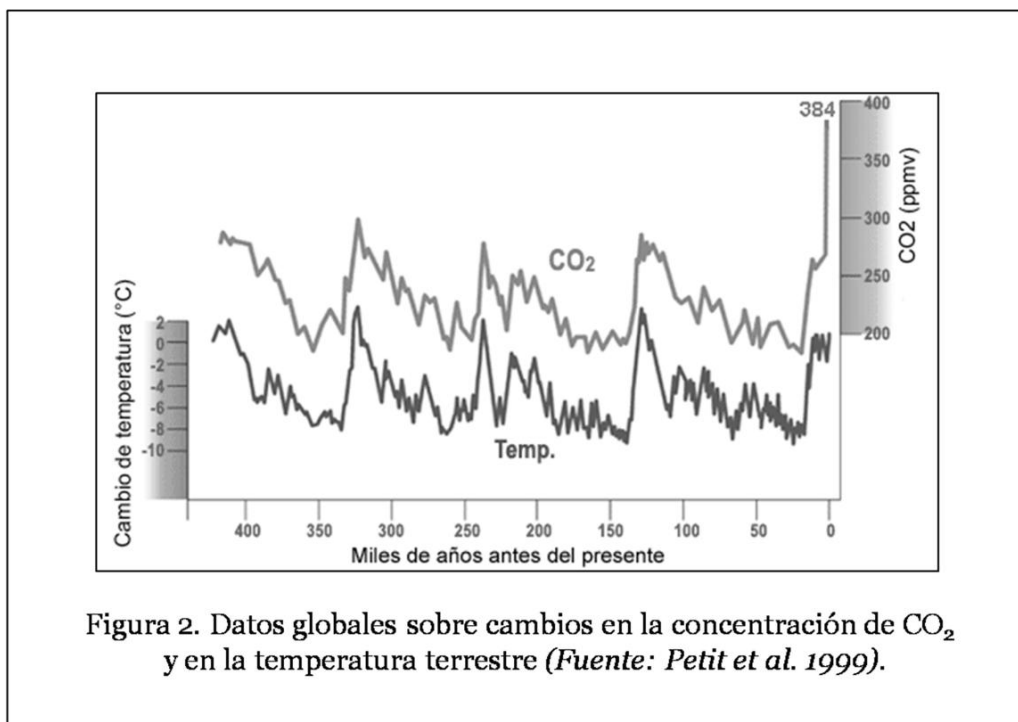
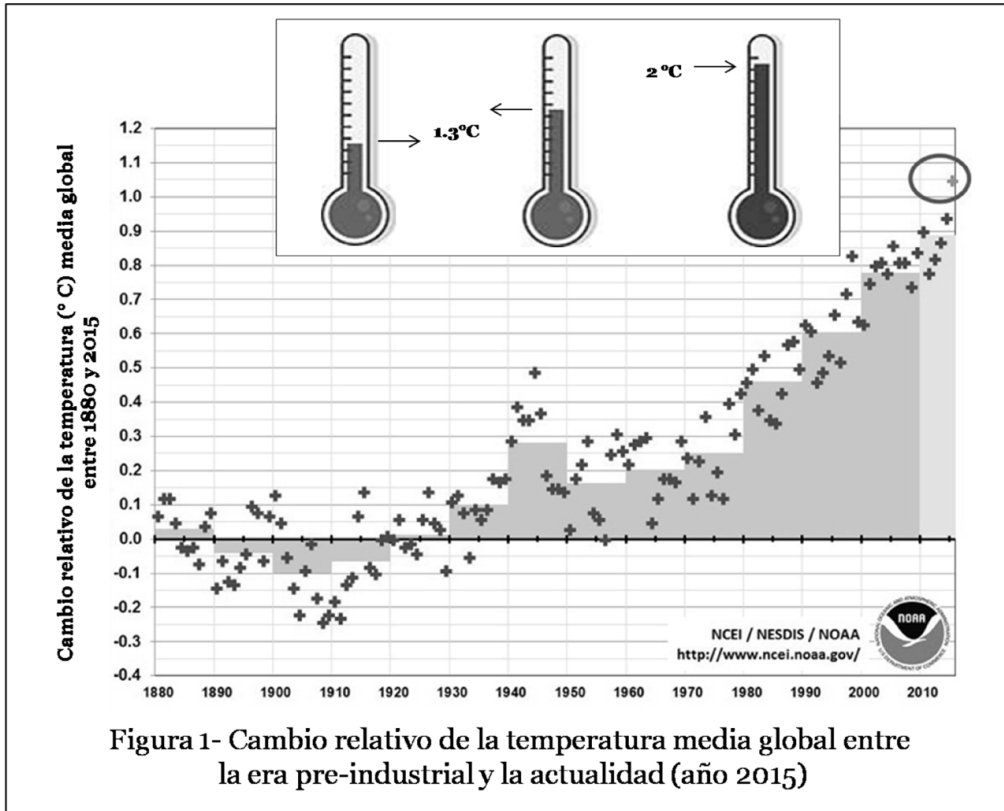
Como una respuesta preventiva a esas conclusiones, 186 países (con la notable ausencia de algunas potencias, entre ellas Estados Unidos y China) firmaron en el 2001 el denominado Protocolo de Kyoto. Su objetivo inicial fue inducir a los países a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero (anhídrido carbónico, metano, óxido nitroso y compuestos cloro-flúor-carbonados, entre otros) a niveles inferiores a los que tenían en 1990. Con mejores intenciones que resultados, y desgastado prematuramente por el incumplimiento de los propios países firmantes, el Protocolo cayó en el descrédito. En diciembre del 2015 se celebró un nuevo encuentro en París, conocido

como la COP21 o Cumbre del Clima. 195 países participantes de esa Conferencia Mundial —que juntos suman más del 95 % de las emisiones globales— arribaron a un documento final para reducir el calentamiento global y sus efectos negativos sobre el planeta. Como detalle singular, en esa oportunidad no hubo objeciones de Estados Unidos y China para evitar el acuerdo, que de esta manera ha reemplazado al Protocolo de Kioto. Sienta las bases para la reducción de emisiones GEI y, más importante aún, para diseñar una economía mundial libre de carbono, con mínima dependencia de los combustibles fósiles. Plantea un gran desafío para el sector energético, y abre oportunidades impensadas para la industria de las energías limpias. El texto propone limitar el aumento de la temperatura del planeta muy por debajo de 2° C con respecto a los niveles preindustriales y hacer un esfuerzo para estabilizar el aumento de la temperatura a 1,5° C (Figura 1). Los países industrializados, responsables históricos del problema, se comprometieron a ayudar financieramente a los países más pobres para que se adapten al cambio climático. Todos los países signatarios se comprometieron a implementar planes de control mutuo bajo un mecanismo quinquenal de inventarios que permitirá evaluar progresos, aunque sin fijar porcentajes como propusieron algunos países más rigurosos.

Un pasado climático caótico

Más allá del hecho de que la Tierra se calienta a tasas preocupantes, también otros elementos aparecen en escena. Los estudios paleoclimáticos (estudio del clima antiguo) revelaron que la Tierra ha tenido en el pasado un clima muy caótico. Hasta mediados de la década de 1980, la corriente científica dominante aceptaba que el clima de la Tierra cambiaba, pero lo hacía gradualmente, en respuesta a causas naturales y a otras inducidas por el hombre. Las evidencias posteriores demostraron que en el pasado el clima había cambiado de manera más caótica y vertiginosa de lo que se creía, con saltos abruptos e inesperados. La ciencia se planteó entonces un

interrogante «... si ocurrió en el pasado ¿por qué no podría ocurrir en el futuro?».



El análisis de los archivos paleoclimáticos mostró los rastros de un pasado tumultuoso. Datos surgidos del estudio minucioso de núcleos de hielo, anillos de crecimiento de árboles antiguos, sedimentos en océanos, mares y lagos, y otras fuentes de información ofrecían un testimonio incuestionable. Los núcleos o «testigos» de hielo se convirtieron en la estrella de la ciencia paleoclimática. Se trata de largos cilindros de hielo que se extraen luego de perforar gruesas capas glaciales de los polos. Ellos contienen datos que muestran variaciones prehistóricas en la concentración de CO₂, metano y otros gases con efecto invernadero. Año tras año, y siglo tras siglo, se acumulan en los polos capas de hielo que retienen burbujas de esos gases que registran, con precisión, la composición del aire al momento en que el hielo se acumuló. Las muestras, al ser analizadas, no solo proveen datos de los gases presentes, sino también, a través de la presencia de moléculas de hidrógeno y oxígeno radiactivo, permiten hacer una estimación indirecta de la temperatura atmosférica al momento en que las burbujas de aire quedaron atrapadas en la masa de hielo. Las primeras perforaciones, que comenzaron en 1980 en la base rusa de Vostok en la Antártida, permitieron extraer un cilindro de hielo de más de 2 kilómetros de longitud (Petit y otros, 1999). Mediante un proceso de datación, a partir de ese núcleo inicial se pudieron reconstruir con mucho detalle las variaciones que sufrió el clima a través de 160.000 años (Figura 2). Extracciones posteriores permitieron retrotraer la historia climática hasta 800.000 años atrás, y los científicos creen que será posible tener un registro continuo de 1.500.000 años.

Las imágenes aserradas de los gráficos muestran un clima planetario que saltó, desde cientos de miles de años atrás, de un período glacial a uno inter-glacial. Es decir, de un frío a un calor extremo. Pero una de las sorpresas más inesperadas fue el hallazgo de ciclos anidados que se repitieron, con cierta regularidad, cada 100.000, 41.000 y 26.000 años. Fue una evidencia concreta de que el clima de la Tierra se comportó caóticamente durante centenares de miles de años, pero lo hizo dentro de ciertos patrones de orden que es necesario interpretar. Fue un científico serbio llamado Milutin

Milankovitch quien en 1920 teorizó que la cantidad de calor solar que recibía la tierra era el resultado de una influencia combinada de la excentricidad (ciclo de 100.000 años), la oblicuidad (ciclo de 41.000 años) y el balanceo del eje del planeta durante la rotación (ciclo de 26.000 años). Vincular esas variaciones de la órbita de la Tierra con los ciclos de glaciación que mostraban los datos provistos por los núcleos de hielo fue un hecho casi automático, disparando lo que hoy se conoce como «teoría orbital del cambio climático» (Turney, 2007). El alejamiento y acercamiento al sol explicarían el pasaje de una fase de glaciación a una de calentamiento en un ciclo que se repite indefinidamente. Si esta teoría tiene sustento, le agrega más complejidad al pensamiento dominante que indica que la Tierra se calienta por simple acumulación de gases con efecto invernadero.

Los datos del paleoclima muestran también mucha variabilidad o «ruido estadístico» cuya explicación no encaja dentro de la teoría orbital. Otros factores, imperfectamente conocidos, han disparado varias hipótesis y teorías biofísicas en las cuales intervienen tanto factores vivientes como no vivientes. Por ejemplo, los desplazamientos de masas continentales habrían bloqueado o abierto el curso a las corrientes atmosféricas y oceánicas, afectando radicalmente el clima terreno. Esto habría ocurrido con el surgimiento de las cordilleras del Himalaya y los Andes, y con la formación del istmo de Panamá, el cual habría bloqueado la circulación de las corrientes oceánicas cálidas entre el Atlántico y el Pacífico. Por otro lado, ciertos períodos de intensa actividad volcánica también explicarían algunas fases de calentamiento de la Tierra debido a una enorme emisión y acumulación de gases de efecto invernadero. A estas hipótesis y teorías físicas se suman otras teorías biológicas que vinculan los cambios climáticos a la actividad de los sistemas vivientes en la Tierra. Las más populares indican que el calentamiento actual debe ser atribuido a emisiones causadas por el hombre.

Pero el problema ofrece también otras aristas que merecen atención. Según Tim Flannery (Flannery, 2006) durante los últimos 2.5 millones de años, período que coincide con la aparición de nuestro

primero *Homo erectus* en África, la Tierra ha experimentado como mínimo diecisiete episodios glaciales de alta intensidad y muchos otros de intensidad menor, seguidos siempre de un calentamiento súbito. Cada cambio de fase representa una «no linealidad», episodio que puede provocar una bifurcación abrupta de la vida en el planeta. Durante un cambio no lineal, la relación de intensidad entre causas y efectos no es proporcional; la incidencia de un pequeño factor causal puede disparar efectos exacerbados e impredecibles en las especies y los procesos biológicos. Si proyectáramos el análisis a una escala geológica de muchos miles de años, comprobaríamos que la no linealidad climática ha sido la regla y no la excepción. Esta dinámica ha ocurrido regularmente en la historia del planeta sin que sea posible atribuirlo en el pasado a una intervención humana. Una mayoría de los científicos del clima no dudan en atribuir al hombre el inédito calentamiento global de estos tiempos, pero esta sería la excepción y no la regla. Aún hoy, con las poderosas herramientas analíticas que poseemos, no resulta sencillo discernir cuánto del calentamiento actual puede atribuirse a causas humanas, y cuánto a causas naturales.

En medio de estas hipótesis, teorías y evidencias empíricas, hay fuego cruzado entre facciones opuestas que se enfrentan. De un lado, están los activistas del clima que encienden todas las luces de alarma ante una catástrofe que creen inminente; del otro, están quienes sostienen que la teoría del calentamiento global es débil y vulnerable a la crítica.

Una teoría cuestionada

No todos coinciden con la visión dominante del IPCC. Grupos de científicos escépticos cuestionan sus conclusiones bajo el argumento de que los informes del organismo solo utilizaron una parte del conocimiento científico disponible: aquel que confirma que el calentamiento del planeta está provocado inequívocamente por la voraz e insensata quema de combustibles fósiles. Critican supuestos errores metodológicos, la debilidad de sus modelos de simulación y dudan que el calentamiento actual de la atmósfera sea de origen

antrópico (Fudge et al., 2016; Gervais, 2016). Escudriñando en el pasado (Patzelt, 2014, reportado por Glatzle, 2014), algunos estudios revelan que durante el Holoceno (por ejemplo, durante el Medioevo) ocurrieron períodos de marcado calentamiento global con niveles de anhídrido carbónico en la atmósfera mucho más bajos que los actuales. Ese argumento es utilizado para invalidar la existencia de una correlación unívoca y determinista entre la concentración de ese gas y el calentamiento atmosférico del planeta. Estas evidencias han dado un potente justificativo a varios sectores económicos para cuestionar la teoría que vincula el calentamiento global al uso de los combustibles fósiles, y a resistir los acuerdos que procuraban reducir drásticamente su consumo.

Una de las críticas más duras a la teoría dominante del calentamiento global se plasmó en un libro tan influyente como polémico, que en español se tituló *El Ecologista Escéptico*, publicado en 2001 y traducido también a varios idiomas. Su autor, un joven académico danés (ex miembro de Greenpeace) llamado Bjorn Lomborg sostiene varias cosas: 1) no niega la existencia del calentamiento global, pero relativiza el efecto de los combustibles fósiles. Indica que las emisiones de anhídrido carbónico debidas a la quema de combustible fósiles han aumentado un 31 % desde la época pre-industrial, pero aclara que la mitad de esas emisiones son absorbidas y neutralizadas por los océanos y la vegetación. Acepta, en cambio, que la otra mitad podría potencialmente contribuir al actual calentamiento atmosférico, pero no puede estimarse aún cuál ha sido su efecto neto total; 2) considera que el clima del planeta es demasiado complejo para ser simulado a través de modelos incompletos de computación que simplemente reflejan los resultados que su constructor quiere obtener; 3) argumenta que tampoco se conocen los efectos directos e indirectos de la energía del sol sobre la temperatura del planeta; 4) cree que un incremento moderado de temperaturas no es totalmente perjudicial para la salud ni para las cosechas. En síntesis, Lomborg concluye que el calentamiento global no es ni de lejos el mayor de los problemas que debe enfrentar la comunidad mundial, y que conviene más invertir en medidas adaptativas que en

reducir el uso de combustibles fósiles, ya que es todavía una fuente relativamente barata y abundante de energía.

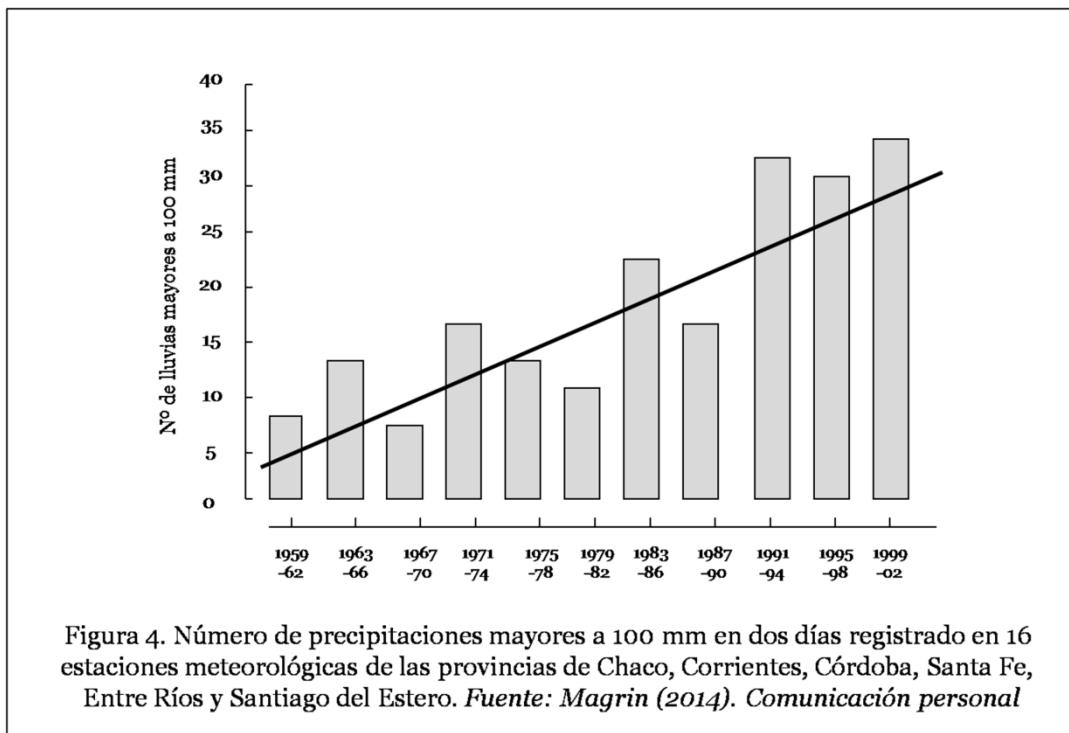
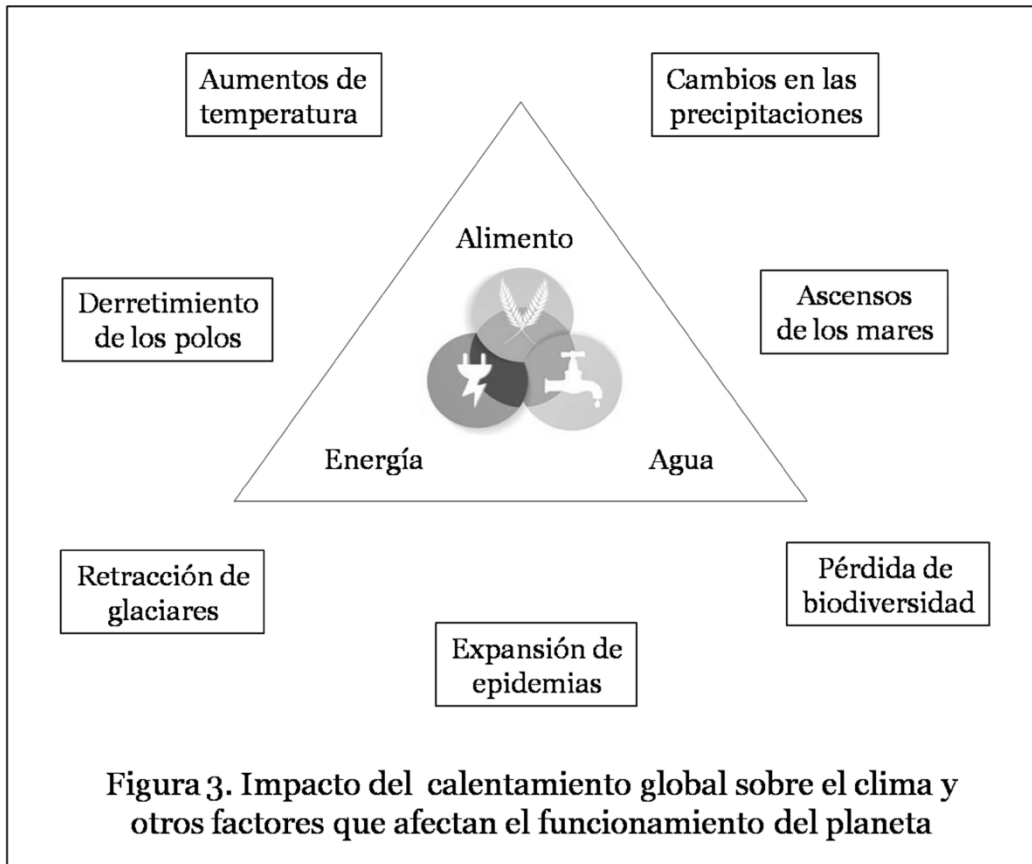
Impactos del calentamiento global

Numerosos estudios se han ocupado de estudiar los impactos pasados y las proyecciones futuras del calentamiento global sobre el planeta (Flannery, 2006) porque pueden afectar de manera muy significativa los sistemas vivos y la calidad de vida de los humanos.

Una síntesis de un conjunto de impactos que desvelan al hombre se presenta en la Figura 3, en la cual puede apreciarse que el calentamiento global tiene incidencia directa e indirecta sobre numerosos factores biofísicos que son parte esencial del funcionamiento de la maquinaria terrestre, como la temperatura, las precipitaciones, las superficies bajo hielo en los polos, la retracción de los glaciares de montaña y el nivel de los mares. Indirectamente, esos mismos factores influyen decisivamente sobre la biodiversidad del planeta y sobre la expansión de enfermedades y epidemias.

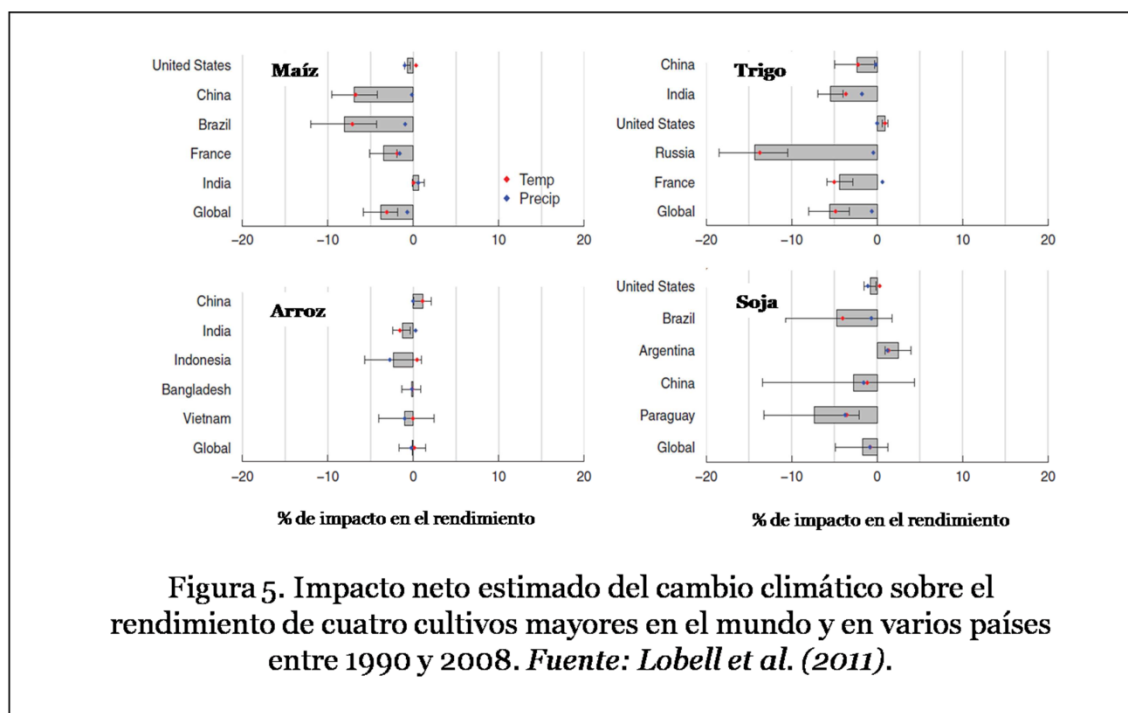
Los efectos más críticos y preocupantes parecen focalizarse en tres procesos clave de la naturaleza que inciden en la vida de los humanos y animales: el ciclo hidrológico, la producción de alimentos y la provisión de energía. Agua, energía y alimentos son tres factores fuertemente interrelacionados que sostienen el funcionamiento de las sociedades modernas. Cualquiera de ellos que se torne limitativo puede generar un colapso en una sociedad organizada.

Los impactos del calentamiento global sobre el clima son variados. El aumento de la temperatura media en distintas regiones del mundo es uno de los más evidentes (NOAA-GFDL, 2010). Pero también resultan afectados los patrones de distribución geográfica de las lluvias (IPCC-COP21, 2015).



Los varios modelos que predicen el comportamiento de las temperaturas y precipitaciones futuras, indican una proyección moderada de ambas variables. Más aún, mientras en otras partes del planeta se proyectan lluvias declinantes y sequías, los modelos disponibles predicen una estabilización o leve aumento para la región agrícola argentina para fines del siglo XXI (NOAA-GFDL, 2012), pero no para regiones semiáridas y áridas. Sin embargo, hay cambios significativos que ya se detectan. Las estadísticas de precipitaciones en varias provincias del centro y noreste de Argentina entre 1950 y 2002 muestran una tendencia al aumento en la frecuencia de eventos extremos (Figura 4) representado por la cantidad de días con lluvias superiores a los 100 mm (Magrin, comunicación personal).

¿Cómo impactan sobre los rendimientos agrícolas los cambios detectados en los patrones térmicos y pluviométricos que se registran en el planeta? Un conocido trabajo de meta-análisis de datos recogidos en distintas regiones del mundo (Lobell et al., 2011) presenta resultados bastante contundentes. En general, los cambios climáticos están produciendo caídas significativas del rendimiento de cuatro cultivos principales (maíz, trigo, arroz y soja) en distintas regiones del planeta. Es probable que el aumento de temperatura contribuya a acortar el ciclo biológico de los cultivos, reduciendo el tiempo de fotosíntesis y, por lo tanto, los rendimientos. Estos autores solo detectaron muy pocas excepciones, y quizás una de las más notables ha sido el aumento de aproximadamente un 5 % de los rendimientos de la soja en Argentina (Figura 5).



Se puede inferir que esta excepción sea el resultado de variaciones menores en los patrones térmicos y pluviométricos de la región pampeana, y de su interacción con un proceso de marcada incorporación de tecnología.

Ganadería y calentamiento global

En noviembre del 2006, publicada por Naciones Unidas y FAO (Organización para la Alimentación y la Agricultura), apareció una obra que inquietó al sector ganadero de muchos países, a una parte del mundo académico y científico, y a los propios medios de comunicación. La obra se tituló en inglés *Livestock's Long Shadow*, o sea, *La larga sombra de la ganadería* en español. Como indicaron los propios autores de la obra (Steinfeld et al., 2006), el informe evalúa el impacto del sector ganadero sobre los problemas ambientales del planeta en general, y sobre el calentamiento global en particular. Pone su foco tanto en el análisis de los problemas ambientales directos de la crianza de los animales, como en los problemas indirectos causados por la producción de los forrajes que los alimentan. Si bien los autores reconocen al sector ganadero como un jugador mayor en la creación

de producto bruto doméstico y de empleo rural, y como una fuente insustituible de proteínas, también lo muestran como uno de los dos o tres mayores causantes de los problemas ambientales que abruma al planeta, en especial del calentamiento y el cambio climático global.

Los autores de la obra hacen responsable al sector ganadero del 18 % de las emisiones totales de gases de efecto invernadero, cifra que incluso superaría a las emisiones propias de un sector tan gravitante como el del transporte. Incluyen en esa cifra al metano que se genera por fermentación entérica, al óxido nitroso que se libera con las heces y la orina, y al anhídrido carbónico que se emite por deforestación y desvegetación de tierras naturales. Le suman asimismo las emisiones de anhídrido carbónico debidas al cultivo de especies forrajeras, que incluyen el consumo de combustible fósiles utilizados en labranzas y cosechas, y la manufactura de los fertilizantes, plaguicidas y otros insumos agrícolas.

Un trabajo posterior de la FAO (Gerber et al., 2013), titulado *Tackling climate change through livestock* (Abordando el cambio climático a través del ganado), intentó morigerar la dureza del diagnóstico anterior identificando visiones alternativas y caminos de mitigación de las emisiones dentro de la propia industria ganadera. Los números de ese estudio recalculan las cifras y muestran una reducción significativa de las emisiones atribuidas a la ganadería (de 18 % a 14.5 %), pero responsabilizan a los bovinos de carne y leche más de un 60 % de las emisiones totales del sector ganadero. Casi un 40 % de esas emisiones es atribuido a la producción de metano y óxido nitroso, otro 45 % a la producción y procesamiento de alimentos forrajeros. El 15 % restante corresponde a emisiones generadas a partir del almacenaje y procesamientos de heces y desechos (10 %), y al transporte de productos animales (5 %). América Latina y el Caribe aparecen allí como las regiones que presentan los mayores niveles globales de emisión debidos a la producción de bovinos de carne y leche. El trabajo pone énfasis ahora en señalar caminos y enfoques técnicos destinados a mitigar el nivel de emisiones. Las alternativas sugeridas incluyen, entre otras, (i) aumentar el secuestro de carbono por parte de las praderas destinadas a la producción bovina, (ii)

cambiar los sistemas de alimentación, sustituyendo los forrajes fibrosos por alimentos concentrados y (iii) mejorar el procesamiento del estiércol favoreciendo el reciclado de los nutrientes en el suelo.

En términos energéticos, el metabolismo del rumen es muy ineficiente porque hay grandes pérdidas de energía en forma de productos residuales como el anhídrido carbónico y el metano, que se eliminan sin generarle ninguna ventaja nutricional al rumiante. Pero la ineficiencia energética del rumiante es compensada por su notable adaptación biológica a ambientes marginales donde otras especies domésticas no podrían sobrevivir. Los ambientes de pradera habrían favorecido ciertas adaptaciones anatómicas y fisiológicas en animales herbívoros que incluyeron cambios en la estructura y función del sistema digestivo. Esos cambios habrían sido la génesis de un mutualismo entre el animal y los microorganismos que se hospedaban en su sistema digestivo, ventaja que representó un importante salto evolutivo al permitir a los herbívoros adaptados dominar aquellos ecosistemas ricos en pastos fibrosos (Hoffman, 1986).

En la mayor parte de las tierras semiáridas y áridas del planeta (que suman casi un 50 % de la superficie continental), en las cuales los cultivos anuales y las pasturas de calidad son inviables o inciertas, y donde dominan los pastos fibrosos de baja calidad, las únicas especies domesticadas que pueden digerir estos pastos y convertirlos en proteínas de alto valor biológico (carne y leche) son los rumiantes. El rumiante es el único eslabón vital que provee seguridad alimentaria a los humanos en esas regiones (Orskov y Viglizzo, 1994). Remover esas especies significaría condenar a las poblaciones locales a una inevitable migración forzada o a la extinción. Y con ello se eliminaría el único medio para producir dos elementos vitales de la alimentación humana: la carne y la leche. La línea argumental que plantea erradicar a los rumiantes del planeta con el fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, pierde significado frente a la realidad de las regiones áridas y semiáridas.

Granos y emisiones

Las evidencias empíricas demuestran que, en promedio, una hectárea de un cultivo anual convencional (por ejemplo, la soja) puede emitir entre 5 y 10 veces menos gases de efecto invernadero que una hectárea ocupada por un bovino de carne (IPCC, 2006). Sin embargo, se arguye que cuando ese cultivo se fertiliza con nitrógeno, menos del 20 % del amoníaco incorporado como fertilizante nitrogenado es aprovechado por los cultivos; el resto se disemina en el ambiente. Una parte significativa de lo que no se aprovecha se emite a la atmósfera como óxido nitroso, que es un gas que tiene una potencia invernadero casi 300 veces más alta que la del anhídrido carbónico. Por otro lado, también se critica el impacto que tiene la agricultura en países en desarrollo en los cuales la frontera agrícola se expande a expensas de las tierras naturales ocupadas por bosques, especies leñosas, praderas y sabanas. Ese avance va ligado a una tarea intensiva de desvegetación previa que genera una emisión inevitable de grandes cantidades de carbono bajo la forma de anhídrido carbónico y otros gases de efecto invernadero.

También los biocombustibles caen dentro del cono de la crítica. Las razones que justifican su producción son simples: la primera razón es que pueden sustituir a los combustibles fósiles sin desventaja aparente. La segunda es que su síntesis se basa en reutilizar el carbono atmosférico (presente en el aire), sin recurrir al carbono fósil contenido en el petróleo y sus derivados. La tercera es una consecuencia de la anterior, y es que su efecto sobre las emisiones de gases invernadero es neutro, porque el carbono que se emite es el que se había extraído previamente de la atmósfera, sin sumar nuevos flujos provenientes del carbono fósil. Pero estos argumentos son causa de mucha controversia. Por ejemplo, el reconocido científico David Pimentel, de la Universidad de Cornell (EE. UU.), ha demostrado en sus estudios que el bioetanol de maíz, por ejemplo, utiliza 29 % más energía fósil de la que produce (Pimentel et al., 2008). Y que el biodiesel generado a partir de la soja y del girasol requiere para su síntesis, respectivamente, 27 % y 118 % más energía fósil de la que pueden producir. ¿Cómo realizó sus cálculos? Haciendo jugar la

energía fósil utilizada para producir fertilizantes y plaguicidas, y para motorizar las actividades de labranza, cosecha, molienda, transporte, destilación y distribución del producto.

Las organizaciones ecologistas enfatizan que el proceso que convierte los alimentos en carburantes es básicamente inmoral, porque mientras muchas poblaciones pobres sufren hambre, las sociedades ricas recurren a los alimentos para quemarlos como combustible. A la producción de biocombustibles también se le objeta que sus emisiones de carbono tienen un costo que se imputa a los países oferentes pero se descarga en los países demandantes, y que favorecen la conversión de tierras naturales en tierras agrícolas y el desplazamiento de poblaciones nativas (Demirbas, 2009). Quienes defienden la producción aducen que muchas de las críticas quedarán superadas por los progresos tecnológicos, ya que existen avances significativos en genómica, biotecnología, procesos químicos e ingeniería que permitirán producir, en pocos años, un nuevo paradigma en el campo de las biorefinerías. Por el lado de la genómica, se trabaja sobre la arquitectura de especies con alta producción de biomasa para lograr «plantas a medida», con lo cual se logra mejorar su capacidad de fotosíntesis y la respuesta al fotoperíodo. Asimismo, se procura reducir el período de latencia, postergar la caída de las hojas y mejorar su relación biomasa aérea-biomasa subterránea.

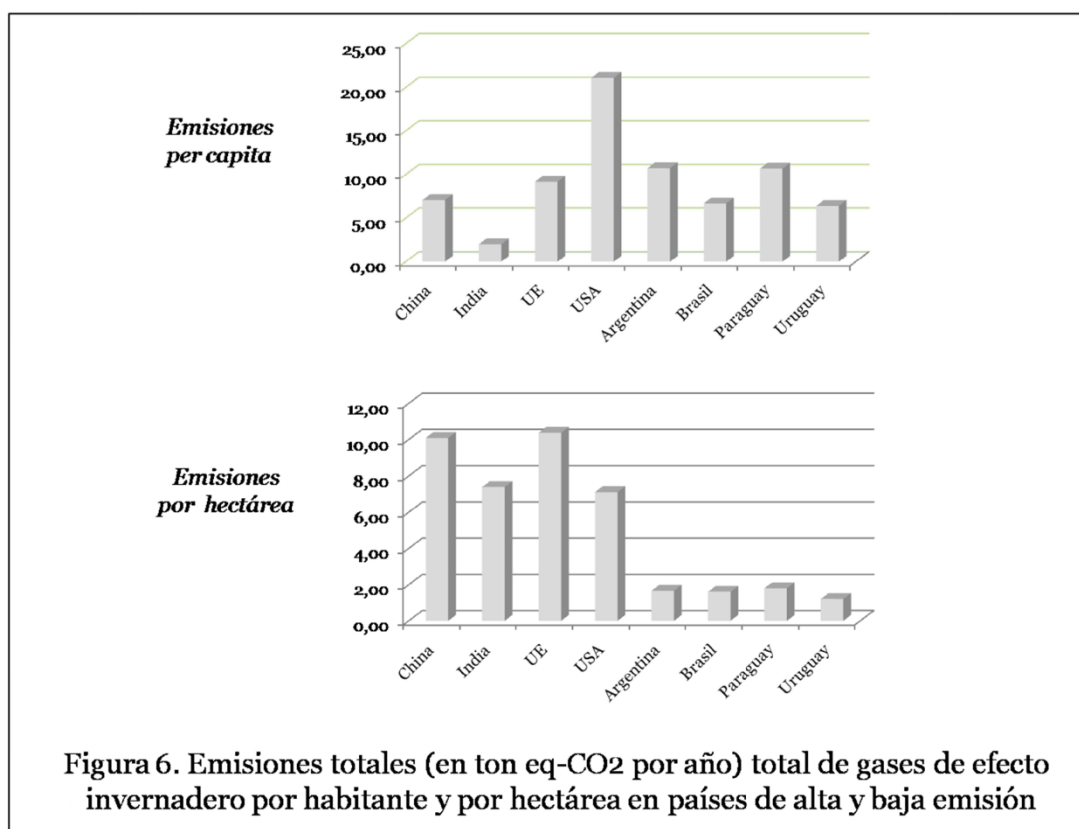
En medio de estas discusiones, aparecieron estudios que demuestran que solamente el etanol proveniente de la caña de azúcar puede generar un balance energético favorable a los biocombustibles, es decir, que el producto final libera más energía biológica que la consumida como energía fósil. Esta situación se da especialmente con el bioetanol de producción brasileña. Otros autores coinciden en señalar que los biocombustibles de segunda y tercera generación, o sea aquellos obtenidos por fermentación de residuos orgánicos (como el metano) existentes en los residuos orgánicos y basurales, tienen ventajas evidentes respecto a aquellos provenientes de los cultivos.

Quienes defienden el esquema sostienen que algunas tecnologías como la siembra directa o labranza cero revierten los efectos negativos de la agricultura sobre las emisiones de gases de efecto invernadero. La siembra directa minimiza el uso de combustible fósil en labranzas y contribuye a reducir las emisiones. No obstante, otros científicos sostienen que este método de labranza aumenta las emisiones de óxido nitroso, lo cual contrarresta la ventaja de usar menos combustibles de origen fósil. Otros críticos de la agricultura sostienen que la menor emisión de gases invernadero es relativa, ya que se ve contrarrestada por un mayor uso de plaguicidas y fertilizantes cuya manufactura impuso, en una etapa previa, una alta emisión debida a un consumo significativo de energía fósil.

Los números de la discordia

Como las estadísticas de emisión de gases de efecto invernadero de los países pueden ser «manipuladas» para representar realidades diferentes, es necesario prestar atención a lo que indican. Una forma habitual de presentar las emisiones anuales de distintos países es expresarlas en términos de kg de equivalente CO₂ por habitante. Si bien es legítimo hacerlo de esta manera, es necesario tener en cuenta que aquellos países que tienen una densidad demográfica más alta resultan beneficiados, independientemente de la cantidad bruta de emisiones generadas. Esto es resultado de dividir las emisiones totales por la cantidad de habitantes de los países evaluados. En el gráfico superior de la Figura 6 se puede apreciar que algunos países sudamericanos como Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay presentan, en promedio, emisiones per cápita superiores a las de países o regiones que son considerados fuertes emisores de gases de efecto invernadero, como China, India y la Unión Europea. Sin duda, esta es una forma sesgada de representar la realidad. Cuando esos mismos números son divididos por el número de hectáreas que poseen cada uno de esos países, la representación de las emisiones adquiere características muy distintas. En el gráfico inferior de la Figura 6, se puede apreciar que al valorar esas emisiones por unidad

de superficie, los valores que muestran los cuatro países del Cono Sur de Sudamérica son significativamente más bajos, hasta cuatro y cinco veces menores que los de China, India y Unión Europea. Esto merece especial consideración cuando lo que está en juego son negociaciones internacionales que pueden afectar los intereses internos de los países. En una negociación entre países donde se juegan intereses comerciales o de otro tipo, no es lo mismo aceptar que Argentina sea evaluada en términos de emisiones per cápita, que hacerlo en términos de emisiones totales o emisiones por hectárea. Las estadísticas manipuladas de manera inconveniente pueden acarrear resultados indeseables.



Replanteando el rol de los suelos

La erosión ha sido el problema histórico de los suelos, y ha sido causa de preocupación persistente en varias generaciones de científicos de la ciencia del suelo. No podemos ignorar que los suelos han estado y están sometidos a presiones antrópicas directas e

indirectas que han sido causa de erosión, pero que también van más allá de la erosión. Hoy percibimos impactos no previstos ni considerados décadas atrás. En respuesta a la gran expansión demográfica de los humanos, problemas como la seguridad alimentaria, la seguridad ecológica y ambiental, la seguridad hídrica, la seguridad energética y la seguridad climática se han colado e instalado en el centro de la escena. En ese contexto, el suelo deja de ser un simple proveedor de nutrientes y agua para las plantas, y pasa a ser una fuente de provisión de servicios ecosistémicos esenciales. Además de alimentos, fibras, bioenergías y materias primas, hoy se mira al suelo como un proveedor de otros servicios como el secuestro de carbono, el control del clima, la regulación de los flujos de agua, la provisión de hábitat, el ciclado de nutrientes, etc. Un rol ampliado exige abordar un entramado complejo de interacciones entre el suelo, el agua (superficial y subterránea) y la biomasa de las plantas y microorganismos. Los cambios en el uso y cobertura de las tierras, o sea, el pasaje de bosques y pastizales a pasturas y cultivos, implican la remoción de grandes volúmenes de biomasa que cambian la estructura y la funcionalidad del ecosistema y del propio suelo, por encima y debajo de su superficie. Es así que los suelos no son considerados, como antes, un componente aislado del ecosistema (Smith et al., 2016), sino como un centro en sí mismo donde convergen interacciones esenciales para la vida.

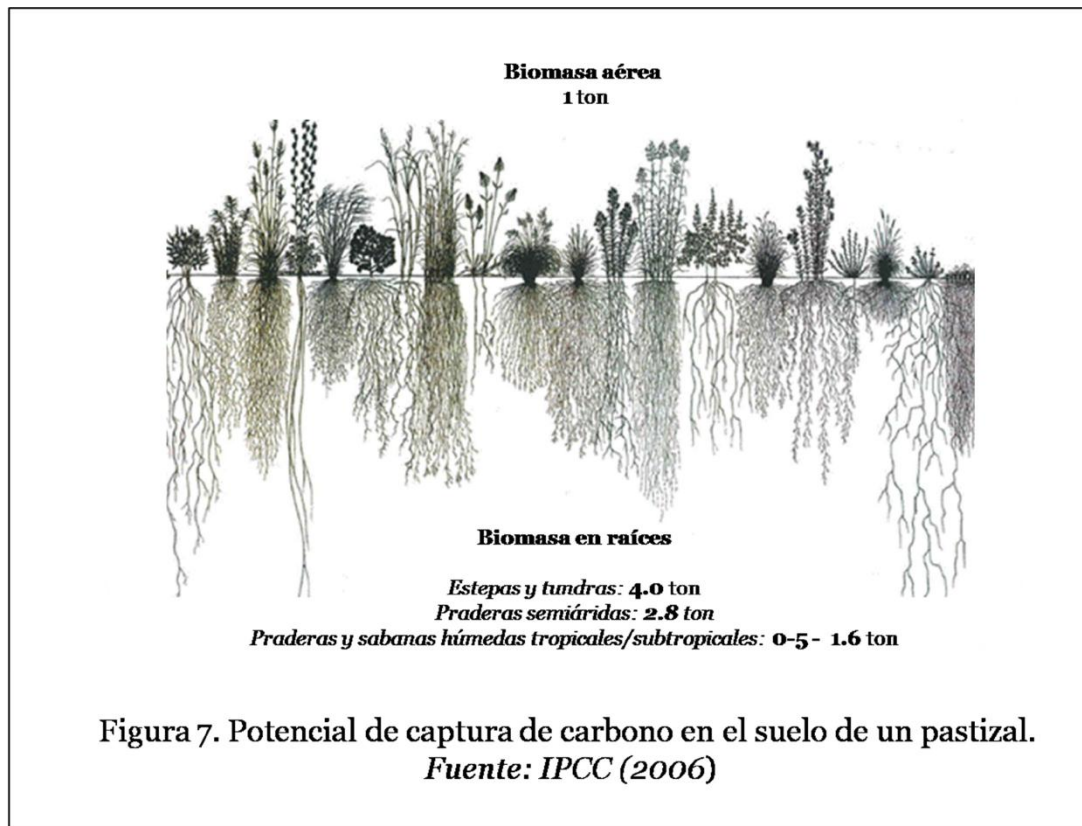
El carbono y nitrógeno adquieren hoy particular relevancia en los suelos, por ser éste una fuente de emisión de gases de efecto invernadero, como un sumidero que secuestra parte del anhídrido carbónico que se acumula en la atmósfera y calienta el planeta. Sabemos ahora que los suelos constituyen la principal reserva terrestre de carbono orgánico, la cual es tres veces mayor que la cantidad de carbono total que hay en la atmósfera, y 240 veces mayor que las emisiones de carbono fósil que se emiten anualmente en el planeta. Paustian et al. (2016) nos hablan hoy de hacer un manejo «climáticamente inteligente» de los suelos.

Las investigaciones emergentes y los desarrollos en la tecnología de la información como el uso de modelos de simulación y el análisis de

grandes bases de datos (*big data analysis*) permiten considerar a los suelos como un componente clave en las futuras políticas de mitigación del cambio climático. Se considera que los suelos contribuyen aproximadamente con un 37 % de las emisiones agrícolas de gases de efecto invernadero, principalmente bajo la forma de metano y óxido nitroso. En ese sentido, un suelo manejado de manera «climáticamente inteligente» es aquel que, sometido a prácticas agronómicas precisas, permite modular los ciclos del carbono y del nitrógeno de manera que entre ambos se genere una sinergia que favorezca al clima global. En términos más sencillos, implica controlar el balance de gases invernadero de manera que la captura (secuestro) exceda a las emisiones. La implementación supone generalizar prácticas conocidas como la incorporación de residuos vegetales, residuos vegetales carbonizados mediante el fuego (carbón vegetal), estiércol y otros desechos orgánicos como una vía para contrarrestar las emisiones debidas a la deforestación y desvegetación, a la producción agrícola y ganadera, y a la propia descomposición de la materia orgánica. Por lo tanto, la clave está en incrementar la fijación de carbono, reducir sus pérdidas, o combinar ambas a la vez. Varias tecnologías muy conocidas, como las labranzas conservacionistas, la incorporación de especies con un sistema robusto de raíces, o los cultivos de cobertura, mejoran el resultado de esa ecuación. La sinergia entre carbono y nitrógeno permite no solamente incrementar la fertilidad y la productividad de los suelos, sino también aumentar su diversidad biológica, reducir el escurrimiento de agua y la erosión, minimizar la contaminación, y actuar como un filtro moderador de los efectos del cambio climático.

Un concepto poco explorado en la ciencia agraria tradicional es que los suelos de bosques y pastizales naturales tienen gran parte de su biomasa acumulada en la zona de las raíces, es decir, debajo de la superficie. Es así que los ecosistemas nativos poco perturbados por el hombre poseen stocks de carbono subterráneo mucho mayores que los ecosistemas agrícolas, lo cual indica que los suelos tienen un potencial muy alto, y poco conocido, de secuestro de carbono. Asimismo, las evidencias científicas (IPCC, 2006) indican que los

pastizales pueden acumular debajo del suelo más carbono que el acumulado en la biomasa aérea, y este stock subterráneo tiende a ser más importante en las regiones marginales, como en las praderas y estepas semiáridas y áridas, y en las tundras. Esta estratificación es producto de una estrategia natural de los ecosistemas de pastizal que buscan garantizar su supervivencia evitando exponer sus valiosas reservas de carbono en la fracción más lábil a los rigores del clima, como es su biomasa aérea.



Conservar o regenerar esos stocks naturales es parte de un nuevo desafío científico, ya que son una potente alternativa para mitigar emisiones. La rehabilitación y restauración de las tierras marginales, muchas de ellas degradadas a través de los años, puede lograrse mediante la reintroducción de bosques y pasturas. Los suelos se convierten entonces en el centro focal de una cosmovisión novedosa de la agricultura que ha dado en llamarse «intensificación sustentable». Consiste, esencialmente, en mantener o aumentar los

rendimientos agrícolas de las tierras más productivas, liberando otras tierras con la finalidad de reconstruir una reserva de carbono y regenerar una nueva fuente de servicios ecosistémicos. Pero así como los suelos pueden actuar como sumideros de carbono, no poseen una capacidad demostrada para capturar y secuestrar metano y óxido nitroso, dos potentes gases con efecto invernadero que se suman al anhídrido carbónico. En esos casos, la clave no está en intentar capturar y secuestrar esos gases, sino en reducir su emisión a través, por ejemplo, del agregado de aditivos que inhiban bioquímicamente su generación.

La cadena agro-industrial: un escalón que agrega complejidad

Un problema generalizado en muchos productores rurales y asesores agronómicos es asumir que la producción agropecuaria comienza y culmina en el potrero o en la tranquera del establecimiento rural. En realidad, este eslabón es el primero dentro de una cadena que puede ser corta o larga de acuerdo a la trayectoria que sigue el proceso como un todo y que lleva al consumo final del producto. En la práctica, existen varios eslabones intermedios a través de los cuales se transporta, transforma y distribuye el producto hasta que, una vez consumido, llega en forma de residuo o desecho al basural de un municipio. Es ahí donde termina el ciclo de vida de un producto que se inició en el potrero o parcela de un campo.

En ese largo camino que va del potrero al basural ocurren muchas cosas. El producto primario (grano, carne, leche) es manipulado a través de eslabones que incluyen el transporte desde el campo hasta el lugar de concentración, el acondicionamiento y almacenaje del *commodity*, su fraccionamiento y procesamiento industrial, el embalaje o *packaging* del producto ya procesado, el transporte a centros de distribución mayorista, la clasificación y distribución minorista, la colocación en góndolas de supermercados y almacenes, la compra y transporte doméstico, el consumo comercial o familiar, el acondicionamiento de los residuos y su posterior transporte a los sitios de deposición final. En la jerga industrial, a esos pasos se los

simplifica diciendo que un producto se mueve «desde la cuna hasta la sepultura».

Es allí donde tiene cabida el concepto de *huella ecológica*. La noción de huella ecológica surgió a comienzos de la década de 1960 a partir de estudios pioneros (Wackernagel et al., 2002) en países desarrollados que tomaron nota de una aceleración del crecimiento económico, y un aumento paralelo del consumo per cápita y del uso de recursos naturales.

La huella de carbono es un componente importante de la huella ecológica total. Las estimaciones globales indican que la huella ecológica total de la humanidad (y naturalmente, la propia huella de carbono) no han dejado de crecer durante los últimos 40-50 años (Brown y Kane, 1994). La huella de carbono ha tomado considerable importancia a comienzos del siglo XXI, cuando la sociedad global se percató de que las emisiones de gases de efecto invernadero provocadas por el hombre tienen un impacto directo sobre el calentamiento global que sufre el planeta (IPCC, 2007).

La huella de carbono es una medida (intangibles al ojo humano) que procura cuantificar la cantidad de gases de efecto invernadero liberada a la atmósfera por los humanos. Comprende todas las actividades y procesos que integran el ciclo de vida de un producto o servicio, desde las materias primas utilizadas hasta el desecho final como residuo. De esta manera se busca informar al consumidor acerca de la contribución que hacen al calentamiento global del planeta. Es el componente que crece más rápidamente y genera mayor preocupación por sus efectos sobre el cambio climático.

La huella de carbono varía notablemente en función del desarrollo relativo alcanzado por países y regiones del mundo. Charles et al. (2010) han detectado diferencias significativas entre las economías desarrolladas y las economías en desarrollo. Como patrón general, mientras la emisión de carbono en las economías desarrolladas se concentra en el último eslabón de la cadena (abundantes desechos resultantes del consumo doméstico), en las economías en desarrollo se concentra en los eslabones de la producción primaria, el transporte

y procesamiento de los alimentos. Esta asimetría define el perfil definidamente consumista de las sociedades desarrolladas, y el perfil de baja eficiencia (debido a pérdidas en la cosecha, transporte y procesamiento) de las sociedades menos desarrolladas.

Principalmente en los países desarrollados, el problema de las huellas ambientales se evalúa dentro de un marco general denominado Análisis del Ciclo de Vida (ACV) de un producto, de un proceso o de un servicio. La noción de ACV no es nueva (Papendiek, 2010). Se originó casi simultáneamente en Estados Unidos y Europa durante la década de 1960. ¿En qué punto estamos? Hoy se tiende a la estandarización de métodos que puedan ser aplicados en todo el mundo. La valoración del ciclo de vida del carbono está regida todavía por criterios bastantes caóticos que dependen de los métodos aplicados. Los «contadores» de carbono permiten en cierto sentido manipular los números de manera que quien opera el sistema goza de una ventaja. Buena parte de la valoración de huellas en empresas está a cargo de auditoras y certificadoras privadas que aplican procedimientos que, en muchos casos, admiten críticas. Pese a ello, existen esfuerzos destinados a poner en caja y conferir objetividad a valoraciones que parecen tener una carga de subjetividad potencialmente elevada. Los avances más significativos se han producido en la industria agroforestal, en las cadenas de la soja y el girasol, y en los biocombustibles (principalmente biodiesel de soja), que tienen gravitación económica en el mercado mundial.

Es probable que en un futuro no lejano se incluyan a la agricultura, la ganadería y la agroindustria como sectores de la economía que deban reducir su huella de carbono, ya que sus emisiones de metano y óxido nitroso representan entre el 25 y el 30 % de las emisiones globales. Esto no favorece a los países en desarrollo que exportan productos agropecuarios, ya que en general el sector rural genera en esos países más de la mitad de las emisiones nacionales. El no cumplimiento de compromisos pactados los expone a presiones internacionales crecientes y a eventuales sanciones comerciales. Un peligro concreto que emana de estas sanciones es que ellas sean utilizadas por terceros países para justificar políticas de

proteccionismo comercial. El amplio abanico de herramientas y normas voluntarias (por ejemplo: ecoetiquetado en la Unión Europea) tendrán una notable incidencia en el mercado global. Impulsada por una creciente sensibilidad ambiental de las sociedades desarrolladas, ya no cabe duda de que la legislación internacional aumentará las exigencias de contralor ambiental sobre las empresas exportadoras. Pero la presión también provendrá de la competencia ejercida por las empresas ambientalmente proactivas, o sea aquellas que tratarán de aprovechar las oportunidades comerciales emergentes y obtener ventajas de posicionamiento en el mercado global (Jan, 2009).

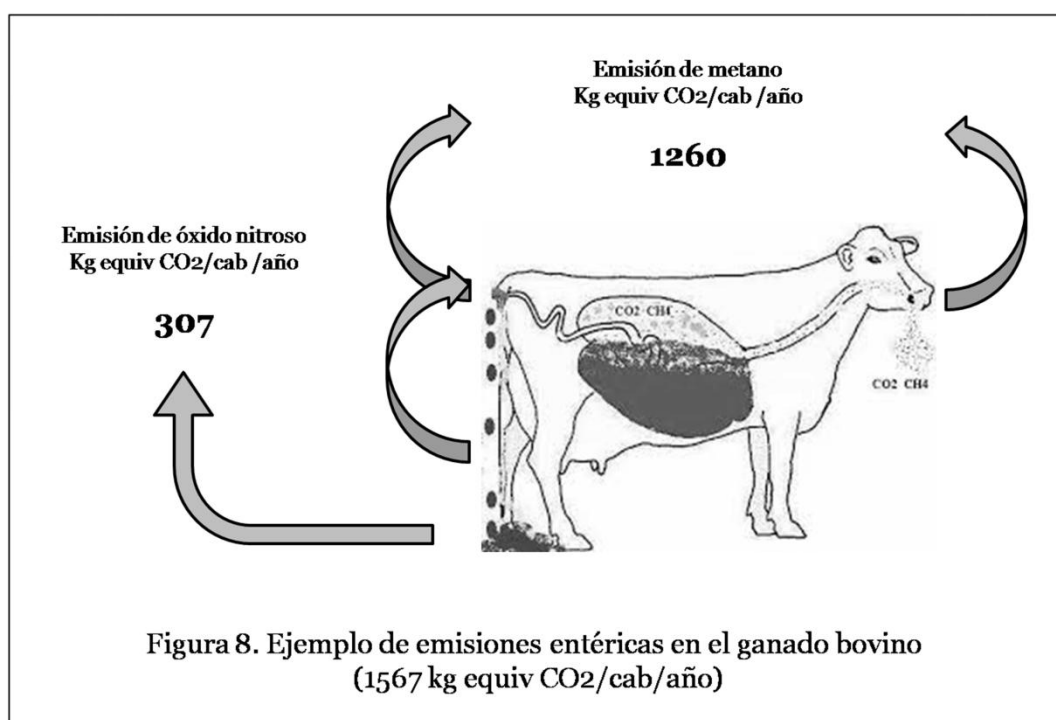
El agro argentino frente al desafío climático

La Cumbre Mundial del Clima (COP21) realizada en París a fines del 2015 nos planteó un dilema: los países deben detener el calentamiento global si quieren evitar una catástrofe climática de escala global. La consigna es mantener la temperatura media del planeta 1.5° C por encima de los registros preindustriales, y si aceptamos la visión dominante planteada por el IPCC, no hay otro camino que reducir las emisiones de carbono. Asimismo se acordó que tal esfuerzo no debe afectar la producción mundial de alimentos, lo cual ha sido una buena noticia para las economías en desarrollo productoras de alimentos.

Varios países se comprometieron a reducir de 30 a 40 % sus emisiones al 2030. Argentina fue a París con el compromiso de reducir las emisiones un 15 % respecto al nivel que tendríamos en el 2030 si continuáramos emitiendo a las tasas actuales. Debemos ser conscientes que por tamaño y diversidad territorial, la Argentina tiene un potencial de mitigación mucho más alto que otros países. Un compromiso mayor de nuestra parte favorecería nuestra reinserción en el mundo y nos alejaría del riesgo de una eventual penalización comercial.

Pero antes es necesario contextualizar el problema: el sector rural argentino emite solamente el 0,44 % de las emisiones globales (Inventario GEI República Argentina, 2012) pero por otro lado provee, grosso modo, un 24 % y un 15 % respectivamente de los granos y

carnes que se comercializan en el mundo. Reducir la producción de alimentos, y su provisión al mercado internacional, para mitigar las emisiones suena descabellado. Hay que buscar opciones. Los inventarios oficiales de la Argentina indican que el 50 % de las emisiones provienen del sector rural. La deforestación/desvegetación de tierras naturales, la ganadería y la agricultura aparecen como responsables, pero la deforestación explica la mayor parte de ellas.



Sin duda, de manera voluntaria o involuntaria, la ganadería también tiene sus culpas. Como señalamos antes, casi un 40 % de las emisiones del sector agropecuario argentino es atribuido a la producción de metano y óxido nitroso, producto del metabolismo digestivo de los rumiantes incorporados a los sistemas de producción. El 80 % de las emisiones de los rumiantes corresponde al metano (Figura 8). En términos comparativos, un modelo de ganadería extensiva con una carga animal de un equivalente vaca/ha/año, emite en promedio 5 a 10 veces más carbono que una hectárea de soja. Pero por otro lado, una hectárea de maíz de alto rendimiento, en siembra directa, puede capturar a través de su biomasa suficiente carbono para

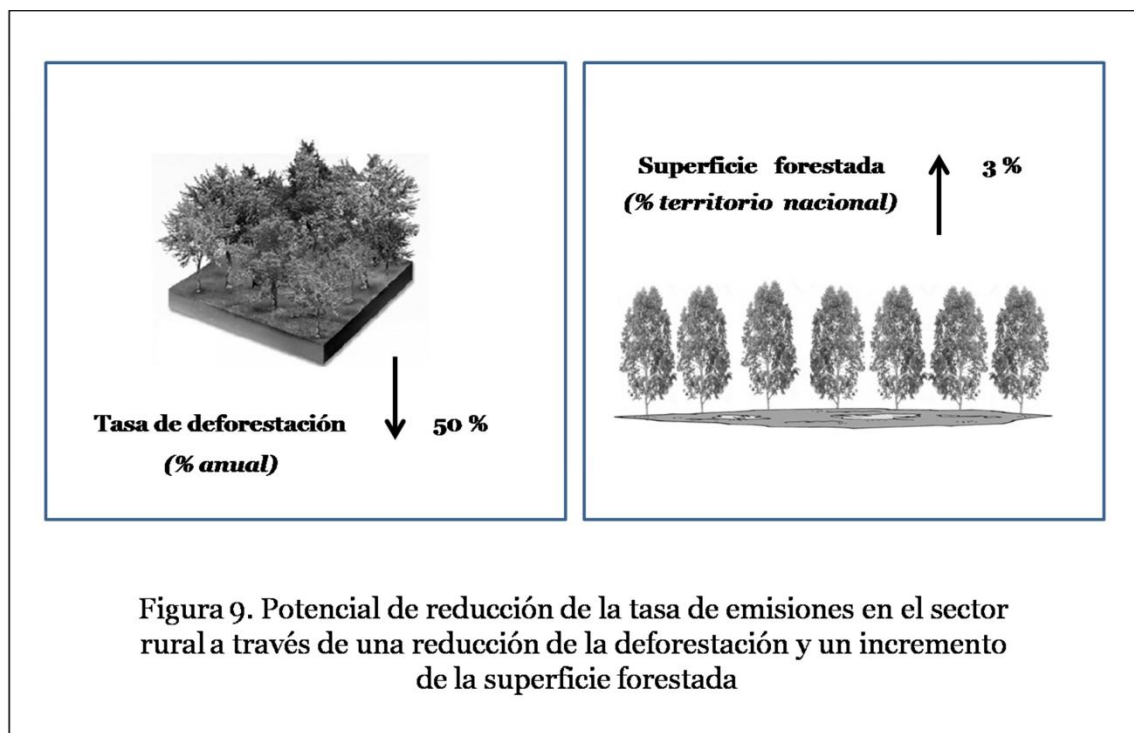
neutralizar las emisiones de la soja. De esta manera, si la soja y el maíz son alternados en una hectárea de cultivo, es posible generar un balance equilibrado de emisiones entre ambos cultivos. Solo se requiere alcanzar una rotación equilibrada (1 a 1) que compense las emisiones de un cultivo con el secuestro de carbono del otro. Cómo hacer para neutralizar las emisiones de la ganadería es la otra parte de la historia.

Si imaginamos un sistema hidráulico regulado por válvulas que permiten orientar el flujo de carbono en una dirección u otra, podemos admitir que nuestro sector rural puede accionar las válvulas para actuar como fuente que emite carbono, o como sumidero que lo captura. Encontrar un sistema de válvulas de emisión y captura no es posible en otros sectores de la economía como la industria o el transporte, que pueden emitir pero no secuestrar carbono. La clave está en los balances que puede manejar el sector agropecuario. Se reducirán las emisiones si el sumidero supera a la fuente emisora de carbono. Hoy en Argentina ocurre lo contrario.

¿Cómo accionar las válvulas para emitir menos? El sector rural argentino logró en las últimas dos décadas una adopción masiva de la siembra directa, lo cual permitió economizar grandes cantidades de combustible fósil. Sin embargo, hay dos cuentas pendientes para mitigar emisiones: la deforestación y la ganadería. Reducir la deforestación es el camino más directo para mitigar, ya que explica más del 40 % de las emisiones del sector rural. Poco se puede hacer para modificar el metabolismo de los rumiantes (bovinos y ovinos) ya que el sistema digestivo de estas especies genera emisiones inevitables que hoy son una constante fisiológica inmodificable. Pero sí se pueden encontrar otros mecanismos que capturen parcial o totalmente las emisiones ganaderas. ¿Cómo lograrlo? En este caso se trata de abrir las válvulas que permita llenar nuestros «silos de carbono» ¿Cuáles «silos»? Los árboles en crecimiento, los cultivos y las pasturas. La forestación es la opción más efectiva, pero también pueden hacer aportes muy significativos los cultivos de gramíneas (maíz, sorgo, trigo) y las pasturas asociadas a gramíneas perennes. En proporciones distintas, esos tres componentes combinados pueden

almacenar grandes cantidades de carbono tanto en la biomasa como en el suelo.

En síntesis, ¿cuál sería una política inteligente para descarbonizar el sector rural argentino? Cerrar tanto como sea posible las válvulas de emisión, y abrir las de captura de carbono. Si se llegara al 2030 con las mismas emisiones de hoy, pero si al mismo tiempo se redujeran las tasas de deforestación en un 50 %, y se forestara un 0,5 % extra de la superficie de Argentina, que se sumaría a lo ya forestado, el sector rural podría reducir entre 30 y 40 % sus emisiones, cifra similar a la comprometida por varios países en la COP21. Si en cambio se superara ese límite, y se lograra una superficie forestada del 3 % del territorio nacional, sería posible generar una economía agropecuaria carbono-neutral, es decir que el sector rural podría secuestrar integralmente el carbono que hoy es emitido en los distintos procesos productivos (Figura 9). Dentro de ese esquema, es necesario aclarar que no se incluyen en este cálculo las emisiones que genera el sector agroindustrial.



Para lograr tal objetivo es necesario implementar una política activa que promueva estos cambios mediante estímulos financieros, y es seguramente el Litoral Argentino la región forestal llamada a jugar un papel estratégico para enfrentar el desafío.

Referencias

- Brown, L., Kane, H. (1994). Full House: Reassessing the Earth's Population Carrying Capacity. Worldwatch Environmental Alert Series, Worldwatch Institute Norton, New York.
- Charles, H., Godfray, J., Beddington, J.R., Crute, I.R. et al. (2010). Food security: The challenge of feeding 9 billion people (Review). *Science* 327: 812-818.
- Fenner, K., Canonica, S., Wackett, L.P., Elsner, M. (2013). Evaluating pesticide Degradation in the environment: Blind spots and emerging opportunities. *Review. Science* 341: 752-758.
- Fudge, T. J., Markle, B.R., Cuffey, K., Buizert, C., Taylor, K., Steig, E.J., Waddington, E., Conway, H., Koutnik, M. (2016). Variable relationships between accumulation and temperature in West Antarctica for the past 31000 years, *Geophysical Research Letters* (doi: 10.1002/2016GL068356).
- Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A. & Tempio, G. (2013). Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, 115 pp.
- Gervais, F. (2016). Anthropogenic CO₂ warming challenged by 60-year cycle. *Earth-Science Reviews* 155: 129-135.
- Glatzle, A. (2014). Severe Methodological Deficiencies Associated with Claims of Domestic Livestock Driving Climate Change. *Journal of Environmental Science and Engineering B* 2, 586-601.
- Hoffman, R. R. (1986). Morpho-physiological evolutionary adaptation of the ruminant digestive system. In: *Aspects of Digestive Physiology in Ruminants* (A. Dopson & M. Dopson, editors). Cornell University Press, Ithaca (USA).
- IPCC (2006). Revised 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. In: *Reference Manual, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme* (eds. Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K.,

- Ngara, T. , Tanabe, K.), , Vol. 4, Chapters 2–7, pp. 2.1–7.24. IGES, Japan. Available at <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/>>
- IPCC (2007). Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Core Writing Team, Pachauri, R.K. and Reisinger, A. (Eds.) IPCC, Geneva, Switzerland.
- Lobell, D. B., Schlenker, W., Costa-Roberts, J. (2011). Climate trends and global crop production since 1980. *Science* 333: 616-620.
- Lomborg, B. (2001). *The Skeptical Environmentalist: Measuring the Real State of the World*. Cambridge University Press (Cambridge, UK), 506 pp.
- NCEI/NESDIS/NOAA (2016). <<http://www.ncei.noaa.gov/>>
- NOAA-GFDL (2010, 2012). <<https://gfdl.noaa.gov/>>
- Orskov, E. R. y Viglizzo, E. F. (1994). The role of animals in spreading farmers' risk: A new paradigm for animal science. *Outlook on Agriculture* 23: 81-89.
- Papendieck, S. (2010). La Huella de Carbono como Nuevo Estándar Ambiental en el Comercio Internacional de Agroalimentos: Informe Final. ATN/ME-9565-RG BIDFOMIN, 82 pp.
- Patzelt, G. (2014). Die nacheiszeitliche Klimaentwicklung in den Alpen im Vergleich zur Temperaturentwicklung der Gegenwart. *Schriftenreihe des Europäischen Institutes für Klima und Energie*, Band 3, S 3-19.
- Petit, J. R., Jouzel, J., Raynaud, D., Barkov, N.I., Barnola, J.M., Basile, I. et al. (1999). Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica. *Nature* 399: 429-436.
- Paustian, K., Lehmann, J.L., Ogle, S., Reay, D., Robertson, G.P., Smith, P. (2016). Climate-smart soils. *Nature* 532: 49–57.
- Pimentel, D., Marklein, A., Toth, M.A., Karpoff, M., Paul, G.S., McCormack, R., Kyriazis, J., Krueger, T. (2008). Biofuel Impacts on World Food Supply: Use of Fossil Fuel, Land and Water Resources. *Review. Energies* 1: 41-78; DOI: 10.3390/en1010041
- Smith, P., House, J. I., Bustamante, M., Sobocká, J., Harper, R. Pan G., West, P.C., Clark, J.M. et al. (2016). Global change pressures on soils form land use and management. *Global Change Biology* 22: 1008-1028.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wasshaar, T., Castel, V., Rosales, M., de Haan, C. (2006). *Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options*. FAO Publishing Management Service, Information Division. Rome, 377 pp.

Turney, Ch. (2007). *Huesos, Piedras y Estrellas: La Datación Científica del Pasado*. Editorial Crítica, Barcelona, 200 pp.

Wackernagel, M., Schulz, N.B., Deumling, D., Linares, A.C., Jenkins, M., Kapur, V., Monfreda, C., Loh, J., Myers, N., Norgaards, R., Randers, J. (2002). Tracking the ecological overshoot of the of the human economy. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 99: 9266–9271.

PREMIOS

Premio «Prof. Dr. Antonio Pires» 2015

Acto de entrega del Premio «Prof. Dr. Antonio Pires», versión 2015, de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, al Ing. Agr. CRISTIÁN F. AMUCHÁSTEGUI

Miércoles 19 de octubre de 2016

Palabras del Ing. Agr. RODOLFO G. FRANK, Secretario General de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria

Voy a hablar en nombre del Presidente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, el Dr. Carlos Scoppa, quien a último momento no pudo venir, pero quiere transmitir sus saludos y su pesar de no poder viajar a Rosario.

Venimos, como ustedes bien saben, a entregar hoy el Premio «Prof. Dr. Antonio Pires». El Dr. Pires fue médico veterinario, de origen muy modesto, y llegó a las máximas jerarquías en los aspectos académicos: fue profesor titular de Patología Quirúrgica en la entonces Facultad de Agronomía y Veterinaria, fue Decano de dicha facultad por tres años, cuando renunció en un momento en que la universidad fue avasallada y fue intervenida por un gobierno de facto. En esa ocasión renunciaron todos los decanos, siendo el Rector de la universidad el Dr. Julio Olivera, fallecido hace poco tiempo. El Dr. Pires fue designado miembro de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria durante la década del 50. En 1956-57 asumió como Presidente de la Academia, siéndolo durante tres períodos.

El premio se llama Antonio Pires por la permanente inquietud que tuvo el Dr. Pires por los problemas en la enseñanza, especialmente de la enseñanza superior. Estos días estuve repasando un poquito las publicaciones, los trabajos del Dr. Pires, y uno parece estar leyendo

cosas de hoy en día. En sus trabajos habla del problema de la financiación de la universidad, habla del problema de la deserción estudiantil, habla de los problemas de la creación de nuevas facultades; incluso en uno de los trabajos hasta menciona la necesidad de la acreditación de las universidades, cosa que recién desde hace unos años se hace en nuestro país; y eso fue escrito hace más de cincuenta años, a principios de la década del 60 del siglo pasado. Por eso se instituyó este premio en su homenaje y se lo llamó «Prof. Dr. Antonio Pires».

Y para terminar, me permito una pequeña reflexión personal. Estoy feliz de estar otra vez en Rosario y les voy a decir porqué. En Rosario cursé mi enseñanza primaria y secundaria. Mis padres vivían cerca de Rosario, a 80 km, en el campo. En ese momento las escuelitas de pueblo eran muy modestas, así que mis padres fueron muy drásticos y me mandaron a Rosario. Para mí fue bastante duro, porque venía a una casa con gente que prácticamente no conocía, que tenía un hijo de mi edad y también me sorprendieron los avatares de la política argentina.

En la primaria cambié dos veces de colegio; pero les aclaro que no fue porque me echaron. Mi familia es de origen alemán, y empecé los primeros grados en el Colegio Alemán, que —supongo que la mayoría de ustedes no recuerdan— estaba ubicado en España 150, frente al Colegio de los Salesianos. En 1945, después de haber terminado el segundo grado, a finales de la Segunda Guerra Mundial, Argentina declaró la guerra a Alemania y a las demás potencias del Eje, y los bienes de los alemanes fueron expropiados, incluido el Colegio Alemán. Eso fue la gran desesperación para mis padres. Todavía en febrero o marzo, poco antes del inicio de las clases, dijeron que las clases continuaban normalmente; pero resulta que cuando llego para cursar el tercer grado, dijeron «no podemos seguir por la situación producida».

Mi madre, de apuro, me anotó en una escuela fiscal, la Mariano Moreno. Pero a mis padres no los convenció mucho la enseñanza de la escuela fiscal. De modo que al año siguiente me anotaron en el Colegio

de los Hermanos Maristas, en Bv. Oroño, y ahí cursé el resto de la primaria y toda la secundaria. Y si no hice la carrera universitaria en Rosario fue simplemente porque en esa época no había Facultad de Agronomía en Rosario.

Por eso yo les digo, estoy feliz de estar otra vez en Rosario.

Ahora el Dr. Eduardo Gimeno, Presidente del Jurado, va a explicar por qué el Ing. Cristián Amuchástegui es el merecedor del Premio «Prof. Dr. Antonio Pires».

Muchas gracias.

Palabras del Presidente del Jurado, Dr. EDUARDO JUAN GIMENO

Sr. Secretario de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria

Sr. Presidente de la Bolsa de Comercio de Rosario

Sr. Director Institucional de la Bolsa de Comercio de Rosario

Sr. Rector de La Universidad Nacional de Rosario

Sra. Decana de la Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad Austral

Sres. Integrantes de la Bolsa de Comercio

Sres. Académicos, Colegas,

Señoras y Señores,

Nos reunimos hoy en Sesión Pública Extraordinaria para entregar el Premio «Profesor Dr. Antonio Pires», versión 2015. Debo agradecer muy especialmente a los integrantes del jurado que tuve el privilegio de presidir, los Académicos de Número Dr. Bernardo Jorge Carrillo, Dra. Nélide Virginia Gómez, Ing. Rodolfo Augusto Sánchez y el Dr. Enrique Leo Portiansky. La tarea del jurado fue ímproba y signada por un luctuoso acontecimiento: el jurado fue presidido durante varios años por el Académico Ing. Rolando León hasta que lo sorprendió la muerte en noviembre de 2015.

La pérdida repentina del Ing. León causó consternación en nuestra Academia y también entre sus colegas y alumnos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires. La Academia debió modificar la composición del jurado y nosotros, por nuestra parte, continuamos trabajando sobre una lista de candidaturas elaborada en principio por el Ing. León con el aporte posterior de los miembros del jurado y con la colaboración de otros académicos.

La Academia, entre sus múltiples actividades, discierne una docena de premios, según reglamentos establecidos y en diversos sectores de su campo científico específico. Dentro de ellos el «Premio Profesor Antonio Pires» tiene una larga tradición: fue instituido en 1994 y está destinado «a personas o a instituciones de descollante actuación en las

ciencias y actividades de investigación, educación o desarrollo en el área de ciencias agropecuarias». Fue otorgado en siete oportunidades distinguiendo contribuciones altamente relevantes de instituciones o personas, según consta en la página de nuestra Academia. Lleva el nombre de quien fuera un destacado profesor en las facultades de Veterinaria de La Plata y de Buenos Aires y presidente de nuestra Academia desde 1974 hasta 1985, al cabo de los cuales fue nombrado presidente honorario.

Desde el comienzo se destacó la candidatura de Cristian Federico Amuchástegui, un ingeniero agrónomo egresado de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires que el jurado eligió por unanimidad. Nuestra tarea fue convalidada por la Comisión de Premios y aprobada por el Plenario Académico también de manera unánime.

Analizando su hoja de vida nos enteramos de que está casado con Cristina Cabanellas, que es padre de seis hijos y tiene trece nietos. Los primeros pasos de su vida profesional consistieron en hacerse cargo de los campos de su familia en la provincia de Santa Fe, pero desde el principio se dedicó también a tareas «tranqueras afuera». Participó muy activamente en instituciones afines al sector agropecuario como el grupo CREA de Venado Tuerto, del cual terminó siendo presidente. También desde sus comienzos, el Ing. Amuchástegui participó en diferentes emprendimientos comerciales relacionados con el comercio de insumos rurales y de granos. Supo rodearse de socios competentes y entusiastas y, posteriormente, sus hijos pasaron a manejar las diferentes empresas del grupo familiar.

Ya establecido como empresario en el sector de comercialización de granos comenzó a trabajar en la Bolsa de Comercio de Rosario (BCR). Fue vocal titular y luego secretario de la mesa ejecutiva. En 1993 accedió al cargo de presidente de la BCR, puesto que ejerció por dos periodos continuos hasta 1997. Posteriormente asumió la dirección de la Cámara Arbitral. En el 2009 volvió a presidir la BCR por otro periodo hasta el 2013.

Durante la primera presidencia del Ing. Amuchástegui en la Bolsa (1993-1997) se creó el Departamento de Capacitación de la BCR a través del cual se dictan cursos presenciales y bajo la modalidad *on line* sobre materias relacionadas con los mercados que operan en esa institución como comercialización de granos, mercado de capitales, finanzas, futuros y opciones, charlas de actualización, etc. El Ing. Amuchástegui supo sembrar una semilla en el lugar apropiado y el momento justo: el Departamento de Capacitación de la BCR se ha constituido en una poderosa herramienta para la formación de expertos en mercados de capitales.

Sería muy largo enumerar los logros en los que contribuyó el Ing. Amuchástegui, como el Programa 6 Claves, que facilita la operación del sector granario en mercados abiertos y transparentes, los acuerdos de colaboración con el Centro de Corredores de Cereales de Rosario, el Mercado a Término de Rosario S. A. (Rofex) y con Argentina Clearing S. A. (ACSA). Fue así que, durante su gestión, se desarrolló junto con el Mercado de Valores de Rosario la negociación de cheques de pago diferido con garantía *warrants* y la negociación de cheques de pago diferido con garantía de contratos de compraventa de granos a fijar precio.

La consideración de sus logros sería muy extensa y, por otra parte, yo no estaría en condiciones de realizarla debido a mi falta de preparación en estos temas.

Existe una tendencia creciente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria de entregar los diferentes premios en el lugar de trabajo de los premiados. Por esa razón hoy tenemos el privilegio de desarrollar esta Sesión Pública en la centenaria BCR, circunstancia que agradecemos profundamente.

Solo me resta felicitar al Ing. Cristian Amuchástegui en nombre de la Academia, hacer entrega del Premio y dejar al Ing. Amuchástegui para que haga uso de la tribuna.

Muchas gracias por vuestra atención.

Discurso del Ing. Agr. CRISTIÁN F. AMUCHÁSTEGUI

Agradezco la presencia de todos ustedes y confieso que estoy doblemente emocionado. Una por el premio en sí, que fue totalmente inesperado; y otra por la presencia de ustedes, que me acompañan y me hacen sentir muy bien en este momento.

Quiero agradecer al Presidente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, el Dr. Carlos Scoppa, quien lamentablemente hoy no ha podido estar; al Ing. Rodolfo Frank, su Secretario General, que ha tomado la representación de la Academia en este acto y que fue profesor mío en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires; y también al Dr. Eduardo Gimeno, que ha tenido la gentileza de haberme otorgado este premio. Agradezco también al Presidente de la Bolsa, el Sr. Alberto Padoán, quien ha permitido este marco para la entrega de este premio. Muchas gracias a todos.

En primer término me quiero referir al mercado de granos y su importancia. El mercado de granos para mí es un privilegio que tiene la Argentina y voy a explicar por qué. Y para mí es de alto impacto en la economía y en la sociedad argentina. El mercado de granos, así como está establecido en la Argentina, genera una serie de conocimientos y de normas que permiten el desarrollo confiable de las transacciones de granos. En primer término, ofrece prácticamente en tiempo real el precio de los principales granos, *commodities*, que se están operando. Al mismo tiempo, a través del mismo comercio, se van desarrollando modalidades que terminan siendo, a través de los usos y costumbres, normas con las cuales estamos acostumbrados a operar. Simultáneamente, da datos de existencias, de los stocks de los productos y el volumen de las transacciones que se están realizando, También cuenta con estándares de calidad, que son de muchísima importancia para el comercio y que después son reflejados en disposiciones oficiales. Los estándares de calidad, en estos productos que son fungibles como los granos, que son alterados a través del tiempo, por condiciones de clima o de tratamiento en el transporte o

en los mecanismo de carga y descarga, establecen una base sobre la cual se está comercializando, e incluye bonificaciones y descuentos de las cuales son objeto los productos una vez entregados; todo lo cual, al estar estandarizado y ser conocido, las partes aceptan sin entrar en discusiones.

Eso hace todo un cuerpo que nosotros denominamos usos y costumbres; y que finalmente muchos de ellos están reflejados en normas oficiales para el funcionamiento de estos mercados. Estos mercados cuentan, a su vez, con un sistema de justicia alternativa que ofrecen las cámaras arbitrales, compuestas por árbitros legos, que representan a los distintos sectores de la demanda y de la oferta en partes iguales. Estos árbitros fallan cuando se produce un litigio en base a esos usos y costumbres, a las normas oficiales y conforme a su leal saber y entender; y así generan una justicia rápida y de bajo costo.

Esto ha llevado a que en el tiempo —estamos hablando de más de cien años desde que han sido creados—, se haya generado una muy baja litigiosidad en estos contratos. A mí siempre me causó asombro el hecho de que no hubiera más conflictos en estos temas entre quien entrega o quien transa en la compraventa de un cereal y quien luego lo recibe en destino, pese a que cuando llega hay diferencias seguramente en cuanto a peso, calidad o condición.

Pero voy a dar algunos datos para que vean la importancia de esta justicia rápida y de bajo costo. En el último ejercicio de esta institución, que terminó a fines de julio, se registraron 117.000 contratos de cereales y oleaginosos que representan 45 millones de toneladas. Ustedes piensen que cada camión carga 27 toneladas (saquemos la cuenta del tráfico enorme que se produce en este comercio). A pesar de estas cantidades, los incumplimientos que se han dado a través de ese período, fueron solamente seis casos concretos, de los cuales ya hay cuatro que tienen laudo. Y laudos por calidad, lo que se conoce como cotejo inmediato, donde ante una duda sobre calidad o condición se somete a expertos de la Cámara Arbitral; en ese período fueron 5.900, pero resueltos en el momento.

Esto hace que este comercio funcione normalmente, sin demoras y en base; otra característica de este comercio que hay que destacar es la palabra. Los negocios se hacen de palabra y los contratos vienen *a posteriori* de la operación. O sea, algo realmente inusual, comparado con otros sectores donde nada se negocia si no hay todo un sistema de papelería previo.

Creo que es un ejemplo de lo bien que funcionan estos mercados. Creo, además, y esto lo quisiera remarcar también, que para la Argentina es un privilegio tener estos mercados; cosa que nosotros no hemos visto en toda Latinoamérica y no hemos visto en muchos otros países del mundo. ¿Cómo hacen otros países cuando no cuentan con un mercado de concentración? Toman como referencia los precios de algún mercado de importancia internacional del cereal que quieren transar y sobre ese precio, que se obtiene en aquel mercado externo, hacen jugar una prima para poder determinar el precio interno. Esto hace que también haya inconvenientes, porque normalmente estos mercados de alto volumen y que son referencia mundial están ubicados en el hemisferio norte y, cuando hablamos de los países del hemisferio sur, estamos a contraciclo, es decir cuando acá se está cosechando allá se está sembrando y viceversa.

En la Argentina hay también una serie de productos, de enorme importancia económica, que no tienen mercado y que, así pienso yo, sufren las consecuencias de no tener un sistema organizado. Así es el caso de la producción de leche, de los cerdos, la producción de lanas, de las legumbres y de algún otro producto, que a pesar de tener una gran importancia en la economía, no cuentan con estos sistemas de funcionamiento confiable que tienen los granos.

Ya entrando en el tema de la capacitación, quisiera decir que hasta mediados de la década del 90, en la Bolsa —desde siempre— se organizaban y llevaban a cabo cursos o actividades de capacitación de manera asistemática, respondiendo a los requerimientos y a la demanda que la institución recibía de sus socios, de los operadores de sus mercados o de la comunidad, pero no de forma planificada y regular. Eran una actitud reactiva más que proactiva.

Simultáneamente, advertíamos que los mercados estaban cambiando, tanto el de cereales y oleaginosos como el de capitales. Hasta no mucho tiempo atrás, las actividades vinculadas a la comercialización de granos y de valores no requerían un rigor cognoscitivo y metodológico propio de las ciencias y la tecnología. Podría decirse que la comercialización tenía un cierto sesgo tradicional, logrado con el aprendizaje empírico del proceso comercial. Los usos y costumbres —que se transmitían de generación en generación— eran el abecé de los mercados, en particular del comercio de granos. Con familiarizarse con ellos y con la experiencia que se adquiría en el desarrollo diario de la actividad era suficiente para que un operador pudiera manejarse sin grandes dificultades en los mercados.

Entendimos en aquella oportunidad que una de las responsabilidades de la Bolsa era adelantarse a los acontecimientos previendo demandas futuras de formación y capacitación, planificar la manera de profesionalizar a nuestros operadores y de transmitir hacia afuera la razón de ser y la importancia de estos mercados formadores de precios. Consideramos que había que hacerlo en un proceso estructurado y con metas bien definidas. En otras palabras, asumir una actitud proactiva en la formulación del futuro.

Así fue que el Consejo Directivo tomó la decisión de crear un área específica en la Bolsa que se ocupara de estos temas. Surgió así el Departamento de Capacitación y Desarrollo de Mercados, algo nuevo en nuestro país. Para ser sinceros, no inventamos nada, supimos tomar ejemplos exitosos, en particular nos inspiramos en el modelo del Departamento de Educación del Chicago Board of Trade.

Al frente del nuevo departamento designamos a una joven y destacada profesional, la Licenciada en Estadística Gabriela Facciano, a quien la Bolsa envió a Chicago a tomar varios cursos y analizar la organización y funcionamiento del área de educación del principal mercado de productos agrícolas del mundo. Esa experiencia se volcó luego en un plan completo de capacitación.

En 1995 empezó a funcionar el Departamento de Capacitación de la Bolsa de Comercio de Rosario. Se inició con cursos y programas dirigidos a nuestros socios y operadores, una formación hacia adentro, para perfeccionar conocimientos y avanzar en nuevos instrumentos y estrategias operativas, y también para quienes se incorporaban a los mercados de la Bolsa para formarlos y entrenarlos.

Se diseñó un Programa Regular de capacitación, con cursos y programas de diferente duración distribuidos a lo largo del año. Fue un proceso apasionante y motivador, que tuvo gran acogida.

Desde 1996 a 2015 en este programa hubo 36.335 matriculados, a lo que habría que adicionar los asistentes a las actividades *in company* y a las conferencias y charlas sin cargo dictadas en la Bolsa y en el interior del país.

También en 1996, advertimos que existía un espacio muy pronunciado entre la formación académica que recibían los estudiantes de distintas carreras universitarias y el mundo de los mercados. Eso hacía que la salida laboral hacia los mercados bursátiles se les complicara a los jóvenes profesionales. Entonces pusimos en marcha el Programa de Formación dirigido a quienes aspiraran a una formación más profunda

El programa está dividido en tres etapas. En la primera, se beca a estudiantes universitarios de cualquier disciplina, con la condición de que tengan aprobadas más del 75 % de las materias de su carrera, y a profesionales recién recibidos. Estos alumnos (alrededor de 300 cada año) participan durante quince días de cursos de introducción a los mercados, uno sobre comercio de granos y otro sobre futuros y opciones, luego se incorporan otros sobre mercado de capitales y sobre mercado de ganado. Al cabo de esa introducción, se les toma un examen del tipo de selección múltiple sobre los conocimientos adquiridos.

Los mejor calificados en el examen ingresan en la segunda etapa del Programa de Formación, continuando con otra batería de cursos de un nivel más avanzado durante un cuatrimestre. Finalizada la formación, los participantes realizan un trabajo de investigación

sobre temas relativos a los diferentes mercados, instrumentos y productos, bajo la supervisión de un tutor asignado por la Bolsa.

Esos trabajos de investigación se presentan ante un tribunal, que evalúa no sólo el reporte escrito sino también la defensa oral que realiza su autor. Los trabajos que resulten seleccionados son editados por la Bolsa en una publicación denominada *Lecturas*, que tiene difusión nacional.

Algunas cifras sobre este programa que ya cumplió veinte años: los estudiantes universitarios que se inscribieron en el período fueron de 5.167, rindieron la 1ª Etapa 3.193, la cantidad de estudiantes becados fueron para la 2ª Etapa 591; hubo 170 trabajos de investigación presentados, también hubo 87 trabajos de investigación publicados y hay 19 ediciones del libro *Lecturas* (actualmente está en imprenta el de los trabajos correspondientes al Programa de Formación del año 2014).

Pero más allá de estas cifras, lo importante es destacar que una gran cantidad de los profesionales que culminaron este programa pasaron a desempeñarse en la propia Bolsa y en sus mercados. Todos los profesores actuales del Departamento de Capacitación y los principales funcionarios de los mercados fueron estudiantes que se iniciaron concurriendo a los cursos que dictó la Bolsa. Otros están hoy trabajando en empresas operadoras de los mercados de granos, de derivados y de capitales en Rosario, en Buenos Aires o en otros puntos del país. Varios han alcanzado destacadas posiciones en empresas internacionales y viven en el exterior. Y, finalmente, algunos crearon sus propias empresas operadoras.

Con el transcurso de los años, la propuesta educativa de la Bolsa incorporó una nueva forma de capacitación, el *e-learning*, modalidad educativa basada en el uso de tecnologías de redes y comunicaciones para diseñar, seleccionar, administrar y entregar la educación.

La parte crítica del *e-learning* son los contenidos, de ellos depende el éxito o fracaso de la transmisión de conocimientos. Los cursos *on line* de la Bolsa no son una simple virtualización de los cursos presenciales, en los que el alumno sólo lee en pantalla lo que podría

leer en papel. Sus contenidos se elaboran considerando una metodología didáctica a través de diferentes recursos pedagógicos: explicaciones, videos, clases virtuales, animaciones, cuestionarios interactivos, ejercicios de aplicación, foros de discusión, encuestas, etc.

La decisión de utilizar ese canal para ofrecer sus programas de capacitación se fundó en la búsqueda de nuevos medios para llegar a un público más amplio, diversificado y distante. Los cursos *on line* le permitieron a la Bolsa aproximarse a quienes, por cuestiones geográficas o de horarios, no podían asistir a sus cursos presenciales. Participaron de esta forma de capacitación un elevado número de alumnos del país y del exterior. Hoy la Bolsa dicta más de 25 cursos y programas diferentes cada año en forma presencial, pero las dos terceras partes de ellos también se pueden cursar *on line*, permitiendo al cursante usar el horario de su conveniencia. Cosa que es muy importante para quien vive fuera de Rosario o que está trabajando en el horario en que se dicta el curso.

Ya firmados los cursos regulares y los de formación, pensamos hacer conocer los mecanismos de comercialización y la importancia de los mercados, a las personas vinculadas a la producción, por lo tanto comitentes, para que con ese mayor conocimiento pudieran ordenar óptimamente sus deseos de comprar y vender.

Se diseñó así el Programa de 6 Claves, como un sistema de difusión, para aquellos que no conocieran en profundidad el sistema del comercio granario, por no ser operadores en él.

En qué medida contribuyó el Departamento de Capacitación de la Bolsa a modernizar y a profesionalizar el funcionamiento de los mercados es una pregunta imposible de responder. Pero no me cabe ninguna duda de que aportó a incorporar a muchísimos jóvenes al mundo bursátil, a evitar la obsolescencia de conocimientos, a adaptar instrumentos y modalidades de negocios a los cambios en el mundo y las crecientes y diversas demandas del mercado. Disminuye la tasa de rotación de personal, y permite entrenar sustitutos que puedan

ocupar nuevas funciones rápida y eficazmente. Por ello, siempre vi a la capacitación como una inversión para el futuro.

Para finalizar, quiero rescatar una frase que habla de la esperanza y de la importancia de estar siempre preparados para mejorar y aprender. Se trata de una frase de Martin Luther King, el religioso estadounidense, premio Nobel de la Paz y uno de los líderes en la defensa de los derechos y de la resistencia no violenta ante la discriminación racial. Él dijo una vez: «Si supiera que el mundo se acaba mañana, yo, hoy todavía, plantaría un árbol».

Muchas gracias.

Premio «Prof. Dr. Osvaldo A. Eckell»

Palabras del Presidente del Jurado, Dr. EDUARDO JUAN GIMENO

Sr. Presidente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Dr. Carlos Octavio Scoppa

Sr. Director de la Estación Experimental Bariloche del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Sres. Académicos, Colegas

Señoras y señores:

Nos reunimos hoy en Sesión Pública Extraordinaria para entregar, una vez más, el Premio «Prof. Dr. Osvaldo A. Eckell». Debo agradecer muy especialmente a los integrantes del jurado que tuve el privilegio de presidir, los Académicos de Número Dr. Bernardo Jorge Carrillo, Dra. Nélica Virginia Gómez, Dr. Enrique Leo Portiansky y el Académico Correspondiente Dr. Ramón Pedro Nosedá.

La Academia, entre sus múltiples actividades, distribuye una docena de premios, según reglamentos establecidos y en diversos sectores de su campo científico específico. Dentro de ellos el Premio «Prof. Dr. Osvaldo A. Eckell» tiene una larga tradición: fue instituido en 1975 por la Sra. Celina Vega de Eckell en memoria de su esposo y es administrado, desde entonces, por la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria.

El Dr. Osvaldo A. Eckell fue un médico veterinario que tuvo una descollante trayectoria desde sus tiempos de estudiante y a lo largo de toda su multifacética carrera: llegó a Coronel en el Comando de Remonta del Ejército, fue Profesor en La Plata y en Buenos Aires, dirigió la *Revista de Medicina Veterinaria* y realizó aportes científicos muy importantes referidos a clínica y patología en equinos y en bovinos. Fue Miembro de Número de esta academia durante veinticuatro años llegando a Secretario General, cargo que ocupaba al momento de su fallecimiento en 1974. En la página de la Academia [se puede leer on line](#) una biografía muy amena e interesante del Dr. Eckell.

El Premio Eckell tiene como objetivo reconocer aportes relevantes en el área de Patología y Clínica Veterinarias y se puede otorgar en dos modalidades: 1) a trabajos científicos originales realizados en el país, y 2) a personas que se hayan destacado en las especialidades mencionadas. Para cada convocatoria, siempre en años impares, el jurado determina la modalidad en que se convocará el premio y, además, determina la especie animal. Esta distinción fue otorgada en doce oportunidades, comenzando en 1976; la información completa sobre los [premios ya otorgados](#), también está en la página web de la Academia.

En esta ocasión la Academia sale de Buenos Aires para entregar el Premio Eckell, reafirmando una tendencia de años recientes que es llevar sus actividades a diferentes áreas geográficas, facilitando la interacción no solo con los premiados sino también con autoridades, colaboradores, familiares, estudiantes y con la comunidad en general. Hoy tenemos el beneplácito y el honor de ser recibidos en la Estación Experimental Agropecuaria Bariloche del INTA, un centro de investigación y extensión que ejerce sus actividades en la provincia de Neuquén y parte de la provincia de Río Negro. La EEA trabaja en varias áreas involucradas en actividades rurales: Producción Animal, Recursos Naturales, Recursos Forestales y Desarrollo Rural y constituye un pilar inestimable para el desarrollo de la comunidad en la región.

En el llamado del 2015, el jurado decidió convocar a trabajos sobre patología y/o clínica en todas las especies de animales domésticos. El llamado se limitó a Médicos Veterinarios o Doctores en Ciencias Veterinarias con residencia en nuestro país y graduados de instituciones de la Argentina. Las obras debían ser originales, publicadas o inéditas y realizadas en el país entre 2013 y 2015. La cantidad y calidad de los trabajos presentados requirió un arduo trabajo de los cinco miembros del jurado que, finalmente, eligieron de manera unánime el trabajo presentado por Agustín Martínez, Dale Gardner y Carlos Robles. Como es requisito y tradición en la Academia, el dictamen fue luego convalidado por el plenario académico, también de manera unánime. La contribución

seleccionada lleva por título: **«Intoxicación experimental por *Astragalus pehuenches*: caracterización histopatológica en ovinos»**.

Este trabajo se destaca por su originalidad, calidad científica y gran interés epidemiológico. El estudio analiza la intoxicación experimental por *Astragalus pehuenches* en ovinos y describe los hallazgos histopatológicos. El trabajo constituye una contribución importante para entender los mecanismos involucrados en el desarrollo de esta enfermedad dañina para la producción ovina.

Al momento de analizar los antecedentes de los autores descubrimos que el primer autor, Agustín Martínez, posee los títulos de Médico Veterinario otorgado por la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires en 2010 y de **Doctor en Ciencias Veterinarias** otorgado por la Universidad Nacional de La Plata en 2015. Durante sus estudios recibió becas de la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires y del INTA. A pesar de su corta carrera ya acredita varios trabajos publicados y presentaciones en reuniones científicas en el país y en el exterior. Participa activamente en reuniones científicas y registra actividades docentes de posgrado.

El segundo autor del trabajo es el Dr. Dale Gardner, un reconocido científico del Poisonous Plant Research Laboratory en Logan, Utah, en los Estados Unidos. El Dr. Gardner recibió los grados de BSc en Química en el Cedarville College y de PhD en Química Analítica en la Colorado State University. A lo largo de su carrera ha publicado alrededor de 300 trabajos referidos a la identificación de compuestos vegetales tóxicos en muestras de tejidos animales y vegetales.

Por su parte, el colega Carlos Alejandro Robles es Médico Veterinario graduado en la Universidad Nacional de La Plata y realizó su especialización en Patología Veterinaria en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Posee, además, el título de Master of Sciences in Tropical Veterinary Medicine de la Universidad de Edimburgo (Escocia). Acredita numerosos períodos de trabajo en el exterior: Dinamarca, Suecia, España, Chile, Canadá y Francia. Siempre con énfasis en Patología y Sanidad en Ovinos y

Caprinos. Actualmente es responsable del Grupo de Salud Animal del INTA Bariloche. Es Coordinador del Proyecto Nacional sobre Enfermedades de ovinos, caprinos y camélidos sudamericanos y responsable del Servicio de Diagnóstico de Sanidad Animal (SIRSA) para Patagonia Norte y Sur. Numerosos organismos nacionales e internacionales se han beneficiado de sus valiosas contribuciones como especialista en Sanidad Animal: entre otras SENASA, FAO, CONICET, FONCYT, FONTAR, CICPBA y universidades nacionales. Es autor de docenas de trabajos científicos publicados y presentaciones en reuniones científicas. También ha dirigido pasantes, becarios y tesis. Tiene una larga carrera como docente, tanto de grado como de posgrado. El Dr. Robles es un investigador consolidado que está realizando, a lo largo de muchos años, una encomiable tarea para su especialidad, para las ciencias veterinarias y para la sociedad a la que nos debemos.

Por todo lo antedicho, me complazco en felicitar a los autores del trabajo en nombre del jurado y de la Academia y, además, corresponde manifestar la alegría de todos nosotros al reconocer la tarea de colegas talentosos, y poder hacerlo en el marco de la rica tradición de este premio.

Si el profesor Eckell nos estuviera mirando seguramente se sentiría muy complacido al saber que su nombre, muchos años después de su partida, sigue estimulando a la profesión veterinaria y a la especialidad que tanto amó.

Hacemos extensivas nuestras felicitaciones también al resto del personal del INTA Bariloche y a los familiares de los premiados.

Seguidamente invitamos al colega Agustín Martínez a hacer uso de la tribuna.

Muchas gracias por vuestra atención.

Intoxicación experimental por *Astragalus pehuenches*: caracterización histopatológica en ovinos

A. MARTÍNEZ¹, D. R. GARDNER²,
Y C. A. ROBLES¹

¹ Grupo Salud Animal. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). CC 277 (8400) Bariloche, Argentina. E-mail: martinez.agustin@inta.gob.ar

² Poisonous Plants Research Laboratory, US Department of Agriculture Agricultural Research Service, Logan, UT, USA

Introducción

En el mundo, existen más de 2.500 especies de *Astragalus* distribuidas en todos los continentes excepto Oceanía y Antártida (Gómez-Sosa, 1979; CPVCS, 2014). Toxicológicamente, el género *Astragalus* se puede dividir en tres grupos: las especies que acumulan selenio, las que poseen nitrocompuestos y las que poseen un alcaloide indolizídico llamado swainsonina (Cook y col., 2009). Este último grupo, vulgarmente llamado *locoweeds*, ha sido estudiado ampliamente en Estados Unidos (James y col., 1970, Cook y col., 2011) y China (Chenchen y col., 2014), por ser una de las intoxicaciones que mayores pérdidas económicas produce en la cría extensiva de ganado en esos países (Stegelmeier y col., 2009).

En Argentina, hay registradas 70 especies del género *Astragalus* (CPVCS, 2014) y hasta el momento son tres las especies en que se han determinado concentraciones tóxicas de swainsonina: *Astragalus garbancillo* en el Noroeste Argentino (Micheloud y col., 2014), *Astragalus illini* (Martínez, datos inéditos) y *Astragalus pehuenches* en la Patagonia Argentina (Molyneux & Gomez-Sosa, 1991, Martínez y col., 2014). Si bien, desde principios del siglo pasado los pobladores rurales reconocen a estas especies como tóxicas (Ragonese, 1975; Califano y col., 2013), son escasos los

diagnósticos confirmados de intoxicaciones espontáneas. En el año 2000 fue reportado el primer brote de intoxicación a campo por *Astragalus pehuenches* en ovinos de la provincia de Río Negro donde fue afectada el 73 % de una majada compuesta por 300 madres (Robles y col., 2000). Recientemente, se diagnosticó la intoxicación por *Astragalus garbancillo* en dos ovinos de la Prepuna Salteña (Micheloud y col., 2014).

Para confirmar el poder toxigénico de una especie vegetal, es condición *sine qua non* la reproducción experimental mediante la administración de la planta a animales de la especie que es afectada en forma natural (Tokarnia y col., 2012). En ese sentido, y debido a que no existen registros de ensayos de la intoxicación experimental por *Astragalus* hallados en Argentina, se plantea realizar el presente trabajo que tuvo como objeto reproducir experimentalmente la intoxicación por *Astragalus pehuenches* en ovinos y describir los hallazgos histopatológicos.

Materiales y Métodos

Planta

En el año 2013 se cosecharon ejemplares de *Astragalus pehuenches* (Figura 1) en zonas rurales aledañas a las localidades de Los Menucos, Maquinchao e Ingeniero Jacobacci ubicadas en la Región Sur de la provincia de Río Negro (Figura 2).



Figura 1. Especímenes de *Astragalus pehuenches* utilizados para la intoxicación experimental en ovinos

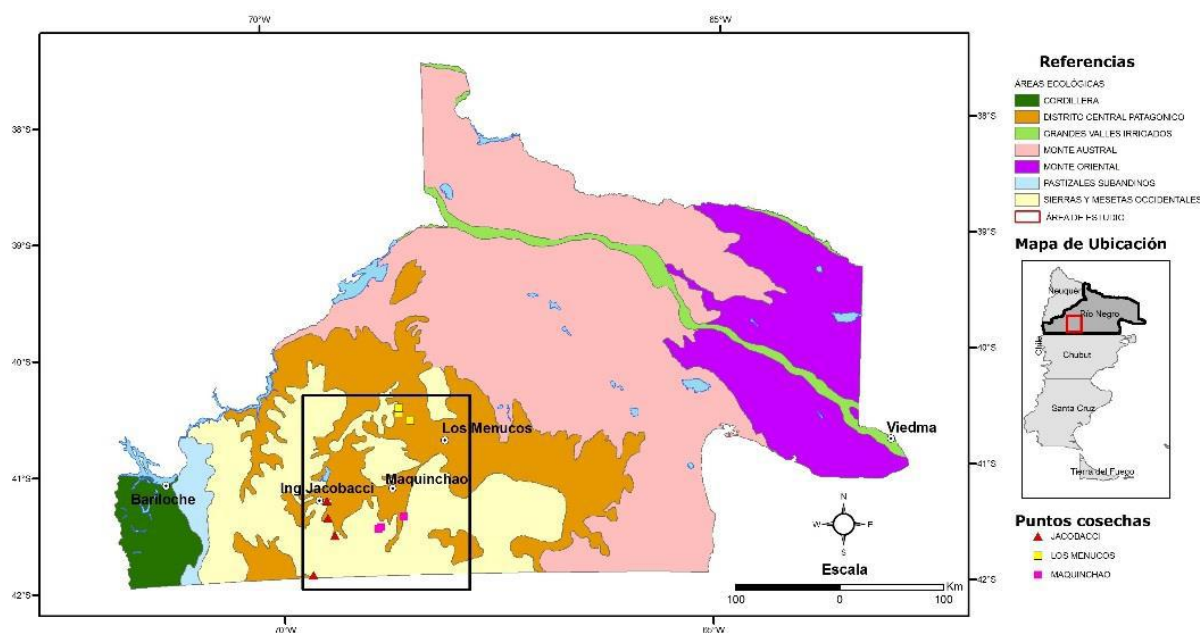


Figura 2. Mapa de la provincia de Río Negro y sus áreas ecológicas, indicando con el recuadro negro el área donde se cosecharon los especímenes de *Astragalus pehuenches*

El material recolectado se dejó orear a la sombra por 24-48 horas hasta su procesamiento, el cual consistió en separar los tallos (T) de las hojas, flores, frutos y semillas (HFF). Luego cada *pool* fue secado por separado en estufa con ventilación forzada a 55° C por 48 horas y el material fue triturado con un molino vertical con tamiz de 1 mm. El polvo obtenido se almacenó a temperatura ambiente en envases herméticos, al resguardo de la luz solar y humedad, hasta su análisis toxicológico y uso en la confección del alimento.

Muestras secas y molidas fueron enviadas al Poisonous Plants of Research Laboratory (PPRL) de Logan, Estados Unidos, para la detección y cuantificación de SW mediante cromatografía líquida de alta resolución con espectrometría de masa (HPLC-MS).

Un ejemplar entero se prensó en papel periódico y se envió al Herbario de la Facultad de Ciencias Agronómicas y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata, para el almacenamiento y la identificación botánica por parte del taxónomo Profesor Dr. Néstor Bayón.

Diseño experimental

Se utilizaron ocho ovinos hembra, raza merino, de 15 meses de edad con un peso promedio de 31,5 kg. Los animales se alojaron individualmente en corrales de piso de material de 8,75 m². Los animales fueron provistos por un establecimiento cercano a la localidad de Pilcaniyeu, los cuales nunca tuvieron acceso al consumo de *Astragalus pehuenches*.

Protocolo de intoxicación

Luego de un periodo de acostumbramiento de dos semanas, se procedió al inicio del protocolo de intoxicación con una duración de 54 días. Diariamente se administró, según grupo asignado «Locopellets»¹ al grupo tratado (GT, n=5) o alimento balanceado comercial al grupo control (GC, n=3). La cantidad de Locopellets administrado se calculó según peso del animal, contemplando alcanzar una dosis diaria de 2mgSW/kg/PV. Para satisfacer el requerimiento energético diario se administró pellets de alfalfa hasta equiparar el metabolismo de mantenimiento.

Estudios patológicos

En el día 54 los animales fueron eutanasiados y se realizó la necropsia evaluando alteraciones macroscópicas. Se tomaron muestras de SNC, hígado, riñón y útero. Todas las muestras obtenidas se colocaron en formol bufferado al 10 % por 48 horas, excepto el SNC que fue fijado por 7 días.

Para la evaluación histopatológica del SNC se realizaron cortes obteniendo secciones coronales determinadas según regiones y núcleos encefálicos seleccionados para su estudio (Peters, 2002).

¹ Locopellets: Alimento compuesto por 67 % de polvo de alimento balanceado comercial (Balansur®) y 33 % de polvo de *Astragalus pehuenches*, reconstituido en forma de pellet.

Tinción de hematoxilina y eosina (HE)

Las muestras fijadas fueron procesadas con las técnicas histológicas de rutina, siendo incluidas en bloques de parafina, cortadas con un espesor de 5 μm y coloreadas con la técnica de Hematoxilina y Eosina (HE) para la observación mediante microscopía óptica convencional. El grado de lesión se clasificó según la intensidad de vacuolización en nulo (0), pobre (1), moderado (2) y fuerte (3).

Técnica de microscopía electrónica de transmisión (MET)

Muestras de sistema nervioso central y tejido uterino se utilizaron para la observación mediante microscopio electrónico de transmisión. Las muestras cuboides, de 1 mm de lado, fueron fijadas en solución de glutaraldehído al 2 %, lavadas y posfijadas, deshidratados e incluidos en resina (Epon[®]). Posteriormente se realizaron cortes ultrafinos (60-90 nm), que fueron contrastados con acetato de uranilo y montados para la observación con microscopio electrónico JOEL 1210.

Técnica de lectinohistoquímica (LHQ)

La técnica de lectinohistoquímica permite establecer el patrón de distribución de los carbohidratos almacenados en las células de las regiones del SNC analizadas. Se realizó con cortes de 5 μm de tejidos previamente fijados e incluidos en parafina. El listado de las lectinas que fueron utilizadas está enumerado en la Tabla 1. Los cortes se clasificaron según la intensidad de coloración en nulo (-), pobre (+), moderado (++) y fuerte (+++). Como sistema de detección se utilizó el método basado en Estreptavidina-Biotina (DakoCytomation). Como cromógeno se utilizó 3,3' diaminobenzidina tetrahidroclorada (DAB) (DakoCytomation, Carpinteria, CA, USA). Se utilizó hematoxilina de Harris como coloración de contraste.

Tabla 1. Lectinas empleadas sobre muestras de SNC con su nombre completo y acrónimos, especificando los carbohidratos a las cuales son afines

| LECTINA | ACRONIMIA | AFINIDAD |
|-----------------------------|-----------|---|
| <i>Triticum vulgare</i> | WGA | β -D-GlcNAc; NeuNAc |
| <i>Succinil-WGA</i> | sWGA | (α -(1-4)-D- GlcNAc) ₂ |
| <i>Canavalia ensiformis</i> | Con A | β -D-Man; α -D-Glc |
| <i>Lens culinary</i> | LCA | α -Glc, α -D-Man |

Resultados

Hallazgos patológicos

A la necropsia, se observó abundante depósito graso subcutáneo, perirrenal y epicárdico, corroborando una óptima condición corporal sin observarse diferencias entre ovinos del grupo tratado y del grupo control. En ambos grupos no se observaron alteraciones en tamaño, color y consistencia de los órganos viscerales.

Hallazgos microscópicos

Sistema Nervioso Central

En los ovinos del grupo tratado se apreció un grado variable de vacuolización, cromatólisis y desplazamiento del núcleo de las neuronas hacia la periferia clasificado como *degeneración celular* con compromiso de neuronas. Se observaron diferentes grados de severidad en la vacuolización: i) en las células de Purkinje la cromatólisis fue total, con vacuolas coalescentes que formaban un aspecto de «burbujas» generando una disrupción total del citoplasma, produciendo cambios evidentes en la arquitectura celular, y ii) en neuronas del núcleo reticular medular, la cromatólisis fue más severa observándose dilatación del cuerpo neuronal (Figura 3).

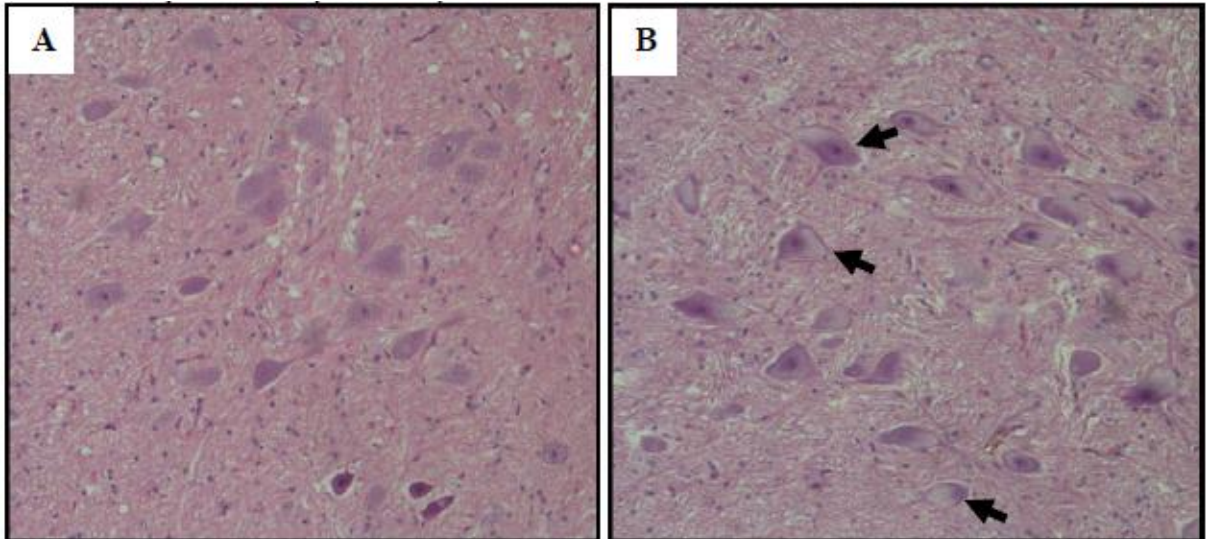


Figura 3. Núcleo reticular medular de un ovino del GC (A) y un ovino del GT (B). Nótese la severa vacuolización que ocupa gran parte del citoplasma y desplazó el núcleo hacia la periferia (flechas)

En cerebelo se observaron el árbol dendrítico y axones de las células de Purkinje aumentados de 2 a 3 veces en espesor, generando un cambio en la arquitectura de la capa molecular (Figura 4). Además se observó vacuolización de las células de Golgi y células granulares. En periferia a las neuronas de los núcleos profundos y en vecindad del soma de las células de Purkinje se observaron estructuras circulares eosinofílicas de diversos tamaños, clasificados como esferoides axonales y torpedos.

En el núcleo *gracilis* se observaron estructuras circulares eosinofílicas de diversos tamaños, clasificados como esferoides axonales (Figura 5).

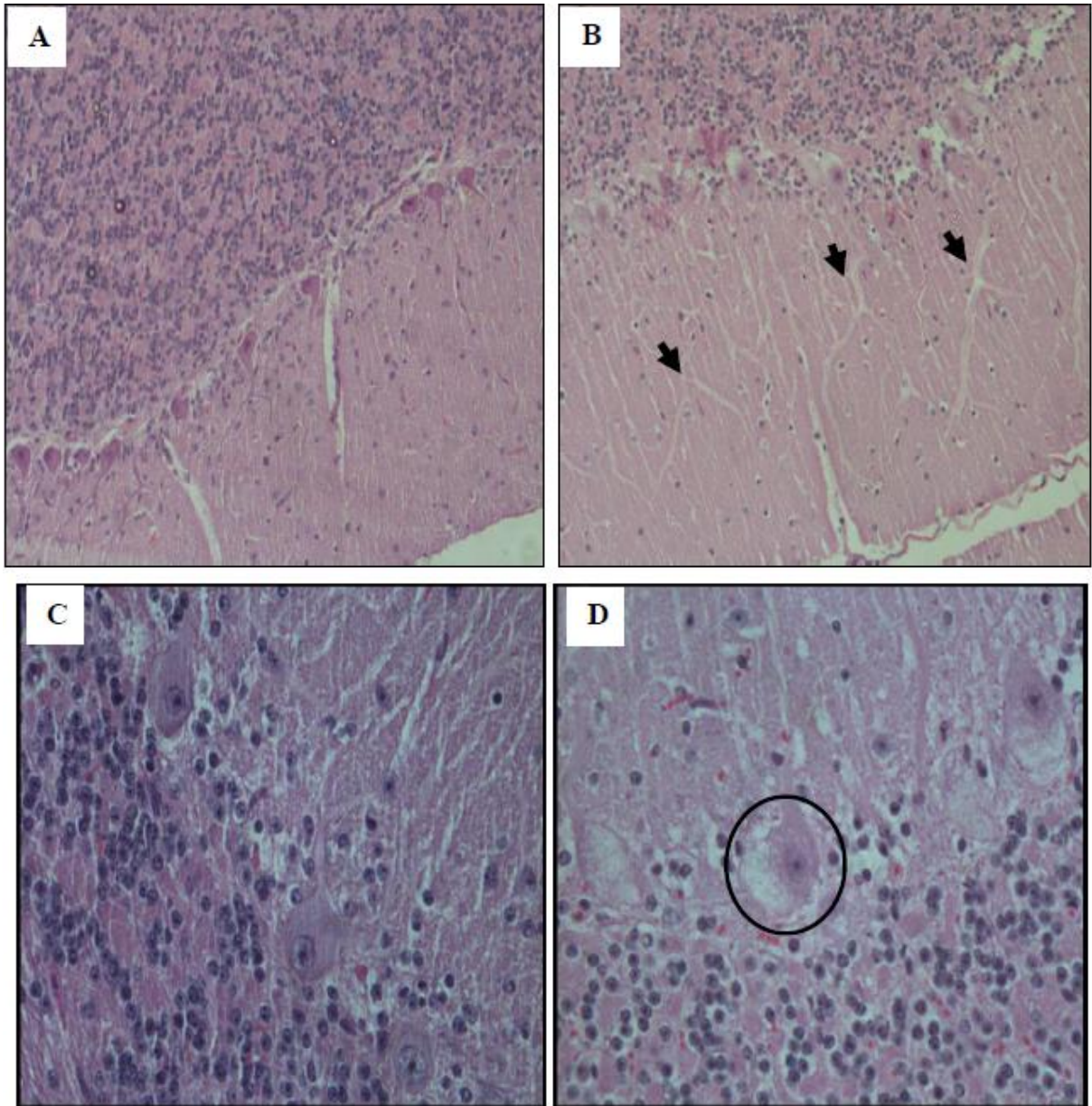


Figura 4. Corteza cerebelar en un ovino del GC (A) y un ovino del GT (B) nótese el cambio en la morfología de la capa molecular debido al aumento del espesor del árbol dendrítico (flechas). Células de Purkinje de un ovino del GC (C) y de un ovino del GT (D) la severa vacuolización ocupa todo el citoplasma desplazando el núcleo hacia la periferia (círculo)

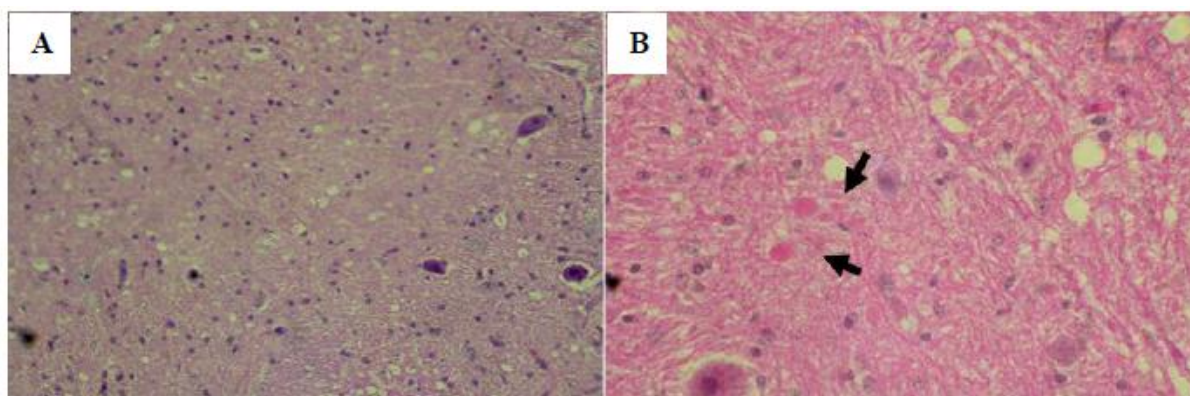


Figura 5. Núcleo gracilis de un ovino del GC (A) y un ovino del GT (B). Nótese la presencia de esferoides axonales (flechas)

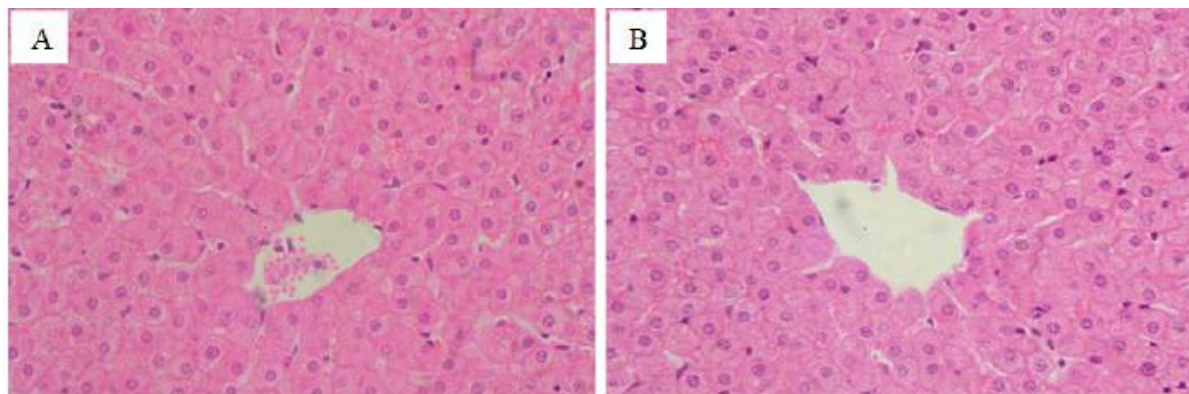
En los ovinos del grupo tratado, el grado de vacuolización varió de leve a moderada y severa según animal, región encefálica, núcleo encefálico y tipo de neurona. Las neuronas con vacuolización más severa fueron las células de Purkinje y las neuronas de la corteza motriz. En los ovinos del grupo control no se observaron lesiones en las regiones evaluadas (Tabla 2).

Tabla 2. Promedio del grado de vacuolización citoplasmática observada en diferentes áreas del SNC para los grupos de ovinos control e intoxicado por *Astragalus pehuenches*. Escala subjetiva: de 0 a 3 (Sin lesión a Lesión severa)

| NÚCLEO NERVIOSO EVALUADO | GRUPO | |
|--------------------------------|----------|----------|
| | GC (n=3) | GT (n=5) |
| Células de Purkinje | 0 | 2.6 |
| Núcleo profundo del Cerebelo | 0 | 2.2 |
| Corteza motriz | 0 | 2.4 |
| Núcleo <i>gracilis</i> | 0 | 2.0 |
| Núcleo cuneiforme | 0 | 1.75 |
| Núcleo hipogloso | 0 | 2.0 |
| N. dorsal del Vago | 0 | 1.25 |
| Núcleo reticular lateral | 0 | 1.75 |
| Núcleo reticular medular | 0 | 2.0 |
| Asta ventral de médula espinal | 0 | 1.6 |

Hígado

En este órgano no se observaron alteraciones evidentes en los animales de ninguno de los grupos del ensayo (Figura 6).



*Figura 6. Parénquima hepático de un ovino del GC (A) y un ovino del GT (B).
Nótese la ausencia de alteraciones evidentes en los hepatocitos*

Riñón

En los ovinos del grupo tratado, a nivel renal se observó vacuolización en las células epiteliales de los túbulos contorneados proximales de la corteza renal y los túbulos colectores principalmente de la región medular. El grado de la lesión fue severo generando modificaciones en la arquitectura celular. Los ovinos del grupo control no presentaron alteraciones renales detectables en la histología (Figura 7).

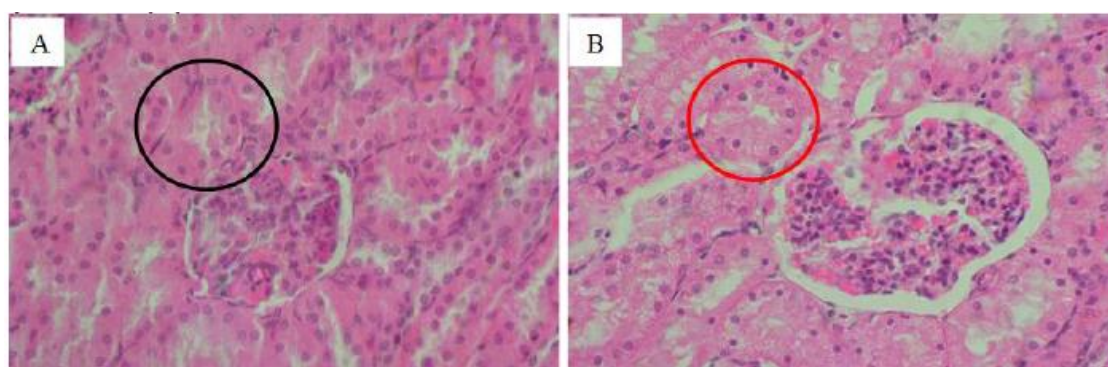


Figura 7. Tejido renal de un ovino del GC (A) y un ovino del GT (B). Se observa moderada vacuolización en células epiteliales de los túbulos contorneados proximales (círculo rojo)

Útero

En los ovinos del grupo tratado, se observó una vacuolización fina y generalizada en el epitelio endometrial y glandular, mientras que los ovinos del grupo control no presentaron alteraciones uterinas detectables en la histología (Figura 8).

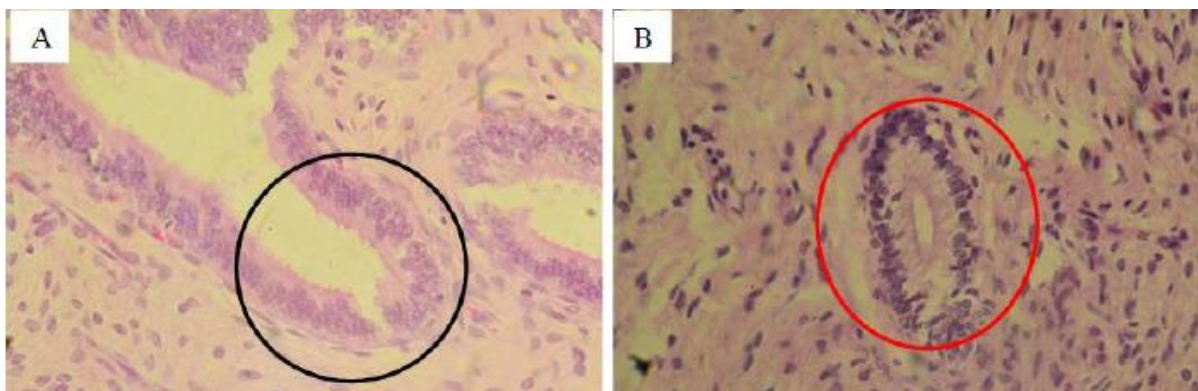


Figura 8. Glándulas uterinas de un ovino del GC (A) y un ovino del GT (B). Nótese la vacuolización en células glandulares (círculo rojo). Círculo negro: glándula normal

Hallazgos microscopia electrónica

Cortes semifinos

Sistema Nervioso Central

En cerebelo, se observaron con mayor detalle las vacuolas citoplasmáticas en las células de Purkinje de los ovinos del grupo tratado. En estas células se distinguieron numerosas vacuolas que ocupaban más de la mitad del espacio citoplasmático. En las muestras de los ovinos del grupo control, las células de Purkinje y las células estrelladas se observaron con el citoplasma homogéneo y sin vacuolización (Figura 9).

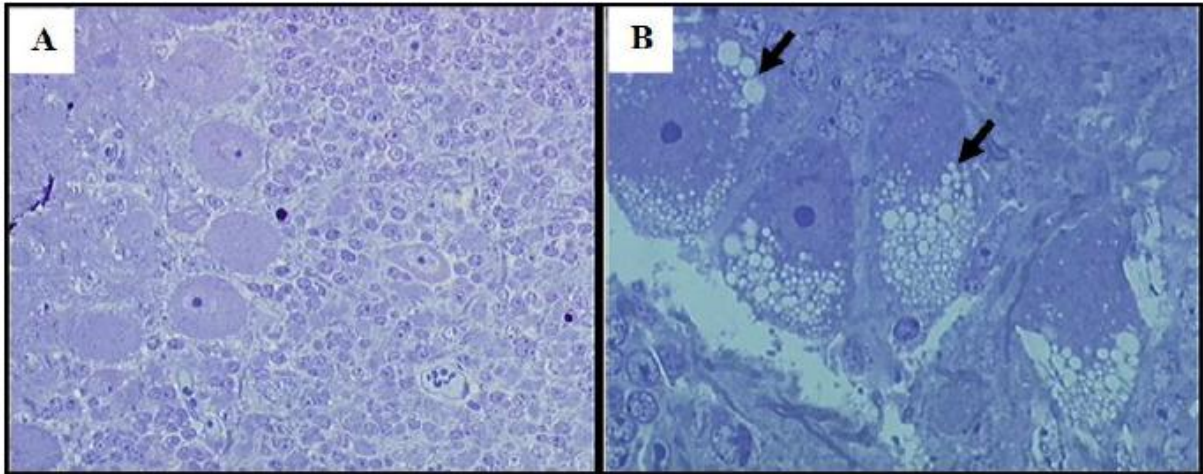


Figura 9. Células de Purkinje y estrelladas con citoplasma homogéneo y normal de un ovino del GC (A). Células de Purkinje con numerosas vacuolas citoplasmáticas (flechas) de un ovino del GT (B)

Útero

En ovinos del grupo tratado se observó un patrón de vacuolización principalmente en epitelio uterino. Sobre el borde apical del epitelio se apreció la ausencia de secreción; sin embargo, los gránulos de secreción se mantuvieron en cantidad y tamaño. En animales de control se observaron células cilíndricas con un componente con aspecto mucoso sobre el borde apical del epitelio (Figura 10).

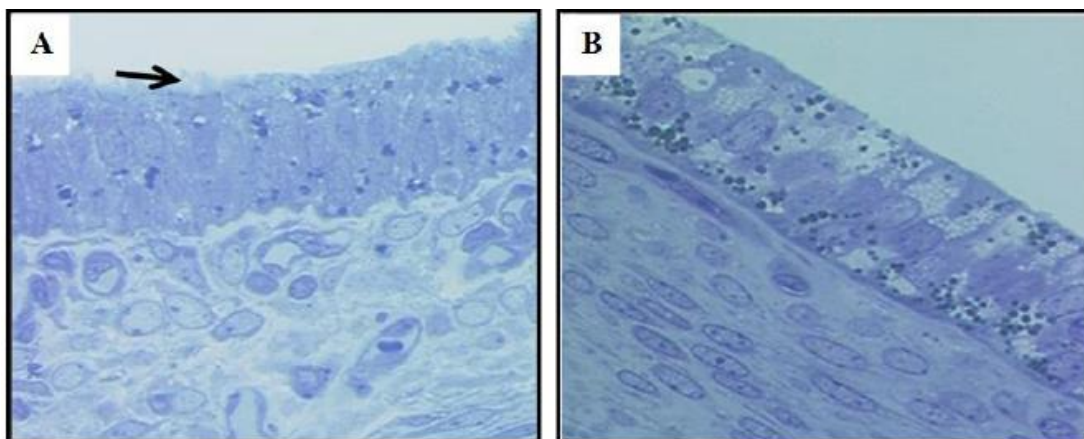


Figura 10. Epitelio uterino de células cilíndricas con citoplasma homogéneo y secreción mucosa (flecha) en un ovino del GC (A). Epitelio uterino con numerosas vacuolas citoplasmáticas de un ovino del GT (B)

Cortes ultrafinos

Sistema Nervioso Central

Ultraestructuralmente, en las células de Purkinje las vacuolas midieron entre 1-10 μm constituidas por una membrana simple. La mayoría de las vacuolas contenían material granuloso electrodenso en su interior correspondiente a fragmentos de membrana, sustancias amorfas o gránulos densos. Este patrón se observó en las células de Purkinje, células de la granulosa y astrocitos (Figura 11).

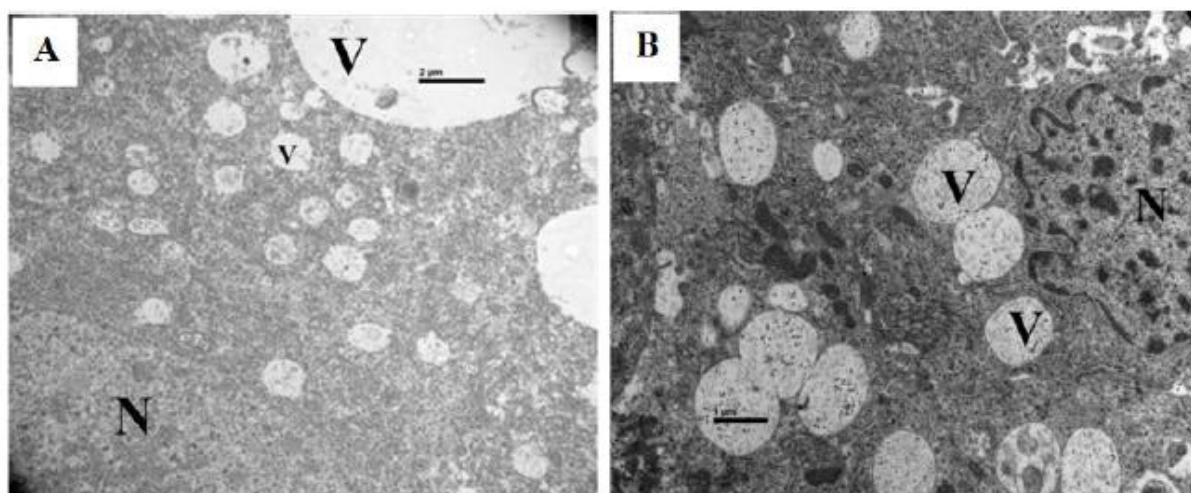


Figura 11. Célula de Purkinje de un ovino del GT (A) y astrocito de un ovino del GT (B). Obsérvese la gran cantidad de vacuolas (V) citoplasmáticas de diversos tamaños y algunas con material granular en su interior. Tanto el núcleo (N) como las mitocondrias se observaron con su estructura normal. MET

Resultados de lectinohistoquímica

En cerebelo de los ovinos del grupo tratado, se observó leve marcación con las lectinas LCA y sWGA en células de Purkinje y fuerte marcación en las neuronas de los núcleos profundos (Figura 12). Con la lectina RCA la marcación fue negativa y la lectina Con-A reveló un aumento de la marcación del fondo, sin apreciarse diferencias entre los ovinos del grupo control y grupo tratado para ambas lectinas.

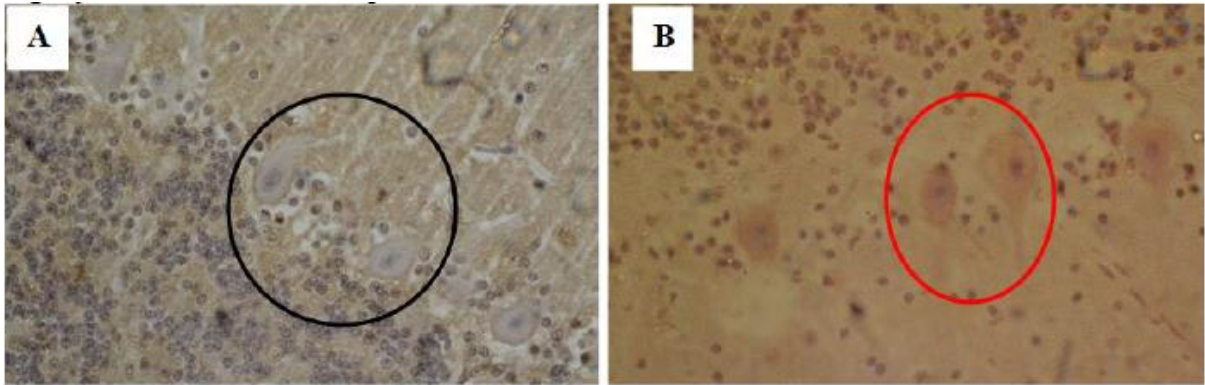


Figura 12. Células de Purkinje de un ovino del GC (A) y un ovino del GT (B). La moderada marcación de color marrón pardo representa la unión para la lectina LCA (círculo rojo). En neuronas de un animal control no se observó marcación (círculo negro). LHQ. Método estreptavidina-biotina, contraste con hematoxilina de Harris

En las muestras de médula oblonga de los ovinos del grupo tratado, las neuronas extrapiramidales del núcleo reticular medular fueron fuertemente marcadas en su citoplasma con las lectinas afines a α -manosa y N-acetilglucosamina (LCA y sWGA) (Figura 13). Las neuronas del núcleo hipogloso presentaron una marcación moderada con las mismas lectinas.

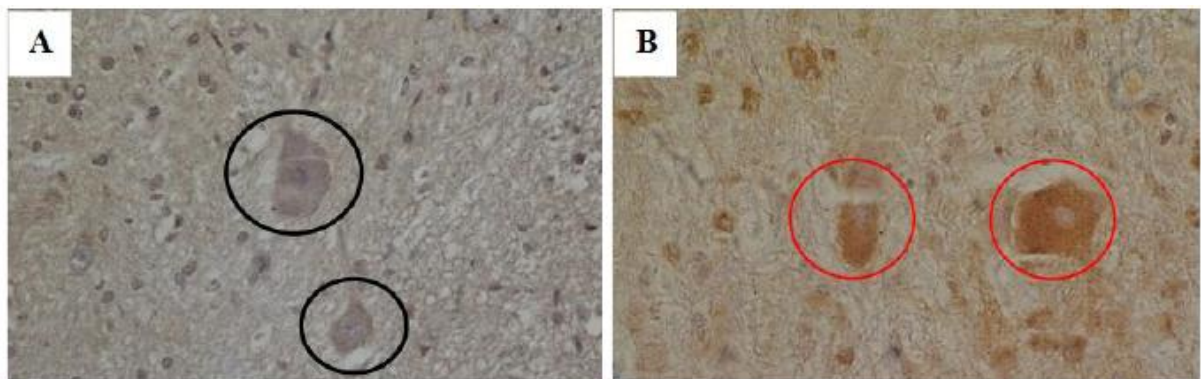


Figura 13. Médula oblonga de un ovino del GC (A) y un ovino del GT (B). La fuerte marcación de color marrón pardo representa la unión para la lectina LCA en neuronas (círculo rojo). En neuronas de un animal control no se observó marcación. LHQ. Método estreptavidina-biotina, contraste con hematoxilina de Harris

El grado de marcación con las lectinas utilizadas en diferentes grupos se detalla en la Tabla 3.

Tabla 3. Promedio del grado de marcación de las lectinas. Se observan las diferencias en la marcación según área del SNC evaluadas para los dos grupos de ovinos. Escala subjetiva: de - a +++ (Sin marcación a Fuerte marcación)

| LECTINA | NEURONAS EVALUADAS | GC | GT |
|---------|------------------------------|----|-----|
| LCA | Células de Purkinje | - | + |
| | Núcleo profundo del cerebelo | - | +++ |
| | Núcleo Hipogloso | - | ++ |
| | Núcleo Reticular Lateral | - | +++ |
| | Células de Purkinje | - | - |
| sWGA | Núcleo profundo del cerebelo | - | +++ |
| | Núcleo Hipogloso | - | ++ |
| | Núcleo Reticular Lateral | - | ++ |
| | Células de Purkinje | + | - |
| RCA | Núcleo profundo del cerebelo | - | - |
| | Núcleo Hipogloso | - | - |
| | Núcleo Reticular Lateral | - | - |
| | Células de Purkinje | ++ | ++ |
| Con-A | Núcleo profundo del cerebelo | + | ++ |
| | Núcleo Hipogloso | ++ | ++ |
| | Núcleo Reticular Lateral | ++ | +++ |

Ref. (-) negativo; (+) suave; (++) moderado; (+++) fuerte

Discusión

En el presente trabajo se logró reproducir experimentalmente la intoxicación por *Astragalus pehuenches* en ovinos con una dosis diaria de 2mgSW/kg/PV durante un período de 54 días.

Numerosos trabajos realizados con otras especies de *locoweeds* han demostrado que la intoxicación genera emaciación (James y col., 1970; Stegelmeier, 1999) y pérdida del estado y deterioro general en la apariencia del animal (Huxtable y col., 1982). Sin

embargo, en este estudio no se registraron los signos clínicos anteriormente citados, lo que coincide con lo reportado por Robles y col. (2000), quienes observaron abundante reservas grasas en ovinos afectados en casos de intoxicación natural por *Astragalus pehuenches*.

Microscópicamente, la vacuolización en sistema nervioso central, útero y riñón fue la lesión más significativa encontrada en los ovinos intoxicados. A nivel del sistema nervioso central esta lesión varió en tipo e intensidad según el tipo de neuronas evaluadas. Las células de Purkinje fueron la principal población neuronal afectada tanto por intensidad de la lesión y tipo de vacuolización. Tanto los resultados histopatológicos a nivel de sistema nervioso central como renal coinciden con las lesiones observadas en el caso natural ocurrido en el año 2000 (Robles y col., 2000), en ovinos intoxicados experimentalmente con *Astragalus lentiginosus* y *Oxytropis sericea* (Van-Kampen y col., 1971; Stegelmeier y col., 1999) y en otras α -manosidosis adquiridas (de Balogh y col., 1999; Driemeier y col., 2000).

La caracterización realizada en forma detallada de las lesiones en diferentes núcleos encefálicos del SNC podrían ser utilizados para la determinación de qué muestras son las más apropiadas para ser tomadas para el estudio a nivel histopatológico. Por ejemplo, una muestra de cerebelo, otra de corteza frontal y de médula oblonga a la altura del óbex fijadas en formol, serían suficientes para confirmar un diagnóstico presuntivo de intoxicación por *Astragalus* u otro género de plantas que contiene swainsonina.

A nivel regional, la severa vacuolización en las células de Purkinje podría ser considerada de significancia diagnóstica. En la Patagonia argentina, la ausencia de enfermedades exóticas productoras de vacuolización en neuronas como scrapie y encefalopatía espongiiforme bovina (EEB) (Schudel y col., 1997), y la ausencia de otros géneros de plantas que produzcan enfermedad de almacenamiento lisosomal como *Ipomoea spp*, *Sida spp*, *Oxytropis spp*, nos permiten proponer a esta lesión como lesión

patognomónica en la región, para la intoxicación por plantas del género *Astragalus spp.*

Las lesiones encontradas en el útero son consideradas un hallazgo novedoso. Si bien el aspecto reproductivo de la intoxicación ha sido estudiado a nivel placentario (Armien y col., 2011), por sus efectos estrogénicos (James & Foote, 1972), abortigénicos (van Kampen y col., 1971), y teratogénicos (James, 1975), el útero no había sido producto de estudio con anterioridad al presente trabajo. Las lesiones caracterizadas por vacuolización fueron observadas en epitelio uterino y células epiteliales de la glándula endometrial. El útero tiene implicancia a lo largo de todo el período gestacional tanto en la implantación embrionaria, en el desarrollo placentario y luego en la expulsión del feto. En los ovinos del grupo tratado fueron observados, mediante microscopía óptica y electrónica, modificaciones morfofuncionales en células epiteliales uterinas. Estas modificaciones podrían alterar el normal desarrollo y desenlace de la gestación, que podrían explicar las pérdidas gestacionales que son imputadas en la intoxicación por plantas con swainsonina (James & Foote, 1972).

El patrón de marcación de las lectinas coincide con reportes anteriores, confirmando que existe material glicosilado acumulado en el citoplasma celular y que este material está principalmente constituido por compuestos ricos en manosa y N-acetilglucosamina, según la unión específica de lectinas como LCA y sWGA, respectivamente. De esta forma se corrobora la utilidad de utilizar la lectinohistoquímica para la confirmación de α -manosidosis adquirida (Alroy y col., 1985; Driemeier y col., 2000).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo confirman que *Astragalus pehuenches* produce una enfermedad de almacenamiento lisosomal similar a la que se produce por el consumo de otras especies de plantas que contienen swainsonina. El éxito en la reproducción experimental de la intoxicación permitirá profundizar los estudios de la enfermedad con el fin de determinar métodos de diagnóstico precoz, tratamiento y/o prevención de la intoxicación en ovinos.

Referencias

- Alroy, J.; Orgad, U.; Ucci, A.A.; Gavris, V.E. (1985). Swainsonine toxicosis mimics lectin histochemistry of mannosidosis. *Veterinary Pathology*. 22: 311-316.
- Armién A.G.; Tokarnia C.H.; Vargas Peixoto P.; Barbosa J.D.; Frese K. (2011). Clinical and morphologic changes in ewes and fetuses poisoned by *Ipomoea carnea* subspecies *fistulosa*. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 23:221-232.
- Califano, ML, Echazú, F. (2013). Etnobotánica en comunidades pastoriles. Conocimiento tradicional sobre especies tóxicas para el ganado en la cuenca del río Iruya (Salta, Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina Botánica*. 48: 2.
- Chenchen, W; Wenlong, W; Xiaoxue L; Feng, M; Dandan, C; Xiaowen, Y; Shanshan; W; Pengshuai, G; Hao, L; Baoyu, Z. (2014). Pathogenesis and preventive treatment for animal disease due to locoweed poisoning. *Environmental Toxicology and Pharmacology*. 37: 336-347.
- Cook D., Gardner D.R., Grum D., Pfister J.A., Ralphs M.H., Welch K.D., Green B.T. (2011). Swainsonine and endophyte relationships in *Astragalus mollissimus* and *Astragalus lentiginosus*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 59:1281- 1287.
- Cook D., Ralphs M. H., Welch K. D., Stegelmeier B.L. (2009). Locoweed Poisoning in Livestock. *Rangelands* 31: 16-21.
- CPVCS. Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur. (2014). Sitio web: <<http://www.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/fa.htm>>
- de Balogh, K.K.I.M.; Dimande, A.P.; van der Lugt, J.J.; Molyneux, R.J.; Naude', T.W.; Welman, W.G. (1999). A lysosomal storage disease induced by *Ipomoea carnea* in goats in Mozambique. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 11:266-273.
- Driemeier D., Colodel E. M., Gimeno E. J., Barros S. S. (2000). Lysosomal storage disease caused by *Sida carpinifolia* poisoning in goats. *Veterinary Pathology*. 37: 153-159.
- Gómez-Sosa, E. (1979). Las especies sudamericanas del género *Astragalus* (Leguminosae). Las especies patagónicas argentinas. *Darwiniana*, 22: 313-376.
- Huxtable C.R. and Dorling, P.R. (1982). Swainsonine-Induced Mannosidosis. *American Association of Pathologists*. 117: 124-126.
- James L., van Kampen E., Hartley W.L. (1970). Comparative pathology of *Astragalus* (Locoweed) and *Swainsona* poisoning in sheep. *Veterinary Pathology*. 7: 116-125.
- James, L. & Foote, W. (1972). Estrogenic Properties of Locoweed (*Astragalus lentiginosus*). *Can. J. Comp. Med.* 36: 360-365.

- James, L. (1975). Effect of Locoweed (*Astragalus lentiginosus*) Feeding on Fetal Lamb Development. *Can. J. Comp. Med.* 40: 380-384.
- Martinez, A.; Robles, CA; Gimeno, EJ. (2014). Intoxicación por garbancillo o yerba loca. *Revista Presencia* 62:5-8.
- Micheloud, JF; Salguero, K; Marin, R; Martinez, O; Gimeno, EJ. (2014). Primera confirmación de la intoxicación por *Astragalus garbancillo* en ovinos en Argentina. XLII Jornadas Uruguayas de Buiatria. Pp 188. ISSN 1688-6674.
- Molyneux R.J y Gómez-Sosa E. (1991). Presencia del alcaloide indolizidínico Swainsonine en *Astragalus pehuenches* (Leguminosae galegaeae). *Boletín Sociedad Argentina Botánica.* 27: 59-64.
- Peters, M. (2002). A laboratory manual for the dissection of the sheep brain. Ed. The University of Guelph. Canada.
- Ragonese, AE. (1975). Plantas tóxicas para el ganado de la República Argentina. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. Tomo XXIX. N°3.
- Robles C.A., Saber C., Jeffrey M. (2000). Intoxicación por *Astragalus pehuenches* (locoismo) en ovinos Merino de la Patagonia Argentina. *Revista de Medicina Veterinaria.* 81: 380-384.
- Schudel, A.A.; Alvarez, C; Clos, P; Kistermann, JC; Blanco Viera, J; Carillo, BJ; Weber, EL. (1997). Scrapie, risk factors in Argentina. Informe técnico de la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la Nación Argentina. ISBN: 987-96849-1-5.
- Stegelmeier B.L., James L. F., Panter K. E., Gardner D. R, Pfister J. A., Ralphs M. H., Molyneux R. J. (1999). Dose response of sheep poisoned with locoweed (*Oxytropis sericea*). *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation.* 11: 448-456.
- Stegelmeier, B.L., Green B.T., Panter K.E., Welch K.D., Hall J.O. (2009). Identifying Plant Poisoning in Livestock. *Rangelands.* 31:5-9.
- Tokarnia, C.H. (2012). Plantas tóxicas do Brasil para animais de produção. Ed. Helianthus. ISBN 978-85-87809-03-2.
- Van-Kampen K.R. & James L.F. (1971). Ovarian and Placental Lesions in Sheep from Ingesting Locoweed (*Astragalus lentiginosus*). *Vet. Path.* 8: 193-199.

Hacia un nuevo paradigma en Conservación de Suelos: El Ordenamiento Territorial

DR. JOSÉ MANUEL CISNEROS

Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria
Fundación para la Educación, la Ciencia y la Cultura (FECIC)
Premio Bienal «Ing. Agr. Antonio Prego» 2014

Idea central

El eje de esta presentación es someter a análisis el sistema de producción predominante en gran parte de la región agrícola argentina, como base para proponer un cambio de paradigma, que mute la visión del suelo como un insumo de la denominada Revolución Verde, a la del suelo como un recurso e insumo del Ordenamiento del Territorio. Dentro de esta idea general, se propone además incorporar y ampliar los alcances del arraigado concepto de la Conservación de Suelos dentro de los nuevos paradigmas de Desarrollo Sustentable como meta, y del Ordenamiento Territorial como uno de los medios para alcanzarlo.

Nuevos conceptos asociados al de Conservación de Suelos

Dentro de la compleja relación sociedad-naturaleza, el sector agropecuario debe cumplir múltiples funciones, no sólo de producción primaria sino también de mantenimiento y mejora de la base de recursos naturales de una región y de un país. La región pampeana argentina viene sufriendo una intensificación del uso de los suelos basada en criterios económicos, que es necesario compatibilizar con los intereses ambientales y sociales para asegurar su sostenibilidad a largo plazo.

La generación y adopción de políticas agropecuarias y forestales sustentables es una necesidad sentida en el mundo y particularmente en la Argentina, cuyo sector presenta un marcado dinamismo en la actualidad, con visiones encontradas sobre las ventajas y limitaciones del actual modelo agropecuario (Manuel-Navarrete et al., 2005). El actual modelo de agriculturización que opera en gran parte de la región pampeana y extrapampeana lleva implícitos impactos sobre el ambiente sobre los cuales existe preocupación en los ámbitos políticos y académicos, que serán discutidos luego.

Si bien la conservación del suelo es una idea enraizada desde hace milenios en los pueblos originarios, en la sociedad actual es retomado con fuerza a partir de la década del 30 del siglo pasado, dando origen al desarrollo de tecnologías de procesos como la rotación adecuada, la sistematización, los sistemas agrosilvopastoriles, entre otros.

Los actuales desafíos que impone dar respuestas a los graves problemas ambientales hacen necesario incorporar nuevos conceptos y paradigmas que integren el concepto de conservación de suelos al de ordenamiento del territorio, desde una perspectiva sistémica. La agricultura en los países desarrollados es concebida hoy en su dimensión multifuncional (Geneletti, 2007; Rossing et al., 2007), lo cual implica una visión no solamente basada en la producción de bienes de mercado, sino también en bienes públicos vinculados a la calidad del ambiente y al desarrollo social. El análisis de la agricultura en su dimensión estructural para diferentes escalas (lote, ecosistema, cuenca) permite valorar la producción de bienes, y en su dimensión funcional la de servicios ecosistémicos, como el abastecimiento de agua, la asimilación de residuos, la productividad del suelo, el mantenimiento de la biodiversidad y otros (Lomas et al., 2005).

Un ejemplo de la evolución del concepto reduccionista de suelo al de recursos naturales, ya fue adoptada como visión por el USDA desde mediados de los 90, con la creación del National Resource Conservation Service, el antiguo Soil Conservation Service. Este cambio implicó la consideración del sistema territorial como integrado, no solo por los suelos, sino por los otros componentes del

ecosistema: flora, fauna, aguas, cuencas, humedales, etc., con su estructura y funcionamiento.

El sistema territorial es entonces una construcción social en la que interactúan sistemas naturales, intervenidos, áreas urbanas, cuencas y red de drenaje, infraestructuras y conflictos derivados del uso del suelo. En el actual contexto de excesos hídricos de la región pampeana, la existencia de conflictos se da en todas las escalas: entre predios, entre cuencas rurales y áreas urbanas, entre cuencas rurales e infraestructura vial, entre áreas urbanas vecinas y hasta entre provincias vecinas. Todo lo cual hace necesarias políticas públicas que actúen, no sólo sobre la emergencia, sino con planes de Ordenamiento del Territorio de largo plazo, dotados del adecuado marco jurídico, organización institucional y financiamiento público y privado que permitan reducir la vulnerabilidad de los territorios frente a los riesgos.

Otro avance conceptual importante es la consideración de la cuenca hidrográfica como unidad de gestión y manejo del territorio, que intenta integrarse a las escalas de predio o lote en la organización y planificación de las acciones. Esta visión implica considerar tanto la tierra en uso privado, como la tierra pública, como una unidad integrada de funcionamiento. Esta visión fragmentada del territorio aún persiste en la organización de los organismos del Estado que intervienen en la gestión: Agricultura, Vialidad, Hidráulica, Ambiente funcionan frecuentemente como entes separados, con poco nivel de articulación. El concepto de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) da cuenta de este cambio de paradigma.

Del paradigma de la Revolución Verde, fuertemente enraizado en el modelo productivo argentino, debería evolucionarse hacia el de Desarrollo Sustentable, donde no sólo cuenta el aumento de la producción, sino la calidad ambiental y el desarrollo social en su conjunto. Esto implica además un cambio de escala de percepción: mientras la Revolución Verde centra su análisis a escala de predio o lote, centrada en tecnología de insumos y con una visión de corto plazo, la de Desarrollo Sustentable lo hace a escala de sistema

territorial, región o cuenca hidrográfica, y es más cercana al concepto de multifuncionalidad, con una visión de procesos de largo plazo.

En síntesis se pretende integrar al suelo como parte de un sistema territorial organizado en cuencas, como proveedor de bienes, pero también de servicios ambientales dentro de los cuales está su conservación, con una visión futura deseable de un territorio ordenado como medio para lograr el desarrollo sustentable.

La dinámica de los sistemas productivos

Los cambios operados en Argentina en los últimos 30 años en los sistemas naturales en general y en los agroecosistemas en particular, han impactado de manera diversa, y a diferentes escalas sobre la productividad y estabilidad de las tierras y su capacidad de proveer bienes y servicios en forma sostenida. Algunos de esos cambios se reflejan en:

- 10 millones de ha de incremento de la superficie agrícola.
- 30 a 120 millones de toneladas de granos global.
- Relación soja maíz entre 3:1 a más de 15:1, según regiones.
- Más de 150 millones de litros de glifosato por año.
- Más de 3 millones de toneladas de fertilizantes.
- 50 a 70 % de la superficie agrícola bajo arrendamiento.
- Aumento generalizado de promedios e intensidad de precipitaciones.
- Aumento de frecuencia e intensidad de inundaciones y anegamientos.

La expansión agrícola se ha dado sobre ecosistemas como el bosque chaqueño, el espinal pampeano, el área medanosa, caracterizados por una alta fragilidad, inestabilidad y heterogeneidad. Fragilidad en sentido ecológico, entendida como baja resistencia a los cambios y baja resiliencia para la recuperación; inestabilidad, en especial climática, con mayor incertidumbre sobre períodos alternantes de

años secos y húmedos y heterogeneidad en cuanto a la existencia patrones ambientales contrastantes en poca superficie.

El modelo productivo adoptado masivamente se caracteriza por una simplificación de la rotación de cultivos, un cultivo anual predominante (soja), adopción masiva de la siembra directa asociada al control de malezas con glifosato, un aumento en la escala de la maquinaria y la presencia del régimen de contrato anual. El modelo ha sido adoptado en los más diversos ambientes desde el Chaco salteño hasta el sureste bonaerense, y no ha sido adaptado, tomado en cuenta las características estructurales (heterogeneidad) y funcionales (vulnerabilidad) de los ecosistemas.

Las consecuencias han comenzado a manifestarse en forma de superficies erosionadas (50 a 100 millones de ha con algún tipo de deterioro, Casas, 2015), aumento de niveles freáticos (Bertram y Chiachera, 2011; Cisneros et al., 2013), deterioro de la capacidad productiva de los suelos (Casas, 2006) y cambios en la racionalidad productiva, hacia una visión de corto plazo, basada en la rentabilidad, como principal criterio en la toma de decisiones.

Muy simplificada, podemos considerar a la producción agropecuaria global (PAG) como una función de superficie cultivada (SC), clima (CL), tecnología (TE) y calidad de los suelos (CS), según:

$$PAG = f(SC, CL, TE, CS)$$

Se hipotetiza por lo tanto que los aumentos en la producción global ocurridos en el período se deben a una combinación de mayor superficie agrícola, mejora en la condición climática y en los aportes hídricos de las napas, mayor utilización de insumos (siembra directa, control de malezas, fertilización, mejora genética) y... ¿la calidad de los suelos? En este sentido no hay una visión compartida en el sistema científico-tecnológico sobre cómo ha sido la evolución de las condiciones intrínsecas de los suelos que definen su productividad, o en un término utilizado en la actualidad, *calidad del suelo*. La

percepción en algunos ámbitos técnicos es que los suelos mejoraron su calidad, mientras que otros (entre los que me incluyo) consideran que los cambios han degradado la condición de los suelos, en especial sus aspectos físicos, químicos y biológicos, y en su vulnerabilidad frente a agentes climáticos. Numerosas publicaciones técnicas y de divulgación dan cuenta de este estado de percepción sobre la problemática (se sugiere especialmente la realizada por Casas y Albarracín, 2015). En este aspecto sería un error la generalización, en razón de las muy diferentes condiciones ambientales de suelo y clima, sobre efectos de los cambios en los sistemas productivos sobre los suelos: es probable que en algunos de ellos la productividad se haya mantenido o mejorado, y en otros se haya deteriorado a diferente ritmo.

Una visión desde un territorio pampeano

La síntesis discutida en este apartado surge de un equipo con más de 30 años de trabajo en el área de influencia de la Universidad Nacional de Río Cuarto, generado y liderado por dos destacados profesores, que influyeron decisivamente en mi formación técnica y humana: Alberto Cantero Gutiérrez y Antonio Piñeiro. Abarca alrededor de 6 millones de ha, caracterizadas por ambientes templados subhúmedos con estación seca y geomorfológicamente muy diversos: sierras, llanuras onduladas, llanuras medanosas y depresiones inundables (Cantero et al., 1998). Tiene como propósitos aportar una mirada desde la experiencia en enseñanza, investigación y desarrollo tecnológico en la mayor parte de los ecosistemas que conforman dicho territorio, y poner en la agenda de los decisores problemas que emergen luego de más de 20 años de adopción del actual modelo productivo.

Cuatro características básicas definen el contexto ambiental de este territorio: potencialidad, fragilidad, inestabilidad y heterogeneidad. Potencialidad vista desde el punto de vista de las características de sus climas templados y benignos, sujetos hoy a un ciclo húmedo, suelos profundos y sin restricciones, aguas superficiales y subterráneas de

baja salinidad y altura y vegetación muy rica en especies, por la variedad de ambientes desde sierras a depresiones. No obstante, por su carácter transicional desde lo húmedo a lo semiárido, por condiciones de pendiente o de suelos muy sueltos, son ambientes frágiles e inestables, susceptibles a erosión hídrica y eólica, anegamiento e inundación, según las zonas, y torrencialidad en las cuencas serranas. Son inestables desde el punto de vista climático, ya que si bien estamos en un ciclo húmedo, la historia muestra que son más frecuentes los períodos secos. Por último, la heterogeneidad hace referencia a diferencias ambientales perceptibles a diferentes escalas, y frecuentemente asociadas hidrológicamente. Esquemáticamente en la Figura 1 se muestra la asociación ambiental característica del centro-sur de Córdoba.

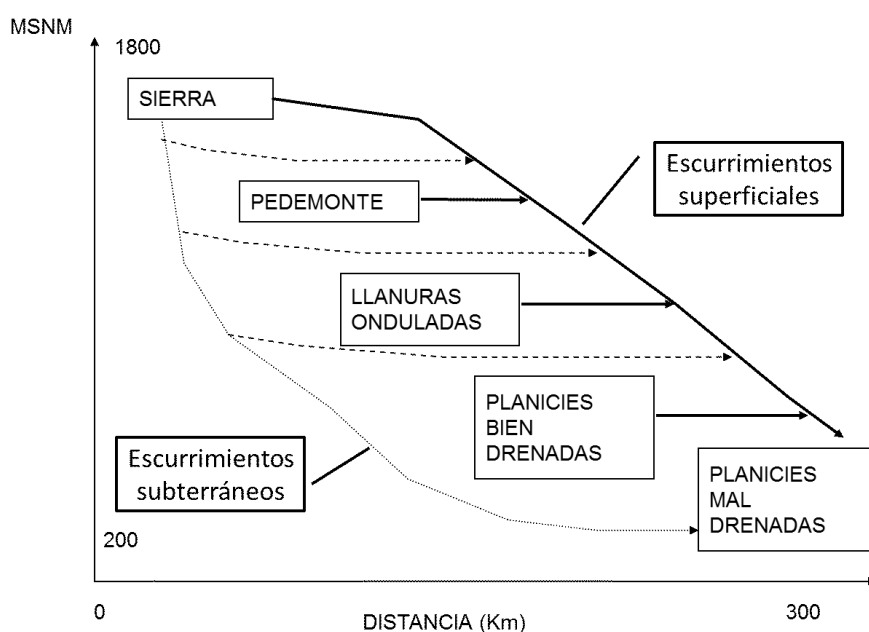


Figura 1. Esquema de la estructura del centro-sur de Córdoba, con sus principales unidades ambientales vinculadas por flujos superficiales y subterráneos

Diversos son los desafíos que enfrentamos en las políticas de ordenamiento territorial. A continuación se sintetizan, los que, a nuestro criterio, deberían guiar la agenda futura:

Disminución de la calidad de los suelos. Entendemos la degradación del suelo como un proceso paulatino y reversible de pérdida de sus funciones esenciales: espacio físico, regulación y aprovechamiento hídrico, provisión de nutrientes y estabilidad frente a agentes erosivos. La degradación física, producto de muchos años de tránsito con equipos cada vez más pesados, ha provocado una pérdida de infiltración y de capacidad de enraizamiento, que implica mayor vulnerabilidad a sequía, cambios en la relación infiltración/escurrimiento, y mayores pérdidas de agua por percolación profunda, por menor volumen enraizable. La degradación química, por pérdida de nutrientes disponibles y acidificación, reduce la capacidad productiva y hace más dependiente de los fertilizantes al sistema productivo. La pérdida de materia orgánica ha sido ampliamente estudiada: muestra balances negativos y estados de equilibrio con menores valores absolutos de este importante factor de estabilización y calidad biológica de un suelo. Estudios recientes en la región medanosa cordobesa indican que tanto los valores de materia orgánica como de P disponible, para los 10 cm superficiales de suelos bajo uso agrícola y mixto, están en la mitad de los valores originales (Bozzer et al., 2017). La aparición de signos de acidificación de los suelos de la región es otro proceso probablemente asociado a desbalance de bases intercambiables, producto de la intensificación agrícola (Pezzini y Cisneros, 2010).

Erosión. En todas sus formas, se han incrementado al doble en el país, según una reciente compilación (Casas, 2015). En Córdoba el fenómeno ha adquirido una dinámica excepcional (Cisneros et al., 2015). Un aspecto central en este aspecto es el daño por erosión de gran parte de la red de caminos de tierra, convertidos en las actuales vías de desagüe de las cuencas. El cambio de uso hacia sistemas agrícolas en las áreas semiáridas, con suelos arenosos, ha incrementado la vulnerabilidad ambiental a voladura, a pesar del uso de siembra directa. Este fenómeno se asocia además a la presencia del cultivo de maní que, por sus características, determina ciclos de alta susceptibilidad a erosión por viento. La erosión en laderas ha tomado nuevas formas, luego de la adopción de la siembra directa, y se

expresa en pérdida masiva de los primeros 5 a 7 cm de suelo, hasta donde se encuentra el horizonte compactado y más resistente a erosión. La erosión de fondo y márgenes de cursos permanentes es otro fenómeno que se ha intensificado. Si bien se da en forma episódica, de acuerdo al caudal de los cursos, la deforestación de las márgenes y la siembra casi hasta el propio borde del cauce, acelera la formación y corrimiento de meandros, afectando frecuentemente a poblaciones y rutas. Los suelos, en especial de las planicies medanosas, han incrementado su vulnerabilidad a erosión eólica, como producto del cambio de uso, la migración del cultivo de maní y el predominio de soja en la rotación y la recurrencia de ciclos secos.

Desestabilización hidrológica de cuencas. Asociada al ciclo climático y a los cambios en el uso del suelo, aparecen fenómenos a escala de cuenca, tanto en las que presentan red de drenaje definida, como en aquellas de tipo arreicas, asociados a mayores caudales pico, formación de nuevos cauces, menores tiempos de concentración y deterioro geomórfico de las redes de drenaje. Esto provoca una mayor frecuencia de inundaciones por desbordes de ríos y canales, pérdida de capacidad de embalse (ejemplos de ello lo vemos en diques de llanura, como el del Tigre Muerto y El Chañar en Córdoba). La desaparición y colmatación de humedales por efectos de la canalización reduce las posibilidades de regulación natural de las crecientes. Este fenómeno se ha intensificado en la región de la cuenca de los arroyos menores Chaján, Ají y en cuencas que naturalmente no cuentan con una red de drenaje.

Conflictos urbano-rurales. Asociado a los fenómenos de excesos hídricos, los efectos sobre la población urbana son en extremo delicados y requieren tratamiento prioritario en la agenda de la obra pública. Los casos de cuencas rurales que afectan a poblaciones han hecho crisis durante los últimos años. Ejemplos como Idiazábal, Pincen, Italó, Corral de Bustos, Isla Verde, Marcos Juárez, Laboulaye por citar sólo algunos casos en la región, son indicadores que hacen necesaria una planificación territorial que tome en cuenta la dimensión de cuencas, comenzando con aquellas que ponen en riesgo los cascos urbanos.

Cambios culturales. Profundos cambios culturales, asociados al modelo de agronegocio de corto plazo, influyen en la percepción de los productores, sobre la visión de largo plazo en la gestión de sus propiedades. El tamaño de los predios, el régimen de alquiler anual, la presencia de grandes contratistas, la volatilidad en el precio de los alquileres, la pérdida de infraestructura ganadera de los campos, y el despoblamiento rural, son signos de estos cambios de percepción sobre el deterioro de las tierras, y de su capacidad de decisión sobre cómo resolverlo. Las problemáticas que mayor atención suscitan en los decisores rurales se centran, casi exclusivamente, en cuestiones de corto plazo: precios, clima, nuevas tecnologías de insumos, malezas, innovaciones en maquinaria, quedando desplazados temas que hacen a la visión de largo plazo como las tecnologías de proceso, el control de variables de suelo, rotaciones o conservación. La percepción de la siembra directa, como una tecnología que permitía realizar agricultura casi en cualquier ambiente, promovió el avance de la agricultura hacia suelos sin aptitud agrícola, generó una visión reduccionista de la funcionalidad de los suelos a nivel de los técnicos y está generando severos problemas de deterioro físico de los suelos, en especial aquellos de matrices texturales rígidas.

Dificultades en la gestión estatal. Los estados, en todos sus niveles, pero en especial a nivel provincial, presentan dificultades para la planificación, con una visión futura, de un territorio ordenado. Si bien se ha avanzado en el dictado de leyes y decretos para la protección ambiental y el uso sustentable de los suelos, los avances en la implementación efectiva presentan serias limitaciones en capacidades institucionales, carencia de planes y proyectos en escalas adecuadas, y con el suficiente consenso, baja capacidad de fiscalización, además de las dificultades financieras del Estado, que debe hacer frente, además, a problemas más acuciantes de orden social. La falta de coordinación al interior de los organismos del Estado es otra limitante que ya fue comentada. Actualmente la provincia de Córdoba está dando un importante apoyo a la formación de Consorcios de Conservación de Suelos y ha implementado un

programa de Buenas Prácticas Agropecuarias (BPA), con promisorios resultados.

Limitaciones del sistema académico-científico. Este componente, tanto de gestión pública estatal como privada, no ha incorporado en medida suficiente la agenda de temas ambientales en la currícula y en la investigación. La formación de grado frecuentemente adopta una visión sesgada hacia las tecnologías de insumo, fuertemente instalada en el sistema de formación posuniversitaria, guiada por intereses asociados a grandes empresas proveedoras de dichos insumos, que, además, son una de las principales fuentes laborales de los ingenieros agrónomos. Es muy evidente la falta de profesionales especializados en conservación de suelos, asociado a una falta de demanda de este campo laboral por parte de los productores. Es imperiosa la reorientación de planes de estudio de grado y posgrado que tomen la problemática ambiental como eje, y estructuras más potentes de comunicación y sensibilización sobre la problemática de la degradación ambiental. Se requiere además mayores inversiones en el sistema científico, que orienten las investigaciones y el desarrollo de tecnologías adaptadas y adoptables, que apoyen los planes de ordenamiento territorial.

Una visión sobre el problema de los excesos hídricos

El abordaje de la coyuntura actual, caracterizada por un ciclo inusualmente húmedo, reconoce diferentes escalas y complejidades. En las escalas espaciales, la de mayor jerarquía es la escala global que explica los fenómenos del cambio climático; una escala regional, donde se visualizan ciclos más o menos largos de permanencia del fenómeno y los condicionantes geomorfológicos; escalas asociadas a cuencas de diferente tipología, que consideran las particularidades en la hidrología superficial y subterránea, y una escala predial o de lote, que incluye el detalle de los usos y manejos particulares definidos por la coyuntura. Las escalas de tiempo asumen características asociadas a estas escalas espaciales: desde ciclos climáticos, pasando por ciclos de

un cultivo a escala y recurrencia de eventos puntuales de lluvias intensas.

En términos hidrológicos es necesario diferenciar los fenómenos asociados a excesos hídricos frecuentemente usados como sinónimos, aunque no lo son. Se discuten sintéticamente a continuación algunos conceptos básicos para entender la dinámica del agua y las sales en el suelo.

Inundación: Fenómeno asociado a desbordes de cauces o canales, que provocan excesos de agua repentinos en zonas de derrames. Están asociados a cuencas abiertas, con vías de drenaje definidas, ya sean naturales o artificiales. Coexisten sectores altos emisores de escorrentía, sectores medios de transporte y sectores bajos de acumulación. Pueden dar lugar a sedimentación y contaminación de las zonas inundadas, según la carga del escurrimiento. La mayor parte de los ríos pampeanos causan este tipo de fenómeno, frente a eventos de lluvia extremos. El ordenamiento agrohidrológico de las cuencas altas y medias, con estrategias de conservación, retención y regulación del agua son esenciales.

Anegamiento: Fenómeno de saturación del suelo por elevación del nivel freático en o sobre la superficie, como producto de un exceso de recarga local del acuífero. Es un proceso asociado a cuencas cerradas, de relieves planos, donde el escurrimiento local se concentra en una depresión o laguna. Puede estar asociado, además, a una recarga subterránea de tipo regional (lejana), aunque de menor significación. Su causa principal es un balance hídrico positivo, es decir donde la lluvia (más la escorrentía ingresante) superan a la evapotranspiración local. Las causas climáticas y las vinculadas al cambio en el uso del suelo serán discutidas por otros participantes de esta mesa. El ordenamiento, en este caso, debe hacer énfasis en controlar la interconexión entre cuencas y en maximizar la evapotranspiración del suelo.

Encharcamiento: En este caso el suelo sufre una saturación temporaria y superficial por efecto de problemas de infiltración profunda, asociada a lluvias intensas y suelos compactados o de

texturas finas, con muy baja pendiente. A este fenómeno se lo conoce como de «napa colgada», ya que no se trata de una verdadera napa, sino de agua suspendida temporariamente. No obstante su ocurrencia puede ocasionar daños en cultivos sensibles a la anoxia, o impedir las operaciones de cosecha. Su manejo está orientado a mejorar las condiciones físicas de la porción superficial o subsuperficial del suelo para aumentar las tasas de infiltración.

Profundidad crítica de la napa y franja capilar: El nivel freático, o altura del agua libre en equilibrio con la presión atmosférica, determina un fenómeno de movimiento ascendente del agua conocido como ascenso capilar, y la franja en donde este fenómeno ocurre se denomina franja capilar. La textura y la distribución del tamaño de los poros del suelo determinan el espesor de dicha franja, la que puede variar entre 80 y 150 cm, según los suelos. Su consideración es muy importante ya que determina que el agua de la napa llegue a la superficie del suelo y pueda provocar su salinización. A esta profundidad real de la napa se la conoce como nivel crítico. Toda situación de suelo cuya napa se encuentre por encima de este nivel, entra en riesgo de salinización, la cual será tanto más intensa, cuanto mayor contenido salino tenga la napa. El nivel crítico puede reconocerse fácilmente en el campo, cuando se recorre una toposecuencia y visualmente comienzan a percibirse manchas de sal en superficie. La vegetación halófitas es otro indicador natural de la presencia de la napa a profundidad crítica.

Otra altura de napa que puede considerarse crítica es aquella en la que el suelo pierde su capacidad de soportar el peso y el tránsito de las maquinarias, conocida como «falta de piso». De acuerdo a la condición del suelo y subsuelo, esta profundidad ronda los 40 cm, y es bien conocida por los operarios de cosechadoras, cuando perciben que éstas tienden a enterrarse. La ocurrencia repentina de este fenómeno de ascenso de napa a esa profundidad es causante de gran parte de las pérdidas de cosecha asociadas al anegamiento.

Napas y cultivos. Como en todo ciclo húmedo, es obvio decirlo, los efectos sobre la producción agropecuaria en general son positivos,

como lo muestran los datos de producción global del país. En este sentido la elevación de los niveles freáticos han incrementado la disponibilidad hídrica de los cultivos en una importante superficie de tierras, en las cuales la napa oscila entre 1,5 y 2,5 m, considerada una profundidad ideal, para la mayor parte de los cultivos agrícolas. Diferenciales de producción en suelos con el llamado «efecto napa» pueden alcanzar 6 tn de grano en maní, entre 4 y 5 tn en soja, 7 tn en maíz y 2 tn en girasol, respecto a situaciones con napa por debajo de 3 m. No obstante el otro factor que define esta disponibilidad es el contenido salino de la napa, el cual puede constituir un aporte con valores de conductividad eléctrica del orden de 5 dS/m.

Excesos hídricos y cambios en el uso del suelo. Son muy fuertes las hipótesis que vinculan la elevación de napas con el cambio de uso del suelo (Bertram y Chiachera, 2014; Nosetto et al., 2015; Mercau et al., 2016); no obstante, aún no se cuenta con modelos explicativos suficientemente sólidos como para describir adecuadamente la evidencia empírica. Resta aún determinar con mayor solidez la participación relativa que tiene tanto el fenómeno del cambio en el tipo de lluvias, como la menor capacidad evapotranspirante de los actuales modelos de producción. Las mayores dificultades en la modelación derivan de las muy diferentes estimaciones de ETP de los métodos más conocidos (e. g. Thornwaite, Penmann, etc.), y las diferentes tasas de pérdida de agua que se dan en condiciones fluctuantes de napa, desde evaporación de tanque cuando el suelo está anegado, hasta $ETR=ETP$ con napa dentro de la franja capilar a $ETR<ETP$ con napas a mayor profundidad, todo en un mismo ciclo. No está muy claro tampoco cuál es el aporte que hacen las recargas regionales, y que explicarían en parte también la elevación de los niveles freáticos.

Otra dificultad adicional en la modelación, son los aportes a la napa debidos a escorrentías superficiales de los sectores altos de la cuenca y de las canalizaciones. Diversos mecanismos de retroacción están asociados: la elevación de niveles freáticos incrementan los escurrimientos (por menor capacidad de infiltración), lo cual recarga adicionalmente las napas de los ambientes bajos. No están claros

tampoco aún los efectos de las canalizaciones en la depresión de las napas a nivel regional, ya que lo que frecuentemente producen son transferencias de escorrentías de una cuenca a la vecina, con frecuentes contaminaciones de las aguas canalizadas, por efecto de mezclas de napas de diferente salinidad.

Perspectivas de corto y largo plazo

Las perspectivas futuras de remisión del fenómeno de excesos hídricos dependen del comportamiento del clima, el cual, hasta el momento, es prácticamente impredecible a largo plazo. Por lo tanto las acciones de mitigación del fenómeno a esa escala de tiempo, deberían centrarse en el desarrollo de modelos de producción más eficientes en la evapotranspiración del agua del suelo. La intensificación de las rotaciones, los cultivos de cobertura y de invierno, la inclusión de pasturas y la forestación como estrategia de biodrenaje, son algunas de las medidas que deberían promoverse en los planes de ordenamiento territorial. Sólo para la provincia de Córdoba el fenómeno afecta en el orden de entre 500 y 800.000 ha de tierras clase I, II y III, las que al momento han pasado a ser V o VI, y que de persistir el fenómeno podrían quedar definitivamente (con todo lo relativo del término) con esa aptitud.

Para la coyuntura de distintos modelos empíricos en una dimensión, han sido desarrollados para el análisis de escenarios de corto plazo en la oscilación de las napas. Los modelos más simples consideran sólo tres variables: precipitación, evapotranspiración potencial y porosidad drenable (Cisneros et al., 1997; Degioanni et al., 2006; Videla Mensegue et al., 2015), y describen aceptablemente bien el comportamiento de napas superficiales. Las relaciones obtenidas entre mm de lluvia o ETP y mm de elevación/descenso del nivel freático fluctúan entre 3 y 5. Algunos de ellos han sido incorporados en un [sitio interactivo](#), que permite el análisis de escenarios de oscilación de la freática, para el corto plazo. Fue desarrollado inicialmente para las condiciones del Departamento Presidente Roque Sáenz Peña, y es actualizado permanentemente en función de

mejoras en los modelos. Su mayor limitación es la incertidumbre en cuanto a los escenarios climáticos futuros, que son el *input* básico para la simulación de corto plazo.

En base a estos modelos podrían definirse tres escenarios para el próximo ciclo de cosecha gruesa, obviamente asumiendo que el decisor conoce cuál es el nivel freático actual de los principales ambientes de su campo. Asumiendo una condición de año neutro (se hace la salvedad de que este tema será abordado por otro especialista en este encuentro), se estima que aquellos ambientes que tengan la napa por encima de 80 cm, cualquiera sea su salinidad, deberán ser destinados a pastos, ya que el riesgo de anegamiento, tanto en siembra como en cosecha es extremadamente alto. Ambientes con napa entre 80 y 130 cm presentan un riesgo alto para el uso agrícola, en especial en cosecha (otoño 2018); en ellos se recomiendan sojas cortas, maíces tardíos o girasol con cosecha de febrero. Si el año finalmente se presenta seco, podrán tener alta productividad. Ambientes con napa entre 130 y 200 cm presentan bajo riesgo de anegamiento en ambos períodos críticos, y serían los más aptos para esquemas de alta producción. Finalmente, para situaciones con napa por debajo de 2 m los riesgos de anegamiento son muy bajos, pero también lo son las posibilidades del cultivo de proveerse de agua de la napa.

El paradigma del Ordenamiento Territorial

La idea de ordenar el territorio para que cumpla mejor sus funciones de producción, regulación, estabilidad y ambiente sano y bello, ha cobrado creciente importancia, en especial en situaciones como la actual. Todos los países desarrollados del mundo la ponen en práctica. Para el caso de excesos hídricos, el ejemplo paradigmático es el de Holanda, país que viene ordenando y planificando su territorio desde hace más de 500 años.

Diversas definiciones de ordenamiento territorial (OT) pueden encontrarse en la literatura: «Búsqueda de la disposición correcta de los asentamientos humanos, las infraestructuras de las actividades

económicas, sociales y culturales; y de las funciones básicas de los ecosistemas, en el espacio-suelo, considerando los criterios que mejor orienten el interés colectivo de la sociedad» (Pereyra, 2013). Esta definición parte de la base de una visión de la sociedad sobre si desea, y qué camino toma para llegar desde un sistema territorial actual a uno deseado, y explícitamente es necesario desarrollar un plan de largo plazo para tender hacia él. Gómez Orea (2007) lo define como la «Función de la administración pública, de carácter integral, orientada a conseguir el desarrollo sustentable de la sociedad mediante la previsión de sistemas territoriales armónicos, funcionales y equilibrados capaces de proporcionar a la población una calidad de vida satisfactoria». En ella se destaca el papel del Estado en la definición de políticas para el OT, como orientador y coordinador de las acciones para conseguir explícitamente los fines sociales, económicos y ambientales del desarrollo sustentable.

Tres etapas básicas son la base de un plan de OT: Diagnóstico, Formulación y Gestión. El diagnóstico en una actividad es básica en cualquier proceso de OT y busca establecer las causas que provocaron el estado actual del problema estudiado, su evolución histórica y la estimación del comportamiento futuro (prognosis sin proyecto).

La formulación se refiere a la construcción del plan para lograr el futuro deseado, que resuelve la problemática en cuestión. La metodología general de formulación sugerida es de aproximaciones sucesivas. Involucra esta etapa la fijación de objetivos a lograr con el plan de OT: ambientales, económicos, sociales y la importancia relativa que dan a ellos el conjunto de los decisores. Luego se comienzan a desarrollar las alternativas. En la primera aproximación se diseñan varias alternativas de planes, proyectos o programas y se parametrizan para compararlos y elegir uno de ellos, utilizando para ello las herramientas del análisis multicriterio (e.g. Cisneros, 2010, Cisneros et al., 2011). En esta primera aproximación se agrega valor a la información disponible, a los fines de completar la etapa en plazos relativamente cortos. En la segunda aproximación se desarrolla en detalle la alternativa elegida, considerando que en esta aproximación se desarrolla información y datos primarios para alimentar el diseño

ejecutivo. En esta etapa los decisores son nuevamente partícipes de la selección de la mejor alternativa, en función de sus intereses, valores y grado de importancia que dan a las diferentes dimensiones que busca resolver el plan.

La función de la gestión es la organización del equipo de trabajo para la ejecución del plan. Además desagrega el conjunto de actividades de corto plazo para licitar o ejecutar por administración las obras, el diseño técnico específico, adquirir equipos, contratar consultorías y asignar el presupuesto y todas aquellas acciones establecidas en el plan de acción inmediata (corto plazo). Este plan de acción inmediata constituye la guía para elaborar el plan de gestión (integra resultados, actividades, presupuesto y personal para ejecución) y el plan de seguimiento y evaluación. La gestión es una actividad que requiere evaluación, y eventualmente reformulación de objetivos, por lo que debe entenderse como un ciclo de retroalimentación hacia el logro de los objetivos.

La Conservación de Suelos como eje de un Plan de Ordenamiento Territorial rural

Como decíamos al comienzo, el concepto de conservación de suelos está suficientemente arraigado en la percepción del sector, no tanto el de ordenamiento territorial. Debido a ello se propone ampliar los alcances del término *conservación de suelos* para aproximarlos a la idea de multifuncionalidad de los territorios rurales. La Figura 2 sintetiza estos nuevos desafíos asociados a la conservación de los suelos.

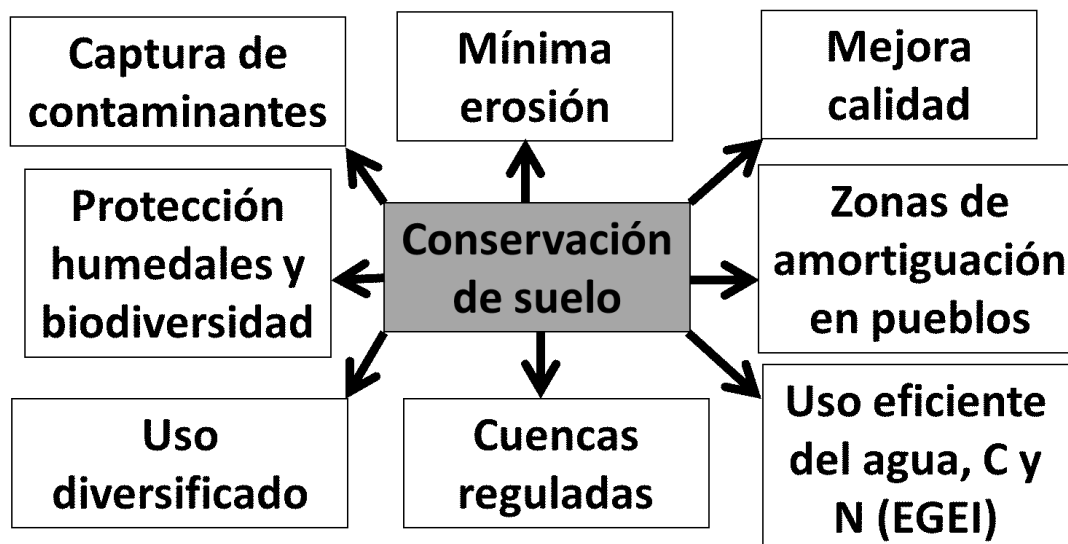


Figura 2. La conservación de suelos y sus nuevos desafíos

Minimizar la erosión en todas sus formas fue el concepto original del término, hoy apoyado por los avances en la modelación de la erosión, y por la aplicación de modelos para la determinación de políticas (e.g. Ley de Conservación de Suelos del Uruguay). Las tecnologías para control de erosión están bien documentadas, aunque su adopción en el país es, llamativamente, muy escasa. Una recopilación actualizada del tema fue publicada por Cisneros et al. (2012).

La mejora o mantenimiento de la calidad de los suelos, dentro de un concepto integral de fertilidad, es un desafío determinante en esta etapa de intensificación agrícola, asociado a la diversificación del uso, con la incorporación de nuevos rubros de producción, y la promoción de los usos ganaderos y forestales. Es necesario repensar tecnologías que complementen y mejoren el funcionamiento de los suelos en la etapa postsiembra directa.

La protección de los humedales pampeanos, con sus funciones de regulación hídrica y mantenimiento de la biodiversidad y la riqueza genética, deberá estar presente en las políticas de control de inundaciones, integrando las soluciones hidráulicas a una visión agrohidrológica, con base en principios ecológicos de manejo.

La función de captura de contaminantes del suelo, en especial de las descargas de nitratos y fosfatos a las aguas, debe integrar técnicas específicas como los cultivos de cobertura, las fajas de protección de riberas y el uso eficiente de los fertilizantes.

Los conflictos urbano-rurales, en especial en pequeñas poblaciones, requieren la consideración de zonas de amortiguación y de regulación de cuencas, que permitan mitigar los efectos negativos de la actividad agropecuaria sobre las poblaciones. La conservación de suelos tradicional, basada en una escala de lote-predio, debe ampliar su consideración hacia la visión de cuenca, como unidad de manejo.

Finalmente, la crisis hídrica por exceso nos impone el desafío de un uso más eficiente del agua por los sistemas de producción, minimizando las pérdidas por escorrentía y por percolación profunda, incorporando masivamente técnicas de sistematización, estrategias para el biodrenaje, esquemas de cultivos con mayores tasas de evapotranspiración, todo lo cual permitirá mejorar la captura de carbono y reducirá las emisiones de gases de efecto invernadero.

Comentarios finales

A modo de síntesis final, consideramos esencial modificar la percepción de los actores del sistema agropecuario sobre las problemáticas asociadas a la conservación de suelos, el reconocimiento de los problemas generados por el actual esquema, y la consideración de la dimensión ambiental de largo plazo en las decisiones de producción.

Es preciso además avanzar en un marco jurídico adecuado para orientar, estimular o desestimular o castigar las conductas que ponen en riesgo la base del sistema de producción agropecuaria: el suelo. Esto implica también mejorar las capacidades institucionales de los Estados para abordar la problemática

El proceso de ordenar un territorio requiere necesariamente de abordajes integrales entre las diferentes disciplinas que participan en el apoyo a la toma de decisiones: agrónomos, hidráulicos,

economistas, ecólogos, sociólogos, entre otros, deberemos hacer el esfuerzo de compartir nuestros saberes y lograr posiciones lo más consensuadas posible.

Finalmente la instalación en la agenda pública del nuevo paradigma del Ordenamiento Territorial, fue lo que guió el eje central de esta presentación.

Agradecimientos

A FECIC, a la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, a la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad de Río Cuarto, al Ing. Roberto Casas, a los compañeros del equipo: a Alberto, Jorge, Américo, con quienes discutí las ideas centrales de esta presentación y a mi familia: pasado, presente y futuro de mi vida.

Referencias

- Bertram, N. y Chiacchiera S. (2011). Ascenso de napas en la Región Pampeana: ¿Consecuencia de los cambios en el uso de la tierra? INTA EEA Marcos Juárez.
- Bozzer, C., Cisneros, J.M., Giayetto, O. (2017). Indicadores de calidad de suelo para el área medanosa cordobesa en rotaciones con y sin cultivo de maní. I. Materia orgánica y II. Fósforo extractable. XXXII Jornada Nacional de Maní. General Cabrera.
- Cantero, G., A., Cantu, M., Cisneros, J.M., Cantero, J.J. Blarasin, M., Degioanni, A., Gonzalez, J., Becerra, V., Gil, H., De Prada, J., Degiovanni, S., Cholaky, C., Villegas, M., Cabrera, A., Eric, C. (1998). Las tierras y aguas del sur de Córdoba. Propuestas para un manejo sustentable. Universidad Nacional de Río Cuarto, 119 pags.
- Casas, R. y G. F. Albarracin. (2015). El Deterioro del Suelo y del Ambiente en la Argentina 2015. Tomos 1 y 2. PROSA-FECIC
- Casas, R. (2006). Preservar la calidad y salud de los suelos: una oportunidad para la Argentina. Anales de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria 60: 37-61.

- Casas, R. (2015). La erosión del suelo en la Argentina. En Casas, R. y G. F. Albarracín. 2015. El Deterioro del Suelo y del Ambiente en la Argentina 2015.
- Cisneros J.M., J.B. Grau, J.M. Antón, J.D. De Prada, A. Cantero, A.J. Degioanni. (2011). Assessing multi-criteria approaches with environmental, economic and social attributes, weights and procedures: A case study in the Pampas, Argentina. *Agricultural Water Management* 98 1545– 1556.
- Cisneros, J. M., J. J. Cantero, A. Cantero G. (1997). Relaciones entre la fluctuación del nivel freático, su salinidad y el balance hídrico, en suelos salino-sódicos del centro de argentina. *Rev. UNRC* 17 (1): 23-35.
- Cisneros, J., Degioanni, A., Diez, A., Bergesio, A., Cantero, A. y González, J. (2013). Inundación, anegamiento y erosión de tierras en sur este de Córdoba. Ciclo octubre 2012- junio 2013. Informe de coyuntura (SECYOT-FAV-UNRC). Disponible en www.secyot.com.ar
- Cisneros, J.M. (2010). Bases para el ordenamiento territorial del sur de Córdoba (Argentina). El caso de la Cuenca de los Arroyos Menores. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid. 334 pags. Inédita.
- Cisneros, J.M., C. Cholaky, A. Cantero Gutiérrez, J. González, M. Reynero, A. Diez, L. Bergesio, J. J. Cantero, C. Nuñez, A. Amuchástegui y A. Degioanni. (2012). Erosión hídrica. Principios y técnicas de manejo. UNIRIO Editora. 287 pags.
- Cisneros, J.M., Degioanni, A.J., González, J.G, Cholaky, C.G., Cantero, J.J., , Cantero G., A., Tassile, J.L. (2015). Degradación de suelos en la provincia de Córdoba. En: Casas, R. (Ed.) El deterioro del ambiente en Argentina. PROSA-FECIC. En prensa.
- Degioanni, A., Cisneros, J., Cantero G., A. y H. Videla. (2006). Modelo de simulación del balance hídrico en suelos con freática poco profunda 2006. *Ciencia del Suelo* 24 (1):29-38.
- Geneletti, D. (2007). An approach based on spatial multicriteria analysis to map the nature conservation value of agricultural land. *Journal of Environmental Management* 83: 228-235.
- Gomez Orea, D. (2007). Ordenación territorial. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, 766 pags.
- Lomas P.L., B. Martín, C. Louis, D. Montoya, C. Montes, S. Álvarez. (2005). Guía práctica para la valoración económica de los bienes y servicios ambientales de los ecosistemas. Serie Monografías N° 1. Publicaciones de la Fundación Interuniversitaria Fernando González Bernáldez.

- Mercau J. L., Nosetto M. D., Bert F., Giménez R., and Jobbágy E. G. (2016). Shallow groundwater dynamics in the Pampas: Climate, landscape and crop choice effects. *Agric. Water Manage.*, 163: 159-168.
- Navarrete, D.; Gallopin, G.; Blanco, M.; Diaz-Zorita, M.; Ferraro, D.; Herzer, H.; Laterra, P.; Morello, J.; Muráis, M.; Pengue, W.; Piñeiro, M.; Podestá E.; Satorre, E.; Torrent, M.; Torres, F.; Viglizzo, E.; Caputo, M.; Celis, A. (2005). Análisis sistémico de la agriculturización en la pampa húmeda argentina y sus consecuencias en regiones extrapampeanas: sostenibilidad brechas de conocimiento e integración de políticas. CEPAL. Serie Medio Ambiente y Desarrollo n° 118. Santiago de Chile.
- Nosetto M. D., Paez R., Ballesteros S. I., Jobbágy E. G. (2015). Higher water-table levels and flooding risk under grain vs. livestock production systems in the subhumid plains of the Pampas. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 206, 60-70.
- Pereyra, C.; De Prada, J.D.; Cisneros, J.M., Giayetto, O. (2013). Ordenación territorial en el medio rural. En: Giayetto, O., Plevich, J.O., V. H. Lallana y M. A. Pilatti (Comp.) Bases conceptuales y metodológicas para el ordenamiento territorial en el medio rural 1° ed. – Río Cuarto, Córdoba, Argentina. Editores UNRC-UNER-UNL-UNR 2013.
- Pezzini, M., Cisneros, J.M. (2010). Encalado en suelos del área manisera: efectos sobre el pH y la saturación con calcio. XXV Jornada Nacional de Maní, General Cabrera, Setiembre de 2010. En Actas.
- Rossing, W.A.H., Zander, P, Josien, E., Groot, J.C.J., Meyer, B.C. and A. Knierim. (2007). Integrative modelling approaches for analysis of impact of multifunctional agriculture: A review for France, Germany and The Netherlands. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 120: 41-57.
- Videla Mensegue, H., J. Cisneros, A. Degioanni, A. Canale y Muñoz, S. (2015). Escenarios de variación del nivel freático para suelos agrícolas de la región de Marcos Juárez – Campaña 2015-16. . Informe de Actualización Técnica N° 36. EEA INTA Marcos Juárez, Argentina.

El sabor de saber del suelo...

ING. AGR. MSc. RODOLFO C. GIL

Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria
Premio Bienal «Ing. Agr. Antonio Prego» 2016

Conferencia

...es necesario invertir esfuerzos en generar más conocimiento sobre el suelo y mucho más en alimentar el sabor de saber del suelo para poder entenderlo.

...debemos decirlo:

el suelo es el cuerpo natural que sostiene la vida, es el elemento sin el cual no podría haber plantas, arboles ni cultivos agrícolas para la producción de alimentos, fibras y materias primas; es el almacén de agua y nutrientes; es filtro de contaminantes y es el hábitat y reservorio de genes. Pero además constituye el ambiente físico y cultural para la humanidad.

Por los cientos de años que requiere para formarse naturalmente y lo difícil y costoso que resulta recuperarlo, el suelo es considerado como un recurso natural no renovable y su degradación pone en riesgo la viabilidad de las actividades vitales de la naturaleza y de la misma sociedad. Sociedad que hoy enfrenta un escenario global que marca la necesidad de producir más alimentos, fibra y energía sin deteriorar el ambiente. En este contexto global, un desafío crítico será el de adaptar la visión de una agricultura que contribuya con una producción agrícola sostenible para el desarrollo rural, asegurando la seguridad alimentaria y mejorando el nivel de vida de la población.

No existe una única solución para el tratamiento sustentable de la agricultura con aplicación global; sin embargo, los principios de sustentabilidad y las buenas prácticas agrícolas pueden ser aplicados a lo largo de distintos sistemas de gestión, y el punto de partida para abordar ese desafío es entender, desde esa mirada holística, la diferencia sustancial que separa la histórica agricultura tradicional de aquella que se pretende desarrollar bajo el rótulo de sustentabilidad.



Desde lo ambiental y tecnológico, con un fuerte impacto en el desarrollo de la sociedad a nivel

mundial, la estrategia de producción tradicional, más conocida como agricultura de laboreo del suelo o labranza convencional, se basó en modificar el ambiente, principalmente el suelo, a fin de que la semilla sembrada

se transformara en una planta que pudiera expresar su máximo potencial de rendimiento. Y ese paquete tecnológico así resultante, a partir del



arado, fue extrapolado prácticamente sin modificaciones a casi todos los agroecosistemas del mundo con un fuerte impacto sobre el incremento de la producción de alimentos, pero también sobre las salud de los suelos, degradación y erosión.

Sin embargo, a partir de 1940 se conocen en Inglaterra los primeros desarrollos que advierten sobre la posibilidad de prescindir de la labranza, y en 1943 Mr. Edward H. Faulkner expone en su obra «Plowmans folly» («La insensatez del labrador»), basándose en la imitación de la naturaleza, «que no existe fundamento científico que

justifique labrar el suelo». Más tarde, corriendo los 60, el productor norteamericano Harey Young, junto con el académico Shirley Phillips y para entonces el estudiante Grant Thomas, impulsan el desarrollo y difusión de la labranza cero.



En Argentina las primeras experiencias de sembrar sin arar datan del INTA en la segunda mitad

de la década de 1970 y para entonces el Ing. Jorge Molina nos hacía conocer sus fundamentos «hacia una nueva agricultura». Pero la gran expansión de la siembra directa (como se la empezó a denominar para darle mayor precisión al término y función), debió esperar quince años, cuando la generalización de los problemas de erosión de suelos se hizo presente en muchas áreas agrícolas del país, y el aumento de los costos operativos junto con la aparición de herbicidas a menores precios ayudaron para que la siembra directa se mostrara como una tecnología económicamente viable.

Sin embargo, a pesar de las bondades probadas científicamente que la siembra directa entrega al sistema de producción (en la salud del suelo, en los balances de materia, de agua y de energía), incluso cambiando el paradigma de suelos arables por el de suelos sembrables, no pudo alcanzar su máxima expresión de imitar a la naturaleza, como expresaba Faulkner. Quizá la explicación esté en que no se la consideró como un «sistema» de producción sino más bien como una «práctica de sembrar directamente», impidiendo solucionar los problemas originales y generando otros.

En las últimas décadas nuestra agricultura se caracterizó por una expansión de la superficie cultivada y un cambio en la forma de tenencia de la tierra hacia el arrendamiento, con una fuerte presión de tecnologías de insumos aplicados a un sistema de características reduccionistas, muy distantes de un sistema natural gobernado por procesos. Esto provocó, entre otras, consecuencias importantes en

pérdida de biodiversidad, emisiones de gases de efecto invernadero, excesos hídricos y exposición de tierras frágiles a procesos de degradación, erosión de los suelos y salinización, contaminación y agotamiento de recursos.

Tal vez aquí convenga retomar el concepto diferente que identifica esa nueva agricultura de Molina o de una «agricultura sustentable». Y la diferencia con la agricultura tradicional radica en que la nueva agricultura intenta adaptar las plantas y las tecnologías a cada ambiente-suelo en particular de tal manera que sea este último el que exprese su potencial de producción con el mínimo disturbio, tratando de mantener al mínimo su modificación. ¿Será ésta la próxima revolución verde? Cantidad y calidad de alimentos, calidad ambiental, calidad de vida.

Para ese escenario la asignatura de siempre será reconocer el rol y el protagonismo del suelo que lo destaca: como reservorio de carbono y sostén de la biodiversidad, y como almacén y regulador en la provisión de agua y nutrientes. Por lo tanto, los mayores esfuerzos para sostener



la producción deberían estar orientados a la intensificación del uso de la tierra basado en la aplicación de tecnologías de procesos que permitan realizar el uso más racional posible y eficiente de los recursos naturales e insumos.

En otras palabras, una «intensificación» bien entendida debería obrar positivamente como ocurre con los suelos en la naturaleza, donde la dinámica de procesos es regulada sin interrupciones por las condiciones ambientales (básicamente radiación, agua y temperatura). Una pradera natural, una pastura, un monte, un bosque, trabajan a lo largo de todos los días intercambiando agua por carbono y nutrientes para sostener un sistema dentro de un equilibrio de construcción y descomposición. Desde una mirada de

sustentabilidad empresarial, el desafío entonces depende en gran medida de que el suelo descanse lo menos posible en la medida que los recursos, fundamentalmente agua y nutrientes, lo permitan para la construcción de las estructuras del carbono.

En regiones de cultivo de secano ese desafío pasa por maximizar la producción (ganancia) y reducir los riesgos (costos) de la manera más estable posible. Esto requiere eficiencia agronómica en cada cultivo individual y en el sistema global a nivel de secuencias de cultivos y rotaciones.

A pesar de que esta descripción pueda resultar una sobresimplificación de la compleja interacción sistémica que tiene la naturaleza, nos invita a conocer y entender las funcionalidades particulares de cada suelo y adaptar tales conocimientos en la adaptación y ajustes de tecnologías específicas para cada ambiente y sistema de producción. Esto amerita que nuestra capacidad creativa e innovadora deba orientarse al desarrollo y a la adaptación local de tecnologías que resulten en mayores producciones, menor impacto ambiental y mayor eficiencia de uso de recursos e insumos.

Sí..., un manejo sustentable sólo se alcanza siendo eficientes en el uso de los recursos naturales (agua, suelo, aire). No se entiende que aún se siga hablando de kilos de grano por hectárea o quintales de grano por hectárea en vez de expresar la producción, por ejemplo, en kilos (de grano, forraje, fruta, carne), por milímetros de agua captada o transpirada, por unidades de nutrientes o de combustible fósil gastado, e incluso por megajoule (MJ) de energía solar utilizada en relación a la disponible.

Contribuir a la sustentabilidad es construir una agricultura basada en el secuestro del carbono-nitrógeno, que permita sostener el balance de la materia orgánica en el suelo. Una agricultura que proteja la superficie del suelo todo el tiempo con vegetación viva y/o muerta para que la mayor parte del recurso agua se vaya del campo por transpiración, minimizando las pérdida de agua, no rentable y no sustentable, por evaporación, percolación y escurrimiento (no rentable porque los milímetros de agua que se pierden y no se

transpiran son kilos de grano o forraje que no se cosechan, y no sustentable porque del mismo modo, son kilos de material vegetal que se necesitan para sostener el balance de la materia orgánica en el suelo).

Necesitamos una agricultura sin procesos de erosión ni salinización, y que estos no se transformen en costo oculto de la producción de los cultivos, ya que los efectos negativos no siempre son lo suficientemente tangibles y el productor (y la sociedad), reaccionan sólo cuando la cárcava o los efectos de las sales se hacen visibles, habiendo para entonces producido mucho daño y pérdidas productivas, difíciles de revertir.

Necesitamos nutrir el sistema de producción más que fertilizar los cultivos, y eso plantea pensar no sólo en la reposición y en el reciclado de los nutrientes, sino también en la fijación biológica, en la rotación con especies afines y en la selección de plantas más eficientes en la captación y conversión de los nutrientes.

Necesitamos sostener y construir biodiversidad, de la mano con la intensificación, la diversificación y la integración. Y necesitamos crear un nuevo presente de ambiente productivo ajustado a nuestras necesidades, pero que sea tan duradero y productivo como el medio ambiente natural, partiendo de un equilibrio entre las necesidades de la naturaleza y las necesidades e intereses del hombre.

Para afrontar ese desafío, el primer paso quizá surja más del sentimiento que del conocimiento: «el sabor de saber». Y seguramente de esa manera la responsabilidad ambiental dejará de ser un compromiso de buena voluntad (o reglamentado), para convertirse en un rasgo intrínseco propio de nuestra cultura y no de las circunstancias o coyunturas, donde la ética y el respeto por el suelo y los recursos naturales en su conjunto se constituyan en valores insustituibles.

Ese nuevo presente cultural sólo puede construirse con acciones ininterrumpidas de educación, de capacitación y de concientización, no sólo en los productores y consumidores sino en aquellos que tienen a cargo la ardua tarea de generar conocimientos y de

transferirlos. Pero se necesita contagiar el sentimiento del placer por aplicar y/o difundir las prácticas basadas en el uso racional y eficiente de los recursos para que forme parte del patrimonio cultural de la gente.

Un carácter tecnológico se transmite mientras que un carácter cultural se hereda..., por lo tanto es indispensable que la educación-concientización por el suelo y el medio ambiente empiece a temprana edad, cuando se entra en razón del ser parte del mundo (ambiente) que nos rodea, cambiando la concepción antropocéntrica por otra más integradora y sistémica.



Se necesita adaptar el tipo de enseñanza y aprendizaje con base en el desarrollo de habilidades desde el conocimiento aplicado para enfrentar la resolución de problemas. El énfasis debería ser puesto en la estrategia para captar información que tenga significado dentro del contexto en que se va a usar. De esta forma, la información es transformada en conocimiento y finalmente en aprendizaje efectivo.

Un profesional orientado a la Ciencia del Suelo o ramas afines aprenderá más rápido a desarrollar su capacidad de análisis y su habilidad para intervenir si desde su proceso formativo se vincula con los problemas reales de los ambientes productivos. Esta vinculación con la naturaleza alimentará además el gusto por acercarse a los problemas de campo y de los recursos naturales que se ven afectados por las actividades productivas



La formación de recursos humanos en las ciencias agronómicas amerita revisar el concepto limitado o insuficiente de suelo

identificado como el medio o sustrato en el que se desarrollan los cultivos, por un concepto más integrador de sistemas terrestres naturales que reciben flujos de energía externos, naturales y antropogénicos con efectos positivos o negativos. Ello implica abandonar los enfoques reduccionistas que aún dominan y adoptar la visión holística de sistemas.



Dentro de una región agrícola, por ejemplo, los problemas de degradación del suelo siguen por lo general un patrón de comportamiento estable en el cual las mismas causas (tecnológicas, económicas, sociales), de manera individual o combinada, provocan consecuencias similares, ya sea de erosión, cambios en el pH, caída de la materia orgánica, compactación, salinización o contaminación, entre otras. Entonces, para los programas de conservación o remediación resulta más efectivo responder con cambios en los sistemas productivos y no tanto en medidas centradas en prácticas agrícolas particulares y aisladas. Para ello, se requieren enfoques interdisciplinarios puesto que los problemas se relacionan no solamente con aspectos tecnológicos sino también económicos, sociales, culturales, ecológicos y hasta de políticas públicas.

Es difícil ser sustentable de manera individual: la sustentabilidad es colectiva. La educación agrícola, la investigación y la extensión deberían funcionar también de manera articulada a través de mecanismos de coordinación que faciliten la concientización en el uso de los recursos naturales y también en los planteos, desarrollo y resolución de problemas comunes. En ese sentido, entender las contribuciones que la gente local puede hacer para resolver sus propios problemas es clave para el desarrollo rural sostenible. De ahí que junto con el conocimiento científico, el empírico aportado por el productor desde los sistemas reales de producción, constituye la fuente esencial que ha pasado la prueba del tiempo, y que puede

contribuir de manera significativa a mejorar cualquier aspecto del desarrollo rural.

Hoy se dispone de mucho conocimiento sobre los mecanismos que explican los procesos de deterioro y erosión de los suelos, y sobre los principios de control específico. Sin embargo, falta mucho que recorrer en cuanto a la adaptación de esos conocimientos a cada condición de ambiente y sistema de producción y a la concientización del problema, con sus causas y consecuencias, mostrando al hombre como el principal factor, siendo parte y modelador. Por lo tanto, el éxito de cualquier programa de conservación debe contar sí o sí con el protagonismo del usuario de la tierra, tanto en la formulación como en la ejecución.

Según el Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de Naciones Unidas, un desarrollo sustentable debe satisfacer las necesidades de las generaciones presentes, sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades. Si bien siempre se han marcado pautas y estrategias a seguir, falta aún llevarlas efectivamente a la práctica a través de procesos de desarrollo local, en donde se involucren tanto los agricultores como las instituciones del conocimiento, la actividad privada y los entes gubernamentales; estimulando la necesidad de desarrollar modelos locales y difundirlos efectivamente. En este desafío es indispensable dejar de ser espectador para pasar a ser autor, o mejor aun co-autor, otorgándole a la ciencia una posición primordial y de responsabilidad suprema en el desarrollo agrícola.

Argentina posee una superficie de 3.761.274 kilómetros cuadrados, distribuida en nueve regiones geográficas diferentes con una enorme diversidad ambiental por suelo y clima. La posibilidad de aumentar la producción física agropecuaria depende en mayor medida de la intensificación en las áreas cultivadas y de la incorporación de tierras de las regiones semiáridas, áridas y también con excedentes hídricos. La implementación de proyectos de desarrollo, el uso eficiente de los recursos y la sustentabilidad de los sistemas productivos demanda, en

primer lugar, generar conocimiento basado en tecnologías de procesos; en segundo lugar, adaptar dichos conocimientos a situaciones puntuales; y en tercer lugar, difundirlos para que lleguen en forma práctica y efectiva al usuario de la tierra. Es necesario poner de relieve que la velocidad de generación de esos conocimientos debe ser compatible con el proceso de adopción, entre otras cosas, para contar con soluciones oportunamente e incluso para prevenir posibles problemas que aún no se conocen.

Obtener información de calidad en forma rápida impone la obligación de abordar los estudios no solo con un enfoque multidisciplinario, sino que además exige la participación coordinada de grupos de trabajo, agricultores, técnicos e investigadores.

Nuestro país cuenta hoy con una excelente plataforma para actuar en ese sentido: por ejemplo, con la estructura del INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) de más de 47 estaciones experimentales, 12 institutos de investigación y más de 300 agencias de extensión distribuidas a lo largo y ancho de todo el país. Además de 200 Grupos CREA (Consortios Regionales de Experimentación Agropecuaria), que nuclean a más de 2.000 productores y más de 30 regionales de AAPRESID (Asociación Argentina de Productores de Siembra Directa), con otro tanto de socios productores; a los que se suman las más de 30 carreras de ingeniería agronómica y cerca de 70



posgrados relacionados con las ciencias agropecuarias, constituyendo todo, la principal materia prima para el desarrollo, que no es otra cosa que la «materia gris».

Es dentro de esta plataforma, donde se plantea la necesidad de contar con mecanismos eficaces que catalicen el protagonismo

conjunto de todos sus actores: productores, técnicos, investigadores, empresas e instituciones, para lograr ese importante desafío que significa alcanzar la agricultura sustentable.

La salud del suelo y el uso racional de los recursos naturales no deja de ser un tema complejo más allá de preocupante y seguramente encierre más de un camino para afrontarlo, pero cualquiera que sea ese camino debe pasar por la concientización del hombre, recuperando el amor y la empatía por la naturaleza. Cuando se quiere algo y mucho, se lo quiere cuidar, y para cuidarlo es necesario conocerlo. Eso es el sabor del saber del suelo, que está en el andar de un camino que nunca termina.



...la belleza de la naturaleza y la belleza del entorno cultural creado por el ser humano son, evidentemente, ambos necesarios para mantener la salud del alma y del espíritu del hombre (K. L.)

Agradecimiento

Deseo agradecer profundamente la deferencia del Plenario de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria de otorgarme el Premio Bienal «Ing. Agr. Antonio Prego», versión 2016.

Siento este premio como un reconocimiento a mis treinta años de actuación en la investigación y extensión para la conservación de suelos, pero más aún al camino indicado por mis maestros, al acompañamiento de mis colegas y al sostén de mi querida familia.

...es para mí un placer recibir y compartir esta distinción con quienes me acompañaron a transitar este hermoso camino de «aprender desde el suelo», de «construir a través del suelo» y de «soñar con el suelo». Me honra el premio y me enorgullece haberlo alcanzado juntos.

Integración de tecnologías para mejorar procreos de rodeos bovinos en pastizales naturales del sudoeste correntino

ALFREDO CARLOS WITT, FERNANDO GUILLERMO WITT Y GUSTAVO FEDERICO WITT

Premio Mención Biogénesis Bagó 2015

Introducción

Antecedentes sobre el tema

El problema fundamental de la ganadería de cría bovina es el bajo número de terneros destetados en relación a cada cien vientres expuestos al servicio anual (porcentaje de destetes). Más allá del objetivo teórico deseado de 1 ternero/vaca/año, la realidad de los rodeos argentinos, y en especial del NEA, está muy distante de eso.

Se admite:

Países de alto desarrollo ganadero: destetes superiores al 75 %.

Países de bajo desarrollo ganadero: destetes entre el 40 y 65 %.

En el NEA los ganaderos que utilizan algunas tecnologías obtienen 65 % de preñez (51-79 %) y 57 % de destetes (43-69 %). En cambio, los otros ganaderos se estima que obtienen sólo un 45 % de destetes. Los primeros miden las pérdidas preñez-destete (mermas) estimadas en un 12 % (8-17 %). La ternera de reposición tiene afectada su recría invernal sobre campo natural por la baja calidad forrajera que determina menores ganancias y/o pérdidas de peso y en consecuencia retraso para alcanzar la pubertad.

Las dimensiones de los potreros, el obsoleto estado de alambrados o su falta por el relieve del terreno (malezal) y la no realización de

diagnósticos periódicos han permitido a la trichomonosis permanecer endémica en el NEA.

Está aceptado por los ganaderos del mundo que el comportamiento reproductivo es el rasgo más importante en la eficiencia económica del ganado de cría.

La relación fertilidad/producción/producto fue establecida en 20:2:1. Las pérdidas de los potenciales terneros ocurren básicamente por:

No preñez: bajos índices de gestación debido a problemas nutricionales, de manejo y sanitarios (reproductivos, en especial venéreas), que inciden en forma combinada.

Las pérdidas o mermas: producidas durante la gestación (muertes embrionarias/abortos), al parto (distocia y natimortos), perinatales y durante la crianza actúan también en forma conjunta.

Deben abordarse integralmente todos los factores mencionados y elaborar un protocolo estratégico para mejorar los índices de destete. Por lo tanto, el desafío que enfrenta el ganadero es aplicar programas económicamente factibles utilizando el amplio paquete tecnológico disponible con asesoramiento profesional y con el objetivo de optimizar la eficiencia reproductiva de sus rodeos.

Descripción de la situación inicial del establecimiento

El caso que se describirá surgió por consulta del CEO de una empresa agropecuaria (ganadería-forestación-citricultura) localizada en el NEA, preocupado por los continuos resultados negativos de la actividad de cría pese a las medidas aplicadas por años para mejorarla. Requirió nuestro asesoramiento para enfrentar el desafío de mejorar los índices de procreo.

Se trata de tres establecimientos propios: LV, L y CC, más otras hectáreas arrendadas lindantes con L o cercanas a LV.

Localización geográfica

Sudoeste de la provincia de Corrientes, partido de Esquina (ciudad cabecera Santa Rita del Río Corrientes), ubicado en los 30° de latitud sur y los 59° longitud oeste, con 32 metros sobre el nivel del mar. Los límites del partido son: al norte el río Corrientes, al noreste el partido de Curuzú-Cuatiá, al este el partido de Sauce, al sur el río Guayquiraró limitando con la provincia de Entre Ríos, al oeste el río Paraná y al noroeste el partido de Goya.



Figura 1. Mapa político de la provincia de Corrientes

Los establecimientos LV, L y CC se ubican en la Sección 4^a Malvinas del partido de Esquina.

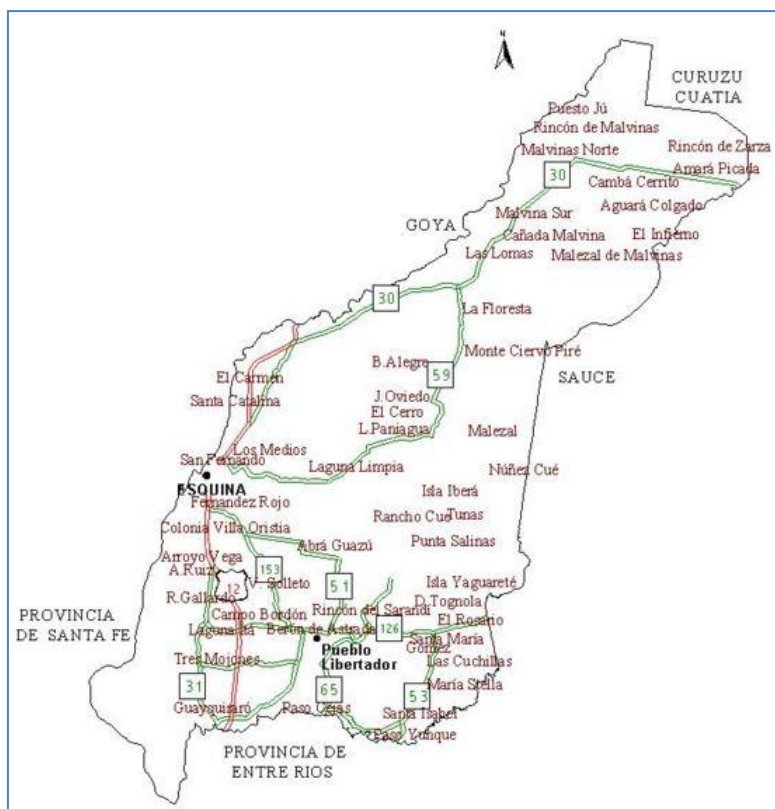


Figura 2. Partido de Esquina

Características del clima

Región Neotropical, distrito Subtropical. Veranos muy cálidos por la combinación de altas temperaturas-radiación-humedad. Las temperaturas medias son aproximadamente: anual $20,5^{\circ}\text{C}$, de enero $27,1^{\circ}\text{C}$ con máximas $40-44^{\circ}\text{C}$ y de julio $13,5^{\circ}\text{C}$ con mínimas de -2° a -4°C y algunas heladas. Una de sus características es el clima húmedo con precipitaciones medias anuales de 1310 mm. Este régimen pluviométrico suele producir excesos hídricos en otoño y primavera, con déficit estival e inviernos secos.

Suelos

Pertencen a la V región occidental de la provincia, también llamada Bajos del Río Corrientes. Para ser precisos en la caracterización hay que remitirse al mapa de suelos de la provincia de Corrientes, Escobar E. H. y otros, publicado por INTA-EEA Corrientes (1996). Dentro de una diversidad de tipos y aptitudes, el mayor

porcentaje del partido (70 %) tiene suelos Serie Chavarría, le sigue el llamado Malezal y otros de menor significación.

Chavarría: suaves ondulaciones o lomadas arenosas pardo amarillentas, alargadas y límites ondulados. El segundo horizonte arcilloso afecta la permeabilidad, formando una falsa napa de agua cercana a la superficie, que da origen a numerosas lagunas circulares aisladas o asociadas. Entre las lomadas hay una planicie embutida en su mayoría inundable y ambiente típico de cañadas y esteros, con mínima pendiente de escurrimiento. La mayor parte de LV y CC tienen estas características. Son suelos con escaso tenor en materia orgánica, deficientes en fósforo superficial y profundo, con índice de productividad bajo e inepto para agricultura. En las lomadas hay montes y son aptas para forestación. El típico tapiz vegetal que caracteriza el paisaje es la paja colorada (*Andropogon lateralis*), hay poáceas y ciperáceas en los ambientes más húmedos.

El otro paisaje es el Malezal que se caracteriza por extensos bañados, de escurrimiento lento o estanco con tapiz vegetal de paja cortadera y paja colorada, con bosques en algunas lomadas. Mayormente representado en L.

Los pastos nativos desarrollados en el ambiente (gramíneas C4) crecen en primavera y verano (megatérmicos). Se caracterizan por su alto contenido en fibra de baja digestibilidad (40 %), que provoca un tiempo de pastoreo 3 a 4 horas mayor al que realiza el bovino en zonas templadas. El ciclo es de rápida maduración y detienen su crecimiento al bajar la temperatura. Declina el contenido proteico lo que provoca restricción de la ingesta voluntaria invernal. También generan menor energía a nivel ruminal al producir más ácido acético que ácido propiónico.

El ambiente descrito, modelado por múltiples variables, algunas descritas anteriormente, determina que el hombre no pueda modificarlo. Por tanto ofrece suficientes fuentes de estrés que deben ser tenidas muy en cuenta para elegir el biotipo animal que se adapte con viabilidad económica.

Características de los establecimientos

Las estancias están separadas entre sí por una distancia punta a punta de 60 km. Las actividades que realizan son cría vacuna, forestación y citricultura.

Tabla 1. Características de los establecimientos LV, L y CC

| ESTABLECIMIENTO | SUPERFICIE GANADERA PROPIA (HA) | SUPERFICIE GANADERA ALQUILADA (HA) | FORESTACIÓN (HA) | SUPERFICIE GANADERA DISPONIBLE PARA ALQUILAR (HA) |
|-----------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------|---|
| LV | 3.761 | 2.283 | 2.000 | 4.921 |
| L | 2.182 | --- | --- | 2.717 |
| CC | 2.400 | 1.300 | --- | --- |
| Total | 8.343 | 3.583 | --- | 7.638 |

Tabla 2. Infraestructura

| EST. | POTREROS | PIQUETES | CORRALES CON MANGA, BAÑADERO Y BALANZA | CORRALES CON MANGA Y BAÑADERO | MOLINOS |
|------|----------------|-------------|--|-------------------------------|---------|
| LV | 22 (39-825 ha) | 9 (4-28 ha) | I | I | I |
| L | 12 (94-266 ha) | 4 (5-29 ha) | O | I | I |
| CC | 11 (56-67 ha) | 5 (8-44 ha) | I | O | O |

Lo detallado en la Tabla 2 corresponde a la superficie ganadera propia. Sólo dos molinos confirman que la fuente de agua para abreviar la hacienda son las lagunas naturales en los potreros. En CC hay una reserva natural de capibaras (carpinchos) que viven en sus lagunas y zonas aledañas. La empresa protege este hábitat.

En los campos propios hay buena conservación de alambrados e instalaciones de trabajo. Comienzo de división de grandes potreros con alambrado eléctrico. En potreros arrendados los alambrados son

deficientes. Destacable el diseño de corrales y manga que obliga a los animales a mirar siempre hacia adelante. Un solo hombre con una bandera desde el exterior estimula a la hacienda a avanzar sin agresión o estrés alguno, lo que provoca que se comporten con mansedumbre.

Instalaciones para destete precoz

El establecimiento CC fue elegido para centralizar la crianza de terneros provenientes del Destete Precoz Total (DPT) que se había iniciado en LV en 1988-89. Se destinaron en total 178 ha de campo (ex arrocera) aledañas a un puesto con casa y galpón. Dos silos de 30 toneladas y dos tolvas de 15 toneladas para acopiar alimento balanceado. Una chata playa con ruedas metálicas tracción a sangre por yunta de percherones para la distribución del alimento. En octubre de 1990 se terminaron las instalaciones de corrales de cría inicial en 4 ha con bebederos, comederos de madera y sombra. Para la recría I se destinaron cuatro piquetes con ensenadas de 15 x 15 metros con comederos de madera y bebederos. Para recría II disponían cuatro potreros naturales (216 ha) más una pastura implantada (32 ha).

Existencias de hacienda y características

El stock inicial en enero de 1992 era de 4.621 vientres. El biotipo de los rodeos generales era cruce *Bos taurus/Bos indicus*, llamadas «cruzas cebú», con base británica mayoría angus seguida por hereford. Hay predominio de genoma cebú $5/8$ y $3/4$ sangre, sobre tipos $3/8$ y $1/4$ sangre. De buen tamaño y peso (430-460 kg).

Planteo de manejo

Época de servicios y duración: en la mayoría de los rodeos correntinos es habitual utilizar servicio estacionado combinando dos temporadas generadas por los bajos índices de preñez. Al diagnóstico de gestación evitan rechazar el vientre vacío por primera vez

dándoles una segunda oportunidad en el servicio siguiente (complementario).

Esas combinaciones son: primavera-estival (PE) de mayor duración con parición invierno-primaveral (IP). Otra complementaria más corta otoño-invernal (OI) con parición verano-otoñal (VO), o bien invernal (I) con parición otoñal (O).

En el caso de los establecimientos LV y L las temporadas de servicio utilizadas eran:

Tabla 3. Duración de los servicios

| SERVICIO | FECHAS | PARICIÓN | DURACIÓN |
|----------|-------------|-------------|----------|
| PE | 15/09-31/01 | 24/06-09/11 | 135 días |
| I | 01/06-31/07 | 09/03-09/05 | 60 días |

La fecha de parición probable está calculada en base a la duración de la gestación del *Bos taurus* (282 días). Deben agregarse de 5 a 8 días por herencia del largo de gestación del *Bos indicus* (>290 días) en estas poblaciones cruza. El mayordomo había implementado la marcación a fuego con el número 0 detrás de la paleta a las vacas vacías al tacto. Ese vientre recibía la segunda oportunidad de preñarse en el servicio siguiente. Cuando un vientre era marcado por segunda vez con el número 0 era rechazado.

Índices de preñez

En base a la auditoría de partes mensuales e informes veterinarios, en 180 días de duración, registraban:

Tabla 4. Antecedentes de preñez y manejo

| SERVICIO | PÑ | PREÑADAS/TOTAL | MANEJO |
|----------|--------|----------------|-------------------------|
| 1983-84 | 69,7 % | 1.716/2.462 | LV con DTT convencional |
| 1984-85 | 52,4 % | 1.486/2.836 | LV con DTT convencional |
| 1988-89 | 71,8% | 2.452/3.414 | LV con DPT |

| SERVICIO | PÑ | PREÑADAS/TOTAL | MANEJO |
|----------|--------|----------------|----------------|
| 1989-90 | N/D | N/D | N/D |
| 1990-91 | 72,3 % | 2.873/3.975 | LV y L con DPT |
| 1991-92 | 71,2 % | 3.290/4.621 | LV y L con DPT |

Tipo de servicio

El establecimiento LV registra un largo historial en la aplicación de la tecnología de la IA desde el año 1973 en vaquillonas de 1° servicio y vacas vacías secas. La vaca con cría al pie recibía servicio natural con el 5 al 6,2 % de toros. Utilizaban el descanso y rotación de los toros durante el servicio. En LV a partir de implementar DPT se utilizó IA en cada grupo destetado, seguido por repaso de toros.

La vaquillona a 1° servicio

Todos los informes de evaluación de la preñez en las vaquillonas de 2 a 2,5 años destacaban la baja manifestación de celos durante el período de servicios, bajos índices de preñez luego de la IA más el servicio de repaso con toros y también baja preñez por servicio natural directo.

Avalan la situación descrita los siguientes datos rescatados en la auditoría de los informes veterinarios y partes mensuales del mayordomo:

- En LV servicio I 1985: 68,2 % preñez.
- En L servicio PE 1988: 48,9 % preñez (gestaciones grandes 9,1 %, medianas 27,7 % y chicas 12,1 %).
- En LV 1989: 43,3 % de vaquillonas cíclicas al tacto previo.
- En LV 1991: 1 % celo diario conjunto en IA, en dos meses 59,2 % inseminado.

En opinión de los responsables técnicos, confirmado por los datos detallados, siempre el mayor problema había sido la falta de peso y pubertad tardía preservicio. En resumen, un mal manejo de la recría de la hembra de reposición.

Sanidad

Endoparasitosis: se realizaban dosificaciones estratégicas con diferentes drogas antiparasitarias en otoño a los destetes (tres tratamientos). A categorías en recría dos tratamientos en otoño y dos en primavera. En 1991 hay indicaciones de desparasitar el destete cada 45 días.

Ectoparasitosis: es zona de control de la garrapata. La ventaja de contar con bovinos biotipo cebuino es que en ellos la infestación es menor y la resistencia a la tristeza es mayor. Se conoce que la hembra de *Boophilus* que cae del animal al pasto entre marzo y mediados de abril tiene mejor supervivencia invernal y da lugar a nuevas generaciones en primavera que con condiciones climáticas favorables infestarán de nuevo a los bovinos. De ahí que por rutina se hacían baños con productos garrapaticidas, uno en otoño y dos a tres en primavera-verano.

El plan sanitario no estaba formalmente establecido. Las vacunaciones eran las habituales: mancha y gangrena a los terneros más brucelosis a las terneras; carbunco bacteridiano a todos los animales mayores a un año y medio y aftosa según plan SENASA. No se encontraron registros de vacunaciones contra leptospirosis y enfermedades virales de los bovinos. Cabe destacar que en el año 1990 ante la presencia de terneros en recría enfermos el veterinario informa «posible brote de IBR» y envía material a laboratorio especializado. El laboratorio confirmó positividad a IBR en los materiales enviados.

Toros

En los registros del examen sanitario anual de toros figuran los exámenes de brucelosis y tuberculosis. Respecto al control de venéreas los informes indican en el año 1984 «se va hacer lavaje prepucial a los toros», en 1985 «raspaje a 90 de 147 toros». El resultado posterior del laboratorio indicó positividad a vibriosis en 15/64 toros (23,4 %). El profesional ordena lavaje prepucial con terramicina y vacunación contra vibriosis. En el servicio 1990-91 en el

establecimiento L tuvieron un índice de preñez del 45 % en las vaquillonas de 1° servicio. Por este resultado el informe del veterinario dice: «...sospecha de Trichomoniasis genital bovina». Resalta que el servicio fue compartido por toritos vírgenes con toros adultos provenientes de otros rodeos. No realiza raspajes prepuciales y aconseja tratar con dimetridazole a todos los toros. No realizó controles postratamiento.

Suplementación mineral

En la provincia de Corrientes las mayores carencias son de sodio y de fósforo. Infinidad de estudios demostraron la asociación de la carencia de fósforo con la subfertilidad. Gracias a años de trabajo de extensionistas y profesionales, hay conciencia en el ganadero de que esas carencias deben compensarse con suplementación mineral en bateas. La clásica mezcla de los ganaderos correntinos es sal con harina de huesos (50 %-50 %). En estas estancias se había utilizado la suplementación clásica. No hay controles del perfil mineral en los animales ni auditoría de la calidad de las mezclas.

Control del amamantamiento

La nefasta combinación «pobre nutrición-amamantamiento del propio ternero» determina la principal causa del anestro posparto y en consecuencia una larga temporada de servicios. En la provincia de Corrientes en el plan de manejo del anestro se popularizó el «destete temporario con tablilla o lata» para impedir el mamado del ternero por períodos de 6 a 10 y hasta 13 días (interrupción de la lactancia). Logran incrementos en la preñez en multíparas con condición corporal (CC) moderada al inicio. No tiene efecto en primíparas y en las de baja CC. Esta técnica trae aparejada pérdidas significativas de peso en los terneros al destete. En LV en los años 1983-86 utilizaron el destete temporario de 48 horas sin resultados por baja CC y haberlo realizado avanzada la lactancia, cuando debe realizarse a los 60-70 días posparto. También fue utilizado el «enlatado o tablilla» en los terneros.

Para el servicio PE de 1988-89 en LV iniciaron en base a los trabajos del INTA Concepción del Uruguay la implementación del Destete Precoz Total (DPT) en las vacas con cría. Los estudios fisiológicos indican que al suprimir la lactancia hay profundos cambios en la relación hormonal y una rápida recuperación de la CC con restablecimiento de la ciclicidad ovárica. Se mejoran los índices de preñez, sobre todo en la vaquillona de primer parto (30-35 %). Conjuntamente siguieron con el servicio de invierno por no lograr los índices de mejora esperados. El DPT continuó en las temporadas 1989-90, 90-91 y 91-92. En el organigrama de ventanas parición/servicio se cometía el error de iniciar el servicio entre 10 y 14 días posteriores al destete desaprovechando la inducción natural a celos agrupados que se producen entre los 8-11 días. Al no haber ajustado el manejo reproductivo y sanitario no se alcanzaron las metas propuestas.

Pérdidas o mermas

No se encontraron estudios del porcentaje y/o análisis de causas de las diferencias preñez/terneros destetados, si bien eran admitidas su existencia e incidencia en los resultados finales.

Genética

La empresa siempre tuvo el objetivo de la mejora genética de los rodeos iniciales realizando los servicios de IA con toros con avales genéticos y fenotípicos. Utilizaron al comienzo nelore para acebuzar y luego toros angus, hereford, brangus y braford.

En 1990 en LV realizaron una selección de vientres brangus e identificaron a fuego con letras según proporción de cebú/angus en tipo Y ($\frac{3}{8}$), M ($\frac{1}{2}$), U ($\frac{1}{4}$) y T ($\frac{3}{4}$). Tenía por objetivo la asignación de semen de toros con distinta proporción de genoma índico para el objetivo de definir el rodeo hacia el brangus variedad $\frac{3}{8}$. Además facilitaba la tarea del técnico inseminador. Los terneros nacidos en LV, futuros toritos, eran enviados al destete al establecimiento 20VI

en provincia de Buenos Aires para cría a pasto más suplementación. Se los premunizaba contra la tristeza. El segundo invierno se racionaban en el *feedlot* y en primavera eran reenviados a los establecimientos de Esquina para ingresar al servicio de vaquillonas. Así se siguió hasta la generación 1992 que regresó a Esquina en 1994.

Objetivos empresarios

- Duplicar los vientres del rodeo hasta estabilizarlo en un planteo de 9.000 a 10.000 vientres en servicio. Continuar y perfeccionar el manejo del DPT.
- Que los vientres sean de genética superior en productividad y tipo zootécnico. Preferencia por características raciales brangus y braford (variedad 3/8-5/8). Dispuestos a incorporar por compra vientres braford de calidad (vacas y vaquillonas con garantía de preñez) para equilibrar las poblaciones de ambos biotipos.
- Que los toros que se incorporen para reposición sean de producción propia.
- Abastecer de terneros al *feedlot* de la empresa en provincia de Buenos Aires con el objetivo de mejorar la rentabilidad del planteo así integrado.
- Seguir con la forestación (400-500 ha/año) en las tierras altas propias compensando con alquiler de campos ganaderos aledaños para equilibrar una adecuada carga animal.
- Establecer, mejorar y potenciar la interrelación con la actividad forestal (silvopastoril) buscando el mejor resultado técnico-económico para ambas actividades.

Adopción de tecnologías y prácticas de manejo

La estrategia propuesta para abordar el cumplimiento de los objetivos requeridos se detalla a continuación:

- Acelerar el cambio hacia el genotipo-fenotipo 3/8-5/8.

- Corrección de la época o temporada de servicios. Eliminación del servicio complementario de invierno.
- Acortar la duración de los servicios.
- Reducción en un año la edad a 1º servicio de las vaquillonas de reposición. Mejorar la recría de terneras y vaquillonas. Eliminar el servicio de vaquillonas de 3 años. Control de distocias.
- Planificar las fechas de diagnóstico de preñez para formar grupos de parición.
- Intensificar la atención de partos.
- Reprogramar el DPT y ventanas de servicio.
- Inseminación artificial: planificación y sincronización de celos.
- Toros: evaluación anual. Manejo del sistema de entore. Porcentaje de toros a servicio.
- Producción de toritos de reposición recriados en su ambiente.
- Sales minerales: control y ajuste de formulaciones.
- Sanidad: control estratégico de enfermedades parasitarias. Enfermedades infectocontagiosas: prevalencia, análisis de riesgo, elección de vacunas. Calendario de aplicación.
- Resultados alcanzados: análisis de las causas de mermas y evaluación anual del programa. Ratificación y/o rectificación del programa en ejecución.

Aprobadas las propuestas, se inició el asesoramiento el día 9 de enero de 1992, a 22 días de la finalización de los servicios de la temporada 1991-92. Ante la imposibilidad de poder influir en los resultados de preñez del ciclo, ya definidos por el sistema aplicado, serán considerados como valores de referencia «0», además de los índices de ciclos anteriores obtenidos en la auditoría.

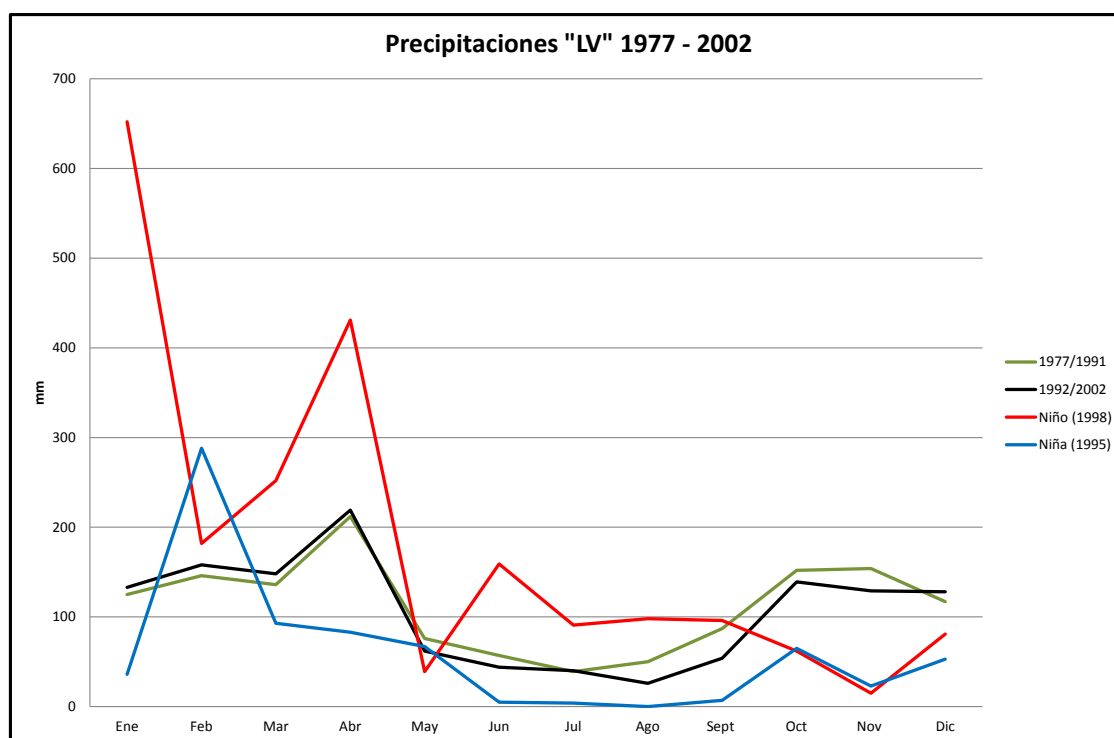
Acelerar el cambio hacia genotipo-fenotipo 3/8-5/8

La proporción de genoma *Bos indicus* en los rodeos que había determinado su adaptación ambiental era algo elevada en detrimento de su productividad, calidad carnicera y objetivos empresarios. El Programa Genético priorizó la homogenización del biotipo (brangus/braford) a una proporción 3/8 de *Bos indicus*. Para ello los servicios de IA se concentraron en las vacas de LV desde 1992-93 en forma ininterrumpida y en las vaquillonas de 1º servicio de 2 años en L a partir de 1996-97. Se utilizó semen congelado de toros con evaluación genética, residentes en centros de IA habilitados por SENASA, que garantizaron la calidad biológica, sanitaria y trazabilidad.

Corrección de la temporada de servicios y eliminación del servicio complementario de invierno

Se adoptó la temporada PE donde hay sincronía del clima que provoca el crecimiento vegetativo de los pastizales naturales con el período de mayor requerimiento de la vaca. Además de la calidad forrajera que determina mayores ganancias diarias de peso, la estacionalidad con días largos mejora la eficiencia reproductiva en especial en vientres con genoma índico. Los registros pluviométricos respaldan la elección al mostrar un período de cinco meses «secos» (mayo-septiembre) y uno «húmedo» (octubre-abril).

Gráfico 1. Precipitaciones LV, 1977-2002



Se eliminó el servicio complementario de invierno en base a que los requerimientos nutricionales de la vaca difieren según su estado fisiológico. En términos prácticos se calculan los requerimientos en la unidad Equivalente Vaca (EV). El final de la gestación y la lactancia se calculan en 1,4 EV y el período seco en 0,6 EV. Por lo tanto, con el objetivo de sincronizar oferta/demanda forrajera el período invernal es para vacas secas y no para crianza del ternero y/o servicios en pastizal natural. Además al coexistir con categorías muy demandantes de nutrición, como las terneras y vaquillonas de recría que hay que privilegiar, el servicio invernal obliga a bajar la carga animal de los potreros.

Acortar la duración de los servicios

Se estacionó desde el 1º de octubre al 15 de febrero del año siguiente (135 días). El análisis de resultados previos demostraban menor preñez en los vientres de parición temprana (junio/julio) debido a que por el balance energético negativo se afectaba la CC que recién era compensada muy avanzada la primavera.

Reducción en un año la edad a 1° servicio de las vaquillonas de reposición

Esta medida de manejo otorga un beneficio económico ya establecido en el 17 % y tiene fuerte impacto en la producción de terneros. De 2 años a 15 meses en zonas aptas y de 3 a 2 años en zonas marginales. Para que la hembra tenga la habilidad de procrear temprano (fertilidad) debe tener una recria adecuada que le permita alcanzar el 65 % del peso de la vaca adulta del rodeo de donde proviene al momento de iniciar el servicio. En el caso de estos establecimientos con vacas entre 430-460 kg, cada vaquillona debería pesar entre 280-300 kg. Por lo tanto, es un problema de la eficiencia de la recria expresada en ganancia kg/día entre 6 y 8 meses y el peso objetivo. Para la región NEA ya fue determinado que el peso umbral lo debe alcanzar en el otoño previo al servicio primaveral (+/-18 meses cuando muda dientes de leche a dos dientes). Debe tratarse que mantengan el peso durante el período invernal hasta la primavera.

En el establecimiento L el primer control de pesos realizado a vaquillonas señal '90 informó:

Tabla 5. Control de peso de vaquillonas señal '90

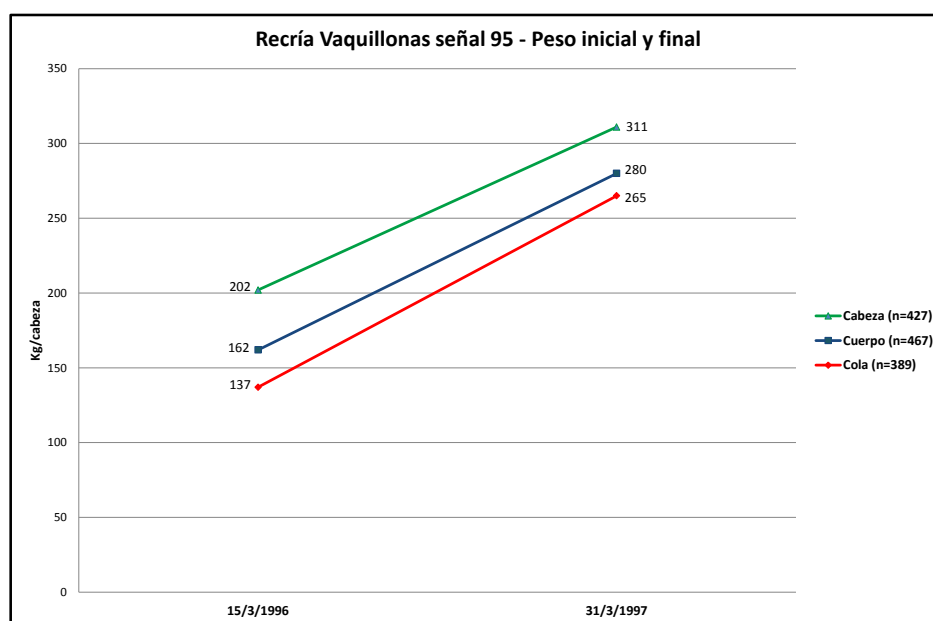
| Pesada | LOTE CABEZA | | LOTE CUERPO | |
|----------|-------------|-----|-------------|-----|
| | n | kg | n | Kg |
| 15/09/92 | 318 | 209 | 348 | 181 |
| 15/10/92 | | 222 | | 235 |

El 1/11/92 se inició el servicio natural de 421 vaquillonas pese a estar con 60-80 kg debajo del umbral. Se difirió para servicio con tres años a 135 vaquillonas y se rechazaron 110. Las terneras señal '91 al 5/10/1992 con 12-13 meses resultaron: 20 % > 155 kg, 70 % 135/155 kg, 10 % < 130 kg. Estos datos ratifican que los nutrientes del pasto natural de la zona solo permiten una ganancia anual de 75-85 kg, por lo que las vaquillonas llegan al peso umbral de servicio a los 32-36 meses de edad.

Mejorar la recría de terneras y vaquillonas

Para revertir la situación de la recría deficiente el nutricionista elaboró un plan para mejorar los pesos de crianza en el sistema del DPT, suplementando con concentrados proteico-energéticos el primer invierno de las terneras y suministrando un concentrado proteico a las vaquillonas en el segundo invierno. Aquí la decisión de la empresa fue de total apoyo a invertir en el programa. En la práctica, sin tractor, dos personas con la chata baja tirada por una yunta de percherones, repartían la suplementación en base a un subproducto de algodón (40 % PB) calculando un aporte de 250-350 gr/día/cabeza de proteína bruta para una ganancia $> 0,300$ kg/día en las vaquillonas.

Gráfico 2. Recría de las vaquillonas señal '95. Peso inicial y final



El gráfico muestra el peso Inicial (6-8 meses) y el final (18-20 meses) de las terneras señal '95. Los lotes «cabeza» y «cuerpo» tenían adecuados pesos iniciales. Una ganancia aceptable de $0,311$ kg/día en 380 días y el alcance en otoño previo al servicio del peso objetivo 280-300 kg. Aún el lote «cola» tuvo una buena recría ($0,337$ kg/día) sólo que inició con menor peso al destete (137 kg). Por lo tanto, con peso en marzo (6-8 meses) mínimo de 160 kg y ganancia en 380 días de $> 0,300$ kg/día, el objetivo se pudo cumplir luego de dos años de ajustes

para optimizar la suplementación invernal. También se ratifica la importancia que para la preñez temprana significa alcanzar el peso umbral al principio del servicio por sobre ganancias del mismo durante el mismo.

Eliminar el servicio de vaquillonas de 3 años

Durante los primeros cinco años se retuvieron las vaquillonas de 3 años y 2^a oportunidad (vacías de 2 a 2,5 años) por necesidad de aumentar el rodeo. Categoría que desaparece a partir del servicio 1997-98.

Control de distocias

El control de las distocias en las vaquillonas de 1^o servicio se fue mejorando utilizando toros con información de facilidad de partos. Se produjeron toritos $\frac{1}{4}$ Sangre (Británico) para servicio natural de repaso de los lotes inseminados. A estas acciones se sumó la capacitación del personal, fundamental para el objetivo.

Planificar las fechas de diagnóstico de preñez para formar grupos de parición

Para planificar el DPT y fechas de servicios hay que tener organizada la secuencia de parición en base a agrupamiento de vientres de semejante desarrollo gestacional. Se organizaron las fechas para realizar los diagnósticos como se detalla a continuación:

Primera quincena de enero: Preñez Grande (PG) de los servicios desde el 1^o de octubre al 15 de noviembre.

Primera quincena de febrero: Preñez Media (PM) de los servicios desde el 16 de noviembre al 31 de diciembre.

Primera quincena de abril: Preñez Chica (PCh) de los servicios desde el 1^o de enero al 15 de febrero.

Las fechas corresponden aproximadamente a gestaciones mayores a 45 días al día del examen por palpación rectal.

Intensificar la atención de partos

Facilitado por el diagnóstico de preñez en tres etapas, el personal pudo controlar mejor los lotes en parición. Lo iniciaban por los rodeos de PG. Al comenzar los partos de vientres de PM incorporaban a éste las no paridas del grupo anterior. Igual cuando comenzaban a parir el grupo final de PCh. Finalizada la parición en noviembre presentaban para examen genital todo el grupo residual sin cría a efectos de evaluar las mermas.

Reprogramar el DPT y ventanas de servicio

Quince días antes del DPT abrupto y definitivo, los terneros eran sometidos al acondicionamiento sanitario (vacunaciones), castración, señalada e identificación con caravana de color por grupo de parición. La secuencia para realizar el DPT se describen en la tabla 6.

Tabla 6. Cronograma de fechas de parición y DPT

| PARICIONES | MARCA | DPT SEMANA |
|-------------|-------|------------|
| < 31/07 | F1 | 4° sep |
| 01 al 15/08 | F2 | 1° oct |
| 16 al 31/08 | F2 | 3° oct |
| 01 al 15/09 | F3 | 1° nov |
| 16 al 30/09 | F3 | 3° nov |
| 01 al 15/10 | F4 | 1° dic |
| 16 al 31/10 | F4 | 3° dic |
| 01 al 15/11 | F5 | 1° ene |
| >16/11 | F5 | 2° ene |

Las fechas se ajustaban para iniciar la tarea de DPT en día lunes. El servicio de cada lote se iniciaba al 3° día del DPT.

El grupo F1 es el único de mayor intervalo posparto al inicio de los servicios. El resto lo iniciaba 45-50 días. Significado de F1, F2, etc.: es marcar a fuego detrás de la paleta izquierda las vacas con el número respectivo al período de parición de acuerdo al sistema implementado por el mayordomo. Con el devenir de los años cuando se examinaba

una vaca, podía leerse su historia de pariciones (Ejemplo: secuencias 1 2 3 3 5 0 1 2... etc.) muy práctica, si bien con deterioro en el valor del cuero. Se respetaba descanso posdestete por el manifiesto estrés de la vaca y a las 48-60 horas ingresaban a servicio. En establecimientos L y CC los vientres recibían servicios por monta natural. En LV cada grupo de desternerado se integraba a un programa de IA. Los vientres de baja CC, al igual que las F5, iban directo a servicio natural.

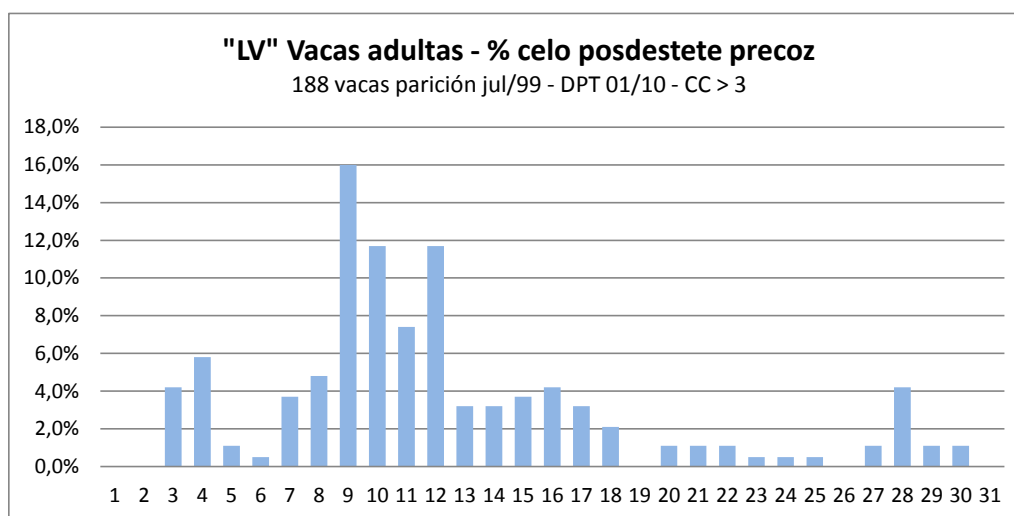
Inseminación artificial: planificación y sincronización de celos

En LV el programa daba inicio entre las 48 y 60 horas posdestete.

Sistema Clásico: el idóneo inseminador y ayudantes iniciaban la detección celos AM-PM para IA a +12 horas. El brusco corte de la lactancia produce cambios hormonales que determinan agrupamiento de celos entre los días 8 y 11-12 posdestete, oscilando entre el 40 al 50 % del rodeo. Se logran primo inseminaciones del 80-90 % en 21 días. Las vacas inseminadas se agrupaban en piquete de depósito y semanalmente se incorporaban a potrero para servicio natural de repaso.

El gráfico 3 muestra una distribución típica de celos posdestete en un año normal. En 21 días el 91,5 % del lote tuvo primer servicio de IA con un pico del 46,8 % entre días 8 y 12.

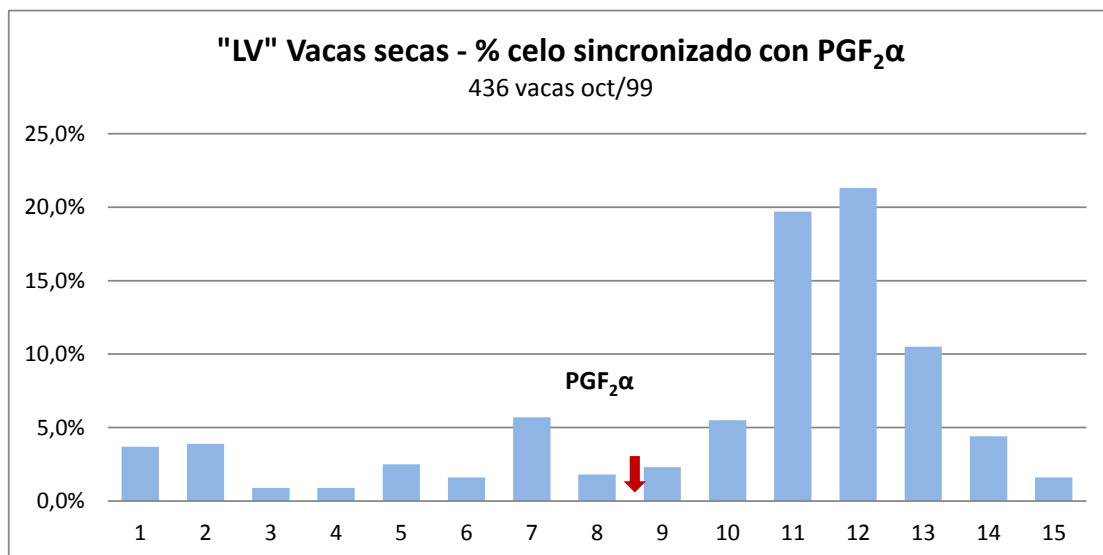
Gráfico 3. LV, vacas adultas - Porcentaje de celo posdestete precoz



Por el corte abrupto de la lactancia y cambios hormonales un porcentaje de vacas tienen fase luteal corta razón por la cual la preñez en primer servicio es un 6-10 % menor a la normal.

Las vacas secas, 9,3 % del total anual a servicio, iniciaban el 1-10 de cada año los servicios de IA en LV, previo diagnóstico del estado genital para descartar preñeces de robo. Si la tasa de celo diario conjunto oscilaba entre el 2,5 y 3,5 % en los primeros ocho días habilitaba al técnico inseminador a aplicar al remanente no inseminado una dosis de prostaglandina $F_{2\alpha}$, PM del 8º día (así el pico de celos de 60-72 horas se manifiesta de día). La luteólisis inducida determina el agrupamiento de celos en los siete días siguientes con tasas promedio del 65 % lo que acumulaba un 82-88 % primo inseminado en quince días. Se controlaba repetición de celos e inseminaba entre los días 18 y 40 pasando de inmediato a servicio natural. El grupo «no celo» del primer ciclo de quince días se lo incorporaba directo a servicio natural.

Gráfico 4. LV, vacas secas – Porcentaje de celo sincronizado con prostaglandina



En vaquillonas de 2 años recién se implementó la IA a partir de la temporada 1997-98, una vez mejorada la recria.

En un programa de IA de vaquillonas de lotes numerosos está contraindicado el método clásico de rodeos AM/PM por lapsos de 45-

60 días continuos. Las razones son climáticas, pastoreos que se deterioran por el pisoteo, necesidad de personal extra y la labilidad de la categoría que pierde peso y disminuye el celo diario conjunto. Además, por lo ya expresado en el capítulo de la recría y los registros de baja eficiencia no lo aconsejaban. Por lo tanto, sólo era elegible un método que permitiera la IA sistemática o a tiempo fijo. Para éste objetivo en la década de 1990 se contaba a nivel comercial con un producto importado que consistía en un implante subcutáneo que combinaba un progestágeno sintético con un éster del 17β -estradiol. Se debía implantar subcutáneo en la zona de la superficie convexa de la base de la oreja el día 1 y se extraía al día 10. Se realizaba la siembra de semen (IATF) al grupo tratado entre las 48 y 54 horas posteriores al retiro del implante. Los protocolos indicaban que podía aplicarse a hembras cíclicas como no cíclicas. Dieciséis días después de la IATF el grupo inseminado era controlado por siete días (días 28 al 35) para detectar celos AM/PM e inseminarlas. Así, en un período de 35 días a partir de la colocación del implante se habían cubierto dos ciclos.

Para la última temporada 2001-02 estuvo disponible en el mercado un producto más eficiente para regular el ciclo estral del bovino: los dispositivos intravaginales siliconados impregnados en progesterona natural (P4) y el benzoato de estradiol inyectable. El protocolo consiste en iniciar el tratamiento colocando el dispositivo en la vagina más la aplicación intramuscular de 2 mg de benzoato de estradiol, responsable de la supresión de folículos dominantes, e inicio cuatro días después de una nueva onda de desarrollo folicular que permitirá ovular un ovocito joven y fértil. El dispositivo se deja por ocho días, se extrae y a las 24 horas se aplica una dosis de 1 mg de benzoato de estradiol (dosis estimulante de la LH para ovulación) y se insemina la totalidad del lote a tiempo fijo a las 52-56 horas. Este método demostró mayor eficiencia en la sincronización del tiempo de ovulación. El control de la repetición se hizo de igual forma (días 16 al 23 pos IATF). En período de 33 días a partir de la colocación del dispositivo se cubren dos ciclos.

Toros

Evaluación anual

Anualmente entre 30 y 60 días de finalizados los servicios los toros utilizados en la temporada finalizada eran sometidos a:

- Evaluación clínico-general y zootécnica.
- Examen de genitales externos e internos.
- Medición de circunferencia escrotal a los toros jóvenes que habían finalizado su primera temporada de servicios (reexamen de CE).
- Examen sanitario: brucelosis, tuberculosis, trichomonosis y campylobacteriosis.
- Examen de venéreas se repetía preservicio hasta dos diagnósticos negativos de cada toro.

Tabla 7. Examen anual de toros y causas de rechazo en diez temporadas

| EXAMEN ANUAL DE TOROS | | | | |
|--|-----------------------------|------|-----|--------|
| TOROS PRESENTADOS | | 1647 | | |
| <i>Examen clínico, general y zootécnico</i> | | | | |
| | Edad | 109 | | |
| | Patas pezuñas | 11 | | |
| | Actinobacilosis | 9 | | |
| | Baja condición corporal | 6 | | |
| | Tipo | 24 | | |
| | Libido nula (informada) | 6 | 165 | 10,0 % |
| <i>Examen genitales externos/internos y CE</i> | | | | |
| | Postitis | 32 | | |
| | Hematoma de pene | 9 | | |
| | Degeneración testicular | 14 | | |
| | Involución CE (toritos 30M) | 42 | | |
| | Epididimitis | 3 | | |
| | Seminovesiculitis | 2 | 102 | 6,2 % |
| <i>Exámenes sanitarios</i> | | | | |
| | Brucelosis | 1 | | |
| | Tuberculosis | 41 | | |

| EXAMEN ANUAL DE TOROS | | | | |
|-------------------------|---------------|------------|--------------|---------------|
| | Trichomonosis | 8 | 50 | 3,0 % |
| TOROS RECHAZADOS | | 317 | | 19,2 % |
| TOROS APTOS | | | 1.330 | 80,8 % |

La discriminación de las causas de rechazo está resumida en la Tabla 7. Para los rechazos por edad el criterio fue descartar toros que, aunque aptos, cumplieran los 7 años (salvo alguna excepción de individuos superiores) para permitir el ingreso de mayor número de toritos de 2 años. Primó la elección de la mejor genética de las nuevas generaciones. La involución de la CE eran toritos aceptados a los 18 y 24 meses que luego de su primera temporada de servicios habían disminuido el perímetro por debajo de 32 cm. Se recomienda adoptar este criterio de reexamen de la CE para identificar individuos que, por estrés de adaptación u otros procesos, experimentan procesos de atrofia testicular. La elección de hacer en este momento el primer control de trichomonosis está explicada en el punto que trata la enfermedad.

Manejo del sistema de entore

El comportamiento sexual del toro se manifiesta en la libido y en la habilidad copulatoria. No tiene asociación con otros caracteres como la CE. Si bien se puede evaluar por la Prueba de Capacidad de Servicio, no fue aplicada en los toros de estos establecimientos debido al programa de control de venéreas que se ejecutaba. Lo que influye significativamente en la tasa de preñez en entores múltiples, como los utilizados normalmente a campo, es el comportamiento social de los toros. Sus interacciones varían entre «amigables» y «combativas». La primera es propia de toros jóvenes sin jerarquía o dominancia social establecida. La segunda, habitual en los toros adultos, se exalta ante hembras en celo y de agresivos se tornan combativos hasta que se establece el «orden social de dominancia» donde la «veteranía» es un factor muy influyente. Este concepto fue bien explicado y aplicado

con rigurosidad. Los grupos de toros se ordenaban por franja etaria, correspondiendo con la edad aproximada de los vientres de los rodeos a donde se destinaban. Los toritos de 2 años eran asignados a vaquillonas de 1º servicio y a vacas de 1º parto a 2º servicio. En síntesis, se debía confeccionar planillas de Asignación de Servicios por Rodeo (Ingreso-Egreso), con la identificación del RP de cada toro (número a fuego 4 dígitos donde el primero indica el año de nacimiento). Se estableció la prohibición absoluta de «rotar» toros entre rodeos y/o retirarlos a descanso y/o tener toros de reserva. La identificación de toros por rodeo permite la detección temprana de problemas. Por ejemplo, en el servicio 2000-01 en el diagnóstico de preñez del mes de abril en el establecimiento L tres lotes dieron preñeces del 89,2 %, 87 %, 79,2 % y uno el 71,4 %. Sospechada una venérea (mal alambrado de campo alquilado) sobre este último se investigó el grupo de toros que estuvieron en servicio en dicho rodeo. Resultaron positivos a trichomonosis cuatro toros en el primer examen y uno en el segundo. No se detectaron otros toros positivos en los exámenes siguientes de la totalidad de los toros.

Porcentaje de toros a servicio

Un tema discutido es el porcentaje de toros a utilizar en entores múltiples. En general, el ganadero del país no tiene conocimientos precisos sobre la capacidad de servicio de los toros. La mayoría de los establecimientos de la pampa húmeda utilizan en promedio el 4 %. En zonas marginales el 6-7 %, considerando la población total de toros en edad de servicio de cada ganadero. Posiblemente este exceso de toros se debe a que no realizan una exhaustiva evaluación de la capacidad reproductiva y sanitaria de los toros, y en muchos casos conviven con venéreas. Planificada la dotación de vientres a recibir en cada potrero, los toros asignados ingresaban con el primer grupo de vacas desterneradas. A medida que sucedían los destetes, se agregaban vacas a cada potrero hasta cumplir con la ocupación planeada. Este sistema permitía que los toros tuvieran el desafío de celos de los 8-11 días con intervalos de días igual a los destetes programados.

En la Tabla 8 se detalla el % de entore y preñez de los tres establecimientos en las diez temporadas de servicio, sobre 65.475 vientres se utilizaron 1.844 toros totales, que representan el 2,8 % con edad promedio de 3,6 años.

Tabla 8. Porcentaje de entore y porcentaje de preñez en los tres establecimientos durante diez temporadas

| % ENTORE Y % PREÑEZ - "LV"/"L"/"CC" en 10 temporadas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|------------|-------------|-----------|-------|--------------|-------------|-------------|-----------|-------|-------------|------------|-------------|-----------|-------|--------------|-------------|-------------|------------|
| Servicio | "LV" | | | | | "L" | | | | | "CC" | | | | | Total | | | |
| | Vientres n° | Toros n° | Entore % | Tipo serv | PÑ % | Vientres n° | Toros n° | Entore % | Tipo serv | PÑ % | Vientres n° | Toros n° | Entore % | Tipo serv | PÑ % | Vientres n° | Toros n° | Entore % | Edad toros |
| 92/93 | 2849 | 41 | 1,4% | IA+S/N | 88,9% | 940 | 35 | 3,7% | S/N | 76,2% | 974 | 30 | 3,1% | S/N | 72,9% | 4763 | 106 | 2,2% | 3,1 |
| 93/94 | 2878 | 30 | 1,0% | IA+S/N | 89,8% | 1628 | 55 | 3,4% | S/N | 78,5% | 469 | 21 | 4,5% | S/N | 84,4% | 4975 | 106 | 2,1% | 3,1 |
| 94/95 | 2859 | 47 | 1,6% | IA+S/N | 80,8% | 2212 | 86 | 3,9% | S/N | 83,2% | 490 | 17 | 3,5% | S/N | 88,4% | 5561 | 150 | 2,7% | 3,1 |
| 95/96 | 2293 | 41 | 1,8% | IA+S/N | 87,5% | 2471 | 121 | 4,9% | S/N | 81,8% | 654 | 22 | 3,4% | S/N | 92,7% | 5418 | 184 | 3,4% | 3,6 |
| 96/97 | 2548 | 57 | 2,2% | IA+S/N | 86,8% | 3159 | 134 | 4,2% | IA+S/N | 78,7% | 557 | 16 | 2,9% | S/N | 94,6% | 6264 | 207 | 3,3% | 3,8 |
| 97/98 | 2717 | 50 | 1,8% | IA+S/N | 90,4% | 2905 | 110 | 3,8% | IA+S/N | 86,1% | 605 | 26 | 4,3% | S/N | 85,9% | 6227 | 186 | 3,0% | 3,6 |
| 98/99 | 2106 | 50 | 2,4% | IA+S/N | 83,3% | 4187 | 132 | 3,2% | IA+S/N | 83,5% | 623 | 20 | 3,2% | S/N | 78,0% | 6916 | 202 | 2,9% | 4,0 |
| 99/00 | 2011 | 41 | 2,0% | IA+S/N | 74,4% | 5388 | 152 | 2,8% | IA+S/N | 89,9% | 593 | 20 | 3,4% | S/N | 89,2% | 7992 | 213 | 2,7% | 3,7 |
| 00/01 | 2066 | 36 | 1,7% | IA+S/N | 92,7% | 5768 | 181 | 3,1% | IA+S/N | 89,8% | 551 | 21 | 3,8% | S/N | 82,8% | 8385 | 238 | 2,8% | 3,9 |
| 01/02 | 2173 | 35 | 1,6% | IA+S/N | 92,1% | 6283 | 195 | 3,1% | IA+S/N | 86,9% | 518 | 22 | 4,2% | S/N | 85,5% | 8974 | 252 | 2,8% | 3,9 |
| Total | 24500 | 428 | 1,7% | | | 34941 | 1201 | 3,4% | | | 6034 | 215 | 3,6% | | | 65475 | 1844 | 2,8% | 3,6 |

En la Tabla 9 está detallado el desglose del porcentaje de entore en el grupo de vientres inseminados más repaso con toros y en los vientres a servicio natural directo.

Tabla 9. Porcentaje de entore según tipo de servicio en diez temporadas

| % ENTORE SEGÚN TIPO DE SERVICIO EN 10 TEMPORADAS | | | | | | | |
|--|----------|-------|-------|-------|----------|-------|------|
| IA + SN | | | | SN | | | |
| Est. | Vientres | Toros | % | Est. | Vientres | Toros | % |
| LV | 24.500 | 428 | 1,7 % | L | 28.466 | 1.065 | 3,7% |
| L | 6.475 | 136 | 2,1% | CC | 6.034 | 215 | 3,6% |
| Total | 30.975 | 564 | 1,8% | Total | 34.500 | 1280 | 3,7% |

Producción de toritos de reposición recriados en su ambiente

Los terneros seleccionados para futuros toritos nacidos en el establecimiento LV, destetados precozmente y criados en CC, eran enviados a recriar en provincia de Buenos Aires. Ellos fueron las señales 1990 (S '90), 1991 (S '91) y 1992 (S '92). Con 2 años eran enviados a Esquina para el servicio de vaquillonas. La empresa aprobó nuestro consejo de recriar en Esquina CC los toritos a partir de la S '93 en adelante.

La clasificación por tipo (características raciales, conformación, aplomos) era realizada a los 18 meses (+/- 45 días) y los aprobados eran evaluados sanitaria y genitalmente. El examen consistía en la evaluación clínica de la conformación testicular, la elasticidad y su tono, desarrollo y normalidad de epidídimos y el peso/volumen testicular a través de la CE. La selección de toritos jóvenes y su utilización a la menor edad posible en servicio natural es un criterio acertado y deseable. Para el cometido es esencial determinar la edad en la cual alcanzan la pubertad (P). La CE por su alta repetibilidad y heredabilidad se utiliza como herramienta de selección predictora de P y es independiente de la raza y peso. La CE de 28 cm está relacionada con el 1º eyaculado conteniendo $\geq 50 \times 10^6$ espermatozoides con ≥ 10 % de motilidad progresiva. La CE de 32 cm está relacionada con 1º eyaculado conteniendo $\geq 500 \times 10^6$ espermatozoides con ≥ 50 % de motilidad progresiva. Esta calidad seminal tiene una fertilidad semejante a la de toros adultos. El criterio que se adoptó para el alta fue que a 18 meses superaran el mínimo de

28 cm y a los 24 meses los 32 cm. Con los datos se confeccionó la Tabla 10:

Tabla 10. Resumen de toritos de 2 años incorporados a servicio en diez temporadas

| TORITOS 2 AÑOS INCORPORADOS A SERVICIO | | | | | | |
|--|----------|-------|-------------------|------------|----------------------|--|
| Recría | Servicio | Señal | Aceptados 18 m | A servicio | Rechazos | Causas |
| EO | 92/93 | 90 | 50 | 44 | | |
| EO | 93/94 | 91 | 59 | 43 | | |
| EO | 94/95 | 92 | 78 | 53 | | |
| Total recría EO | | | 187 | 140 | 47 25,1 % | Laminitis 17 CE 17 Otras 13 |
| CC | 95/96 | 93 | 71 | 51 | | |
| CC | 96/97 | 94 | 51 | 51 | | |
| CC | 97/98 | 95 | 47 | 47 | | |
| CC | 98/99 | 96 | 45 | 45 | | |
| CC | 99/00 | 97 | 69 | 69 | | |
| CC | 00/01 | 98 | 64 | 64 | | |
| CC | 01/02 | 99 | 64 | 63 | | |
| Total recría CC | | | 411 | 390 | 21 5,1 % | CE 13 Otras 8 |

A los 18 meses el mayor porcentaje de rechazos fue por tipo y CE. La insuficiente CE fue la causa genital que determinó el mayor número de rechazos en ambos controles. El cuadro muestra datos de toritos recriados, de los cuales 598 fueron aceptados a 18 meses y de ellos 530 iniciaron su vida reproductiva. Además compara la baja del 25,1 % de los toritos recriados en la provincia de Buenos Aires versus el 5,1 % de los recriados en Esquina. Los toritos terminados en el *feedlot* no tuvieron una dieta de recría diferencial con la ofrecida a los novillos del *feedlot*. Las dietas secas de baja fibra efectiva fueron la causal de las lesiones metabólicas y su expresión como laminitis. Distintas ofertas de fibra efectiva deben ser consideradas para las recrias de reproductores machos y hembras con encierre.

Sales minerales: control y ajuste de formulaciones

La suplementación mineral de calidad e inocuidad sanitaria de las mezclas (posibles portadoras de *Actinobacillus*, *C. botulinum*, etc.) se organizó con un proveedor confiable y de prestigio que garantizara el producto. La formulación debía adecuarse a los requerimientos de las haciendas, luego de haber evaluado el perfil mineral sérico de muestras de distintas categorías. Se consensuó una mezcla de verano y otra de invierno enriquecida con 8,5 % de óxido de magnesio. El suministro se ofreció en bateas para consumo *ad libitum*. Además en otras bateas se ofrecía solo cloruro de sodio (sal gruesa). El mayor consumo de la mezcla mineral se producía entre junio-julio 60 gr/vaca/día y en agosto-septiembre 40 gr/vaca/día).

Tabla II. Bioperfil mineral

| BIOPERFIL MINERAL | | | | | |
|-------------------|-----------------|----------|---------|---------|------|
| Est. | Fórmula mineral | Ca | P | Mg | Cu |
| LV | Verano | 9,12 | 4,46 | 1,61 | 0,52 |
| LV | Invierno | 9,24 | 6,54 | 2,43 | 8,86 |
| L | Invierno | 11,29 | 6,11 | 2,57 | 0,68 |
| VN mg% | | 7,2/12,0 | 4,0/8,0 | 1,8/3,0 | >0,5 |

La Tabla II muestra el resultado de dos controles serológicos del perfil mineral correspondientes a muestras obtenidas de animales según cada una de las suplementaciones (verano e invierno). Se destaca el nivel de magnesio provocado por la sal de invierno.

Sanidad

Control estratégico de enfermedades parasitarias

Ectoparasitosis: se inició la aplicación de doramectina a los terneros nacidos en primavera para prevenir miasis en ombligos. Se mantuvo el esquema con productos garrapaticidas: uno en otoño y dos a tres en primavera-verano. Según circunstancias, de notarse mayor carga de

garrapatas, se realizaban los baños adicionales necesarios. El tratamiento con ivermectinas, por su acción ectocida, controlaba los artrópodos.

Endoparasitosis: no había reportes de presencia de animales con síntomas clínicos que hicieran sospechar parasitosis gastrointestinales y pulmonares. No obstante se realizaron análisis coproparasitológicos por colega especialista de Esquina, en abril y junio de 1992, quien informó moderada infestación al recuento (Mc Master) en vaquillonas de 18 meses. Negatividad total en terneras de 1 año como resultado del plan que se ejecutaba. Resultados buenos considerando que los animales jóvenes liberan más huevos de parásitos en el período otoño-invernal. En primavera coincide la eliminación de menos huevos por los parásitos y la creciente inmunidad que adquiere el animal. A los efectos de facilitar el manejo se tomó la decisión de ajustar y seguir con el programa de Desparasitación Estratégica Racional, con rotación de drogas químicamente diferentes para evitar resistencias.

Tratamientos antiparasitarios recomendados:

Terneras y toritos (6-8 meses): en marzo, abril y mayo se alternaban endectocidas inyectables (ivermectinas) con intervalo de 45-60 días y los benzimidazoles cada 21-30 días. En noviembre y diciembre se suministraban benzimidazoles a doble dosis para acción sobre *Ostertagia* en hipobiosis alternando con ivermectinas.

Vaquillonas y toritos en recría: en otoño dos tratamientos y uno en primavera de los antihelmínticos mencionados.

En las vaquillonas en servicio y preñadas no se utilizaban benzimidazoles por posibles efectos teratógenos.

Las vaquillonas de 1º parto: tratamiento con benzimidazoles a doble dosis al desternerarlas para iniciar 2º servicio.

Trichomonosis bovina: denominada «trichomoniasis» en el medio rural, es una de las principales causas de disminución de índices reproductivos en los rodeos bovinos. Provoca principalmente abortos tempranos, por lo cual al no ser una abortiva clásica, pierde la

espectacularidad de éstas y cursa solapadamente. Provoca un período de infertilidad temporaria por lo cual aparecen importantes «colas de parición».

Por los antecedentes del establecimiento LV, en nuestra segunda visita del 13/02/1992, a dos semanas de retirados los toros del servicio, se procedió a la extracción de muestras prepuciales, su siembra y cultivo en medio específico. Se utilizó el método de la pipeta (raspaje-succión) y PBS como medio de soporte hasta la siembra dentro de las cuatro horas. Por la distancia de los establecimientos y de transporte que no aseguraban la pronta recepción por el laboratorio, se disponía de una estufa de cultivo portátil y microscopio para evaluar las muestras a partir de las 24 horas de la siembra y por los 7 días siguientes. Los resultados fueron: positivos a las 24-36 horas: 15/53 toros (28,3 %), positivos a las 48-72 horas: 3/53 toros (5,7 %) y negativos el resto hasta 7 días. El 34 % de positivos estaba compuesto por 7 de los 14 toros rechazados por edad y 11 de los 39 aptos al examen clínico y genital. Los dos controles posteriores de los sanos dieron negativo, resultando 100 % la sensibilidad del primer diagnóstico. En la experiencia de este equipo profesional no habíamos observado nunca, como en este caso, la concentración y vigor de *Tritrichomonas foetus* en los cultivos observados a 24 horas de la siembra. Está comprobado que el parásito cumple ciclos en el prepucio que determinan diferentes poblaciones. Este hallazgo confirma que a pocos días de retirados los toros del servicio, en rodeos con enfermedad activa, el parásito está en ciclo de alta multiplicación. En el segundo muestreo realizado dos meses después fueron todos negativos, así como en los dos posteriores realizados preservicio. Dada la alta sensibilidad hallada al primer examen decidimos incluir en el Cronograma de Examen de Toros la realización del primer control de esta venérea dentro de los 60 días de retirados del servicio. El diagnóstico precoz y la eliminación de enfermos ayudaron a evitar nuevos contagios en servicios de «robo» a causa de alambrados deficientes en campos arrendados (L). El historial de los sucesivos controles de trichomonosis de los toros aceptados como aptos al

examen clínico general y zootécnico se completa con reaparición de casos positivos:

14/04/93: positivo 1 de 86 en el 1º muestreo y 1 de 85 en el segundo. Todos los toros resultaron negativos en los dos controles preservicio.

12/04/96: positivo 1 de 158 examinados (CC: puestero avisó haberlo recuperado de potrero de un vecino con vacas de acopio).

17/04/01: positivos 4 de 179 en 1º muestreo y 1 de 175 en el 2º muestreo. Todos los toros salieron negativos en los dos controles preservicio. Esto ocurrió en el establecimiento L mencionado en Manejo del Entore. El ingreso a servicio se autorizaba luego de dos muestreos consecutivos negativos a partir del último toro positivo.

Enfermedades infectocontagiosas, prevalencia y análisis de riesgo

Campylobacteriosis genital bovina: a partir de los muestreos prepuerciales realizados, según lo detallado en trichomonosis, el PBS formolado era remitido a laboratorio para diagnóstico por Inmunofluorescencia Indirecta (IFI). En los períodos considerados nunca hubo un resultado positivo.

Brucelosis: el análisis serológico de vacas falladas a la parición, con algunos casos positivos (vacías y abortadas), determinó la decisión de realizar el relevamiento de la enfermedad a la totalidad de los rodeos y así dar cumplimiento a lo requerido por la Resolución SENASA 1269/93 (Plan Nacional de Control y Erradicación de la Brucelosis). El laboratorio de red informó:

1999: 1º sangrado, positivos 335/7872 (4,3 %)

2000: 2º sangrado, positivos 163/8553 (1,9 %)

2001: 3º sangrado, positivos 52/99419 (0,6 %)

La correcta vacunación anual de terneras con cepa 19 (preestablecida como norma en la empresa), la eliminación sistemática de vacas vacías posparición, el control de negatividad de los vientres adquiridos a criadores confiables y el manejar un rodeo

prácticamente cerrado, deben considerarse como factores favorables para el logro del estatus de rodeo saneado.

Leptospirosis: los elementos del ecosistema, humedad (lluvias y lagunas naturales), abundancia de animales silvestres (roedores, capibaras, etc.), los serovares de *Leptospira interrogans* presentes (virulencia de las cepas) y las condiciones del ganado (susceptibilidad, inmunidad, etc.) sugerían que había que considerar la leptospira como factor de riesgo presente. Sin embargo, las informaciones disponibles sobre prevalencia de la enfermedad según diagnóstico serológico (MAT) eran del 12,4 % en el partido de Esquina con prevalencia en bovinos del serovar *wolffi* sobre *pomona*. En capibaras los serovares *pomona* e *icterohaemorrhagiae*. Se consideran los serovares *wolffi* y *hardjo* como adaptados al bovino y la *pomona* como esporádica. En LV el primer muestreo de 1992 informó 10,3 % de serología positiva (MAT) de los serovares *Wolffi* 7,7 % y *Pomona* 2,6 %.

Enfermedades virales de los bovinos: al primer examen de los toros (13/02/1992), consideramos esta población como una muestra confiable al haber convivido con vientres de todos los rodeos, sobre la circulación del Herpesvirus bovino (IBR) y del virus de la Diarrea Viral Bovina (BVD). Suero de estos toros enviados al laboratorio para la detección de anticuerpos presentes por la técnica de Inmunofluorescencia Indirecta (IFI) arrojaron los siguientes resultados:

| VIRUS | 1/5 | 1/10 | 1/20 | 1/40 | NEGATIVOS |
|-------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| IBR | 2,6 % | 5,1 % | 33,3 % | 59,0 % | 0,0 % |
| BVD | 10,3 % | 25,6 % | 2,6 % | ----- | 61,5 % |

Se contaba además con el informe del laboratorio del 17/02/1991 de positividad a IBR en las muestras de terneros investigadas.

Complejo de enfermedades respiratorias

Este complejo representa un serio problema en la ganadería. Más aún en establecimientos donde se realiza DPT. En el caso de CC se producían concentraciones importantes de terneros en un corto período de tiempo. Los machos castrados y hembras de rechazo se remitían al *feedlot* en la provincia de Buenos Aires donde había varios miles de cabezas en engorde de distintas procedencias. Además de estrés hay factores ambientales que permiten a diversos virus, bacterias y hongos provocar lesiones en los tejidos pulmonares. En enero de 1993 en el criadero de CC apareció un súbito episodio de tos en los terneros. Muestras de sangre fueron enviadas al laboratorio. El diagnóstico por el método de Inhibición de Hemoaglutinación informó positividad a virus de *Parainfluenza 3* (PI3) expresado en unidades (UIHA): el 60 % 1280 UIHA, el 20 % 640 UIHA (ambos títulos indicaban infección reciente), el 10 % 320 UIHA (exposición reciente al virus) y el 10 % negativo.

Análisis de riesgo

Los hallazgos anteriormente descriptos, sin considerar las clásicas enfermedades de los terneros (mancha, gangrena gaseosa, etc.), nos informaron de la prevalencia de enfermedades de las cuales había que proteger inmunológicamente al ganado. Para el cometido se asesoró al personal jerárquico y se capacitó al personal de ganadería acerca del período neonatal y la situación inmunitaria del ternero recién nacido. Se explicó el sistema de placentación bovino que impide la transferencia de inmunoglobulinas maternas que sí están presentes en el calostro y la consecuente importancia de que los terneros mamen dicho calostro en las primeras 24 horas. Se insistió en el concepto de que las defensas inmunitarias del calostro son las que produjo la madre, ya sea por superar infecciones adquiridas como por las varias vacunaciones a las que fue sometida durante su vida. Esta capacitación ayudó a la comprensión de la importancia de la vacunación de la madre gestante al cumplir dos tercios de la preñez, medida que se incorporó al Calendario de Vacunaciones.

Elección de vacunas y calendario de aplicación

Explicada la situación sanitaria en base a los diagnósticos de laboratorio, el riesgo de infecciones naturales por los agentes identificados en el ambiente y considerando que la prevención es la mejor inversión, se propuso un Calendario Sanitario. Además de seleccionar vacunas de laboratorios que garantizaran la potencia de los inmunógenos y las combinaciones polivalentes adecuadas, se puso énfasis en el control de la cadena de frío, y la responsabilidad del personal en la homogenización y prolija aplicación con mínimo estrés del ganado.

El plan de vacunaciones puede resumirse en:

Vacas preñadas

Al cumplir dos tercios de la gestación cada grupo recibía:

- Vacuna con virus inactivados IBR BVD PI3 combinada con bacterina de *Pasteurellas haemolytica* y multocida.
- Vacuna virus diarrea neonatal (rotavirus) combinada con bacterina de *Escherichia coli* y otros gram negativos.
- Bacterina contra leptospirosis (varios serovares).
- Carbunco bacteridiano se aplicaba a los animales a partir de 18 meses junto con la aftosa del plan SENASA.

Terberos a DPT

Quince días antes del DPT se aplicaban vacunas de:

Clostridiosis: 1^a dosis de vacuna (mancha/gangrena) más la de virus inactivados IBR BVD PI3 combinada con bacterina de *Pasteurellas haemolytica* y multocida.

Terberos/as 6-8 meses (marzo abril)

Clostridiosis: 2^a dosis más la primer dosis de vacuna combinadas víricas y leptospirosis. Repetían la segunda dosis (refuerzo) a los 21-28 días. Terberas recibían vacuna brucelosis Cepa 19.

Terberas y toritos de año (primavera)

Recibían la 3^a dosis de la vacuna combinada víricas y de leptospirosis.

En resumen, al año de edad las vaquillonas de reposición y toritos habían recibido tres dosis de vacunas de virales (IBR-BVD combinadas con bacterinas) y de leptospirosis. En nuestra experiencia con leptospirosis en campos endémicos, por estudios de títulos (MAT) en terneras predestete (6-8 meses) y posdestete (10-12 meses) encontramos títulos negativos en más del 90 % del primer grupo y positividad elevada en el segundo grupo. De ahí que consideremos que vacunaciones iniciadas al año o más edad llegan tarde al intento de protección de la enfermedad.

Vaquillonas preservicio

Al examen genital preservicio se aplicaba una dosis de vacuna combinada de enfermedades víricas y reproductivas.

Toros

Carbunco bacteridiano aplicada junto con la de aftosa según el plan SENASA.

Campylobacteriosis: los toritos jóvenes recibían bacterina de *Campylobacter fetus venereal* concentrada, y a doble dosis, a -60 y -30 días del inicio del servicio. Los toros adultos una doble dosis anual a -30 días del servicio.

Vacuna virus inactivados (IBR BVD) y leptospirosis se aplicaban en el mismo momento que la de campylobacteriosis.

Resultados alcanzados

La fijación del genotipo y fenotipo variedad 3/8 5/8 en brangus y braford fue lograda a través de la técnica de IA con toros probados en vientres de LV y en vaquillonas de 2 años en L, lo que unido a selección continua permitió formar planteles de superioridad genética sobre la base de los preexistentes. La inspección de la Asociación Argentina de Brangus aprobó 1.009 vientres de los registros RO, RP y RC el 25/06/2002. Se registró rodeo en la Asociación Argentina de Braford el 25/04/2003. Se incorporó la técnica de transferencia de embriones en vientres de elite el 19/05/2000 en brangus y el 19/06/2001 en braford. El bagaje genético

y el biotipo logrado en toritos influenciaron la mejora del rodeo general. En síntesis, cambiaron las nuevas generaciones de hembras su valuación del valor kilogramo de carne comercial a valor de reposición para madre de rodeo. Además se generó la opción de venta de toritos excedentes.

Los resultados reproductivos obtenidos a lo largo de diez temporadas de servicio en las distintas categorías se detallan a continuación:

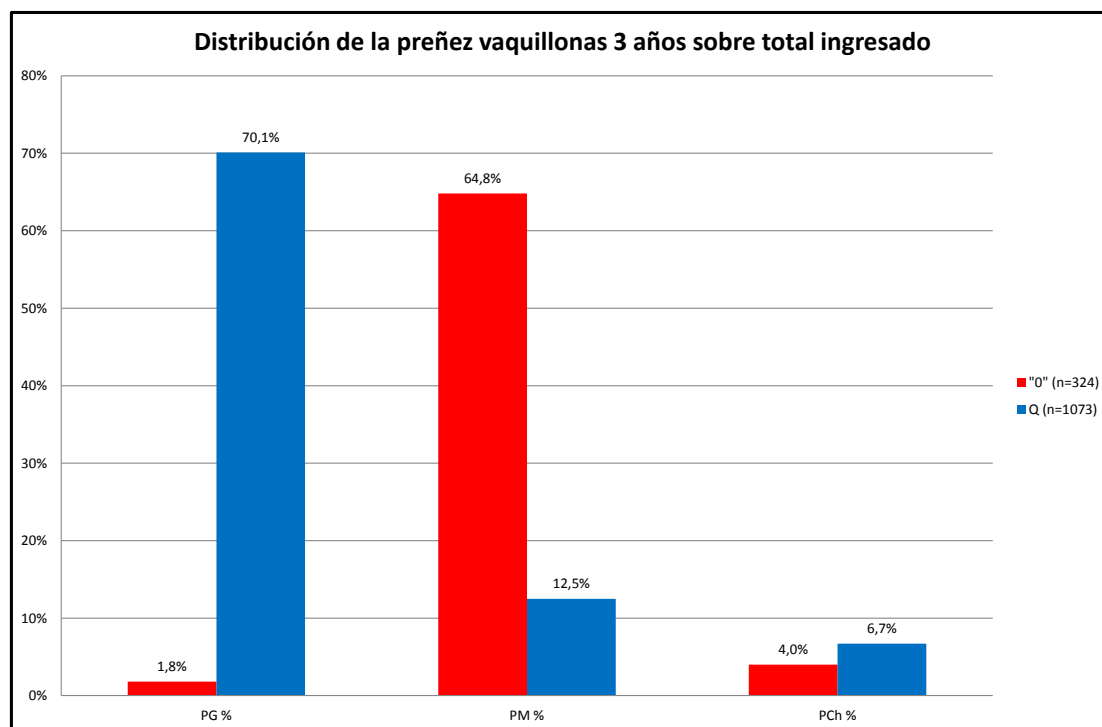
Categoría: Vaquillonas 1º servicio a 3 años

Tabla 12. Distribución de la preñez en vaquillonas de 3 años sobre el total ingresado

| DISTRIBUCIÓN DE LA PREÑEZ VAQUILLONAS 3 AÑOS SOBRE TOTAL INGRESADO | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------------|----------------|------------|----------------|-----------|---------------|------------|----------------|----------|------------|--------------|
| Servicio | Señal | PG (n) | % | PM (n) | % | PCh (n) | % | Total Pñ | % | V N | V R | Total |
| 91/92 («0») | 88 | 6 | 1,8 % | 210 | 64,8 % | 13 | 4,0 % | 229 | 70,6 % | 91 | 4 | 324 |
| 92/93 | 89 | 269 | 63,9 % | 47 | 11,1 % | 31 | 7,4 % | 347 | 82,4 % | 0 | 74 | 421 |
| 93/94 | 90 | 113 | 84,3 % | 16 | 11,9 % | 0 | 0,0 % | 129 | 96,2 % | 0 | 5 | 134 |
| 94/95 | 91 | 180 | 73,8 % | 46 | 18,8 % | 13 | 5,3 % | 239 | 97,9 % | 0 | 5 | 244 |
| 95/96 | 92 | 0 | 0,0 % | 0 | 0,0 % | 0 | 0,0 % | 0 | 0,0 % | 0 | 0 | 0 |
| 96/97 | 93 | 190 | 69,3 % | 25 | 9,1 % | 28 | 10,2 % | 243 | 88,6 % | 0 | 31 | 274 |
| Total (Q) | — | 752 | 70,1 % | 134 | 12,5 % | 72 | 6,7 % | 958 | 89,3 % | 0 | 115 | 1.073 |
| Dif. Total/«0» | — | — | +68,3 % | — | -52,3 % | — | +2,7 % | — | +18,7 % | — | — | — |

En base a la información de Tabla 12 se construye el Gráfico 5.

Gráfico 5. Distribución de la preñez en vaquillonas de 3 años sobre el total ingresado



Las mejoras en el periodo de cinco años fueron:

Porcentaje de preñez +18,7 % respecto al año 0.

La distribución de la PG +68,3 % respecto año 0 a expensas de la PM.

Se cumplió el objetivo de eliminar esta categoría luego de cinco años.

Categoría: Vaquillonas 1º servicio a 2 años

Tabla 13. Resultados de la IATF en vaquillonas de 2 años

| IATF VAQUILLONAS 2 AÑOS | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------------|---------------|--------------|-------------------|--------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| Servicio | Cantidad | PÑ 1º serv | % | Retorno a celo | % | PÑ 2º serv | % sobre retorno | Total PÑ 35d | % |
| 96/97 | 1090 | 295 | 27,1% | 354 | 32,5% | 283 | 79,9% | 578 | 53,0% |
| 97/98 | 985 | N/D | N/D | N/D | N/D | N/D | N/D | 554 | 56,2% |
| 98/99 | 1027 | 333 | 32,4% | 281 | 27,4% | 153 | 54,4% | 486 | 47,3% |
| 99/00 | 974 | 185 | 19,0% | 396 | 40,7% | 295 | 74,5% | 480 | 49,3% |
| 00/01 | 1050 | 393 | 37,4% | 340 | 32,4% | 186 | 54,7% | 579 | 55,1% |
| Subtotal trat I | 5126 | 1206 | 29,1% | 1371 | 33,1% | 917 | 66,9% | 2677 | 52,2% |

| IATF VAQUILLONAS 2 AÑOS | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------------|---------------|--------------|-------------------|--------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| Servicio | Cantidad | PÑ 1° serv | % | Retorno a celo | % | PÑ 2° serv | % sobre retorno | Total PÑ 35d | % |
| 01/02 | 1104 | 371 | 33,6% | 461 | 41,8% | 263 | 57,0% | 634 | 57,4% |
| Subtotal trat 2 | 1104 | 371 | 33,6% | 461 | 41,8% | 263 | 57,0% | 634 | 57,4% |
| Total | 6230 | 1577 | 30,1% | 1832 | 34,9% | 1180 | 64,4% | 3311 | 53,1% |

Las fechas de ingreso a IATF fueron en noviembre para el 79,8 % de las vaquillonas y en diciembre para el 20,2 % restante.

Por el protocolo y las hormonas disponibles en ese tiempo la preñez en 1° servicio resultó menor en un 15 % a lo esperado. El buen porcentaje de preñez obtenido en el 2° servicio (retorno a celo) con semen de los mismos toros y técnicos inseminadores confirma que no hubo correcta sincronización de ovulaciones en el tiempo fijo. No obstante en 35 días se logró el 53,1 % de preñez que puede considerarse normal.

La preñez final de la categoría en el último quinquenio promedió el 92,3 %. La otra ventaja fue la utilización de toros con facilidad de parto que disminuyó la distocia.

El resultado global de la categoría vaquillonas 1° servicio a 2 años se detalla en la Tabla 14.

Las vaquillonas de 2 años, como consecuencia del programa para la mejora de la recria, mejoraron sus índices en el segundo quinquenio respecto del primero:

Preñez total +16,5 %, PG +13,9 %, PM +5,5 % y PCh - 2,9 %.

En promedio la mejora en las diez temporadas versus el año de referencia o fue:

Preñez total +37,6 %, PG +38,4 %, PM +30,1 % y PCh - 30,9 %.

Considerando los diez años y la población de vaquillonas según edad, el 8,9 % de 3 años y el 91,1 % de 2 años, la mejora económica puede estimarse en el 15,5 %.

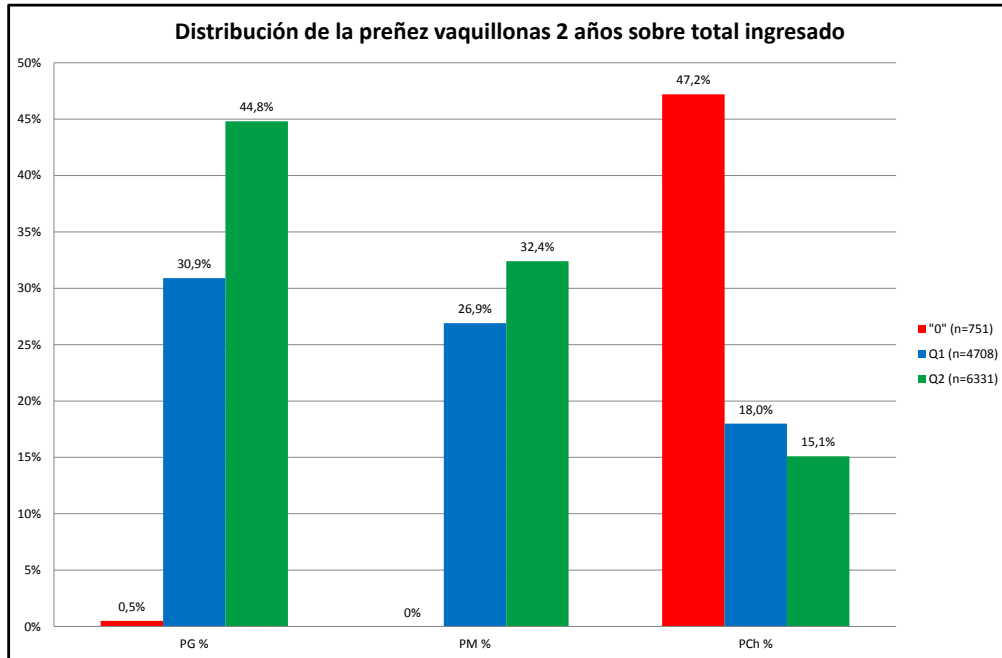
Tabla 14. Resultados y distribución de la preñez global en vaquillonas de 2 años

| DISTRIBUCIÓN DE LA PREÑEZ VAQUILLONAS 2 AÑOS SOBRE TOTAL INGRESADO | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------------|-----|---------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|---------------|-------------|------------|--------------|
| Servicio | Señal | PG (n) | | % | PM (n) | % | PCh (n) | % | Total Pñ | % | VN | VR | Total |
| 91/92 ("0") | 89 | 4 | | 0,5% | 0 | 0% | 354 | 47,2% | 358 | 47,7% | 338 | 55 | 751 |
| 92/93 | 90 | 71 | | 16,4% | 211 | 48,8% | 78 | 18,1% | 360 | 83,3% | 66 | 6 | 432 |
| 93/94 | 91 | 293 | | 36,1% | 180 | 22,2% | 114 | 14,1% | 587 | 72,4% | 224 | 0 | 811 |
| 94/95 | 92 | 318 | | 28,3% | 383 | 34,1% | 228 | 20,3% | 929 | 82,7% | 191 | 3 | 1123 |
| 95/96 | 93 | 222 | | 23,2% | 228 | 23,8% | 190 | 19,9% | 640 | 66,9% | 278 | 38 | 956 |
| 96/97 | 94 | 551 | (a) | 39,8% | 265 | 19,1% | 237 | 17,1% | 1053 | 76,0% | 332 | 1 | 1386 |
| SubTotal (Q1) | --- | 1455 | | 30,9% | 1267 | 26,9% | 847 | 18,0% | 3569 | 75,8% | 1091 | 48 | 4708 |
| 97/98 | 95 | 734 | (1) | 63,0% | 312 | 26,8% | 38 | 3,3% | 1084 | 93,1% | 0 | 80 | 1164 |
| 98/99 | 96 | 351 | (2) | 28,7% | 535 | 43,8% | 251 | 20,5% | 1137 | 93,0% | 0 | 86 | 1223 |
| 99/00 | 97 | 581 | (3) | 47,7% | 364 | 29,9% | 210 | 17,2% | 1155 | 94,8% | 0 | 63 | 1218 |
| 00/01 | 98 | 698 | (4) | 56,2% | 318 | 25,6% | 132 | 10,6% | 1148 | 92,4% | 0 | 95 | 1243 |
| 01/02 | 99 | 473 | (5) | 31,9% | 525 | 35,4% | 322 | 21,7% | 1320 | 89,0% | 0 | 163 | 1483 |
| SubTotal (Q2) | --- | 2837 | | 44,8% | 2054 | 32,4% | 953 | 15,1% | 5844 | 92,3% | 0 | 487 | 6331 |
| Gran Total | --- | 4292 | | 38,9% | 3321 | 30,1% | 1800 | 16,3% | 9413 | 85,3% | 1091 | 583 | 11039 |
| Dif. Q2 - Q1 | --- | --- | | +13,9% | --- | +5,5% | --- | -2,9 | --- | +16,5% | --- | --- | --- |

Incluye preñeces de robo al tacto previo: (a) 101, (1) 180, (2) 34, (3) 72, (4) 193, (5) 125

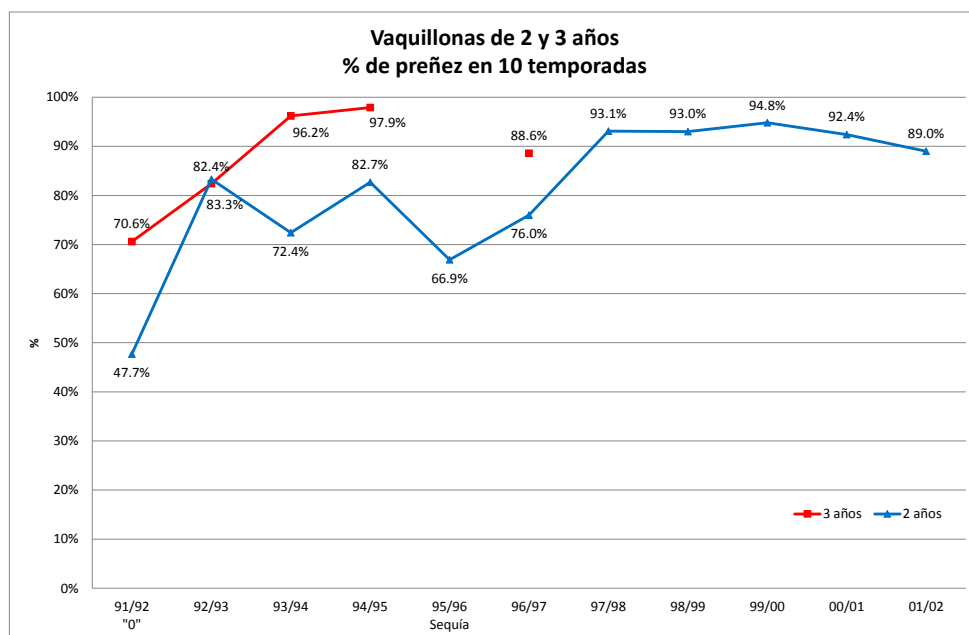
Para una mejor visualización, a partir de la Tabla 14 se construyó el Gráfico 6.

Gráfico 6. Resultados y distribución de la preñez global en vaquillonas de 2 años



El Gráfico 7 muestra la evolución de los índices de preñez de ambas categorías de vaquillonas.

Gráfico 7. Vaquillonas de 2 y 3 años - % de preñez en diez temporadas



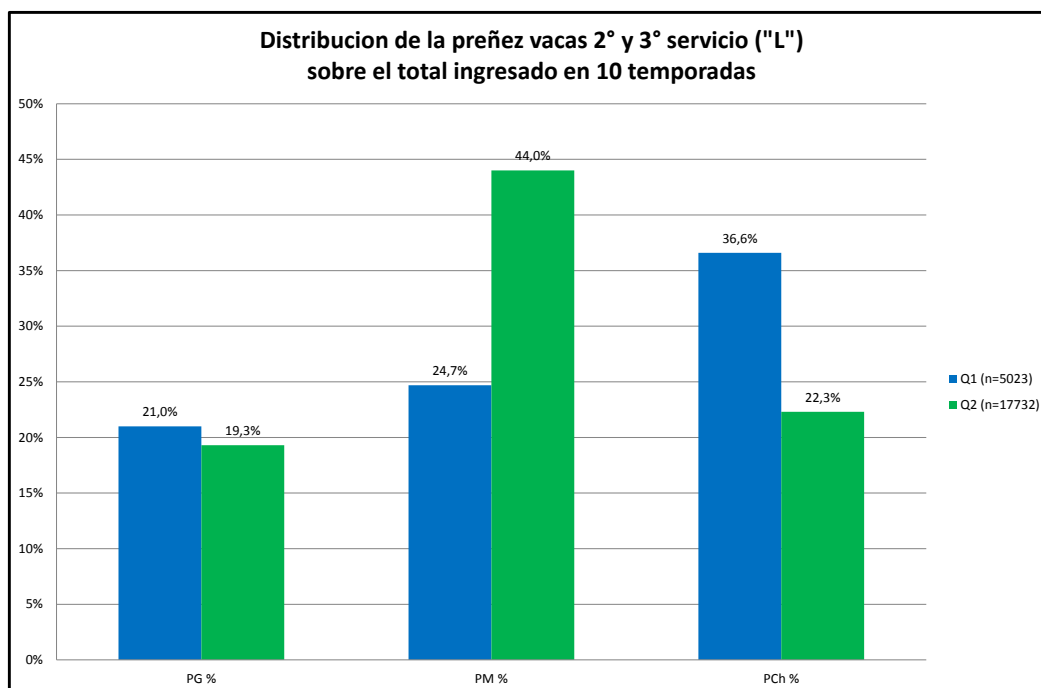
Categoría: Vacas de 2º y 3º servicio

En el establecimiento L parían las vaquillonas y recibían el 2º y 3º servicio. En el primer quinquenio la preñez promedio fue del 75,6 %, resulta del 25 al 30 % superior a la que obtiene esta categoría en el NEA con manejo de DTT convencional. Los índices y distribución de la preñez en 2º y 3º servicio en L se muestran en la Tabla 15 y Gráfico 8.

Tabla 15. Distribución de la preñez en vacas de 2º y 3º servicio en L sobre total ingresado

| DISTRIBUCIÓN DE LA PREÑEZ VACAS 2º Y 3º SERVICIO ("L") SOBRE EL TOTAL INGRESADO | | | | | | | | | | | |
|---|-------------|--------------|-------------|---------------|-------------|---------------|--------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| Servicio | PG (n) | % | PM (n) | % | PCh (n) | % | Total Pñ | % | VN | VR | Total |
| 92/93 | 0 | 0,0% | 123 | 25,4% | 208 | 43,1% | 331 | 68,5% | 144 | 8 | 483 |
| 93/94 | 251 | 36,7% | 199 | 29,2% | 112 | 16,4% | 562 | 82,3% | 121 | 0 | 683 |
| 94/95 | 141 | 16,7% | 238 | 28,2% | 291 | 34,5% | 670 | 79,4% | 160 | 13 | 843 |
| 95/96 | 527 | 34,8% | 396 | 26,1% | 459 | 30,3% | 1382 | 91,2% | 104 | 29 | 1515 |
| 96/97 | 137 | 9,1% | 284 | 18,9% | 768 | 51,3% | 1189 | 79,3% | 255 | 55 | 1499 |
| SubTotal (Q1) | 1056 | 21,0% | 1240 | 24,7% | 1838 | 36,6% | 4134 | 82,3% | 784 | 105 | 5023 |
| 97/98 | 277 | 15,9% | 751 | 43,1% | 389 | 22,3% | 1417 | 81,3% | 298 | 26 | 1741 |
| 98/99 | 625 | 21,1% | 920 | 31,0% | 816 | 27,5% | 2361 | 79,6% | 536 | 67 | 2964 |
| 99/00 | 551 | 14,9% | 1760 | 47,5% | 917 | 24,8% | 3228 | 87,2% | 397 | 77 | 3702 |
| 00/01 | 1003 | 22,2% | 2072 | 45,8% | 954 | 21,0% | 4029 | 89,0% | 426 | 70 | 4525 |
| 01/02 | 957 | 19,9% | 2307 | 48,1% | 877 | 18,3% | 4141 | 86,3% | 541 | 118 | 4800 |
| SubTotal (Q2) | 3413 | 19,3% | 7810 | 44,0% | 3953 | 22,3% | 15176 | 85,6% | 2198 | 358 | 17732 |
| Gran Total | 4469 | 19,6% | 9050 | 39,8% | 5791 | 25,4% | 19310 | 84,9% | 2982 | 463 | 22755 |
| Dif. Q2 - Q1 | --- | -1,7 | --- | +19,3% | --- | -14,3% | --- | +3,3% | --- | --- | --- |

Gráfico 8. Distribución de la preñez en vacas de 2º y 3º servicio en L sobre total ingresado



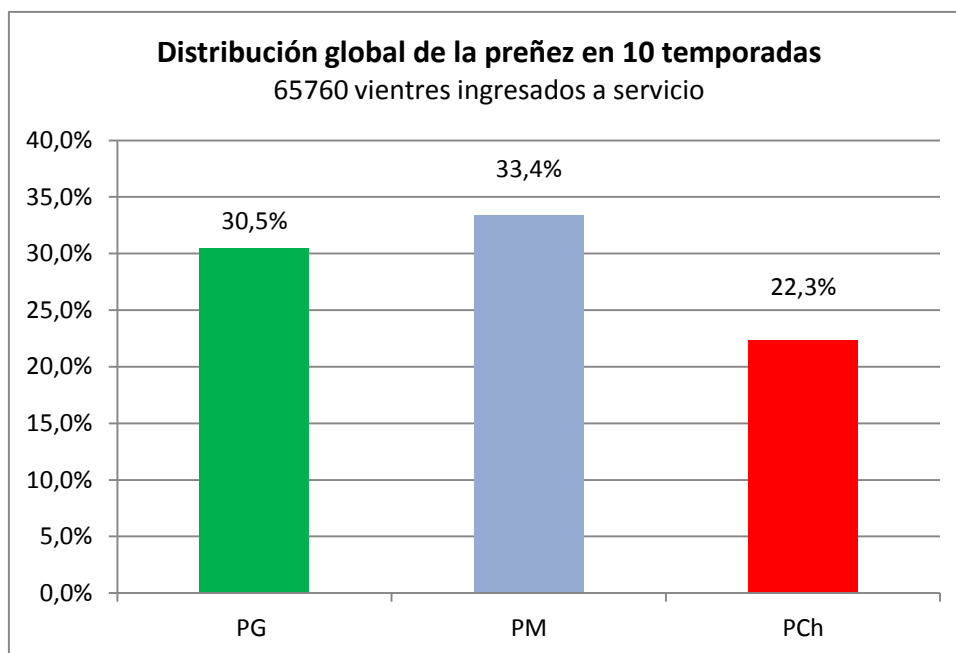
Comparando el 2º quinquenio versus el 1º, la mejora de la preñez total fue del +3,3 % y en la PM +19,3 % a expensas de la PCh -14,3 %.

Categoría: Totalidad de los vientres

En el Gráfico 9 están representados los 65.760 vientres ingresados en los diez años y la distribución promedio de las preñeces para dicho periodo. En PG 30,5 %, en PM 33,4 % y en PCh 22,3 %.

La distribución de las pariciones demuestra el acierto de estacionar los servicios en una única temporada primavera-estival de 135 días de duración con DPT. Se logró agrupar dos tercios de la parición entre agosto y octubre. El DPT permitió que los vientres por su CC tuvieran estabilidad en su comportamiento reproductivo con índices de preñez superiores al 80 % a través de los diez años, pese a contingencias climáticas extremas (Niña de 1995 y el Niño de 1998 que finalizó con primavera semejante a 1995).

Gráfico 9. Distribución global de la preñez en diez temporadas sobre 65.760 vientres ingresados



Planificar tres fechas para realizar el diagnóstico de preñez fue fundamental para agrupar las vacas por gestaciones similares, pues sin ello es imposible ordenar las fechas para realizar el DPT. Asimismo ayudó al personal en la vigilancia de los partos y para el cumplimiento del cronograma de fechas de destete.

Los trabajos de IA en vientres adultos fueron beneficiados por la sincronización natural de celos por el DPT y por la utilización de prostaglandinas en vacas secas en LV. En vaquillonas de 2 años se utilizó el protocolo de sincronización para realizar IATF.

Son numerosas las ventajas de producir hembras de reposición propia respecto a adquirirlas. Primero, porque en el mercado la oferta de vientres es el excedente que no retiene el criador, excepto en las ventas de vientres de cabaña, especiales o liquidaciones por cese de actividad. Segundo, por ser un bien de capital que muchas veces lleva intereses implícitos en el precio y no es conveniente amortizarlos por las condiciones impositivas que impiden el ajuste por inflación. El programa aplicado, al mejorar los porcentajes de parición, ofreció más hembras para ejercer mayor presión de selección que unido al manejo sanitario y adaptación al medio generó un rodeo muy

superior. Los vientres logrados deben estimarse que tienen un valor plus entre el 18 y 25 % respecto al valor carne en pie original.

El sistema DPT permite que las vacas vacías rechazadas tengan una muy buena CC para ser vendidas antes del invierno. En el planteo descripto los vientres (promedio en diez temporadas de servicio) respecto al año o fueron rechazos el 4,5 % versus el 4,1 %, retenidas (vacías normales a segunda oportunidad) el 13,8 % versus el 21,4 % y rechazos por mermas el 7,1 % versus 9 %. La relación anual vaquillonas/vacas secas/vacas paridas del planteo resultó en promedio 18,1 %, 9,3 %, y 72,6 %. Es decir, un rodeo estabilizado.

El examen de la aptitud reproductiva de los toros, los controles sanitarios y el plan de vacunaciones fueron pilares en la prevención y control de enfermedades. Estuvieron siempre negativos de campylobacteriosis. La trichomonosis inicial fue eliminada. El primer examen dentro de los 60 días de finalizados los servicios y el sistema de entore permitió el diagnóstico precoz de ocho toros positivos en tres años diferentes por contagio exógeno. El tener la dotación de toros con un promedio de 3,8 años de edad evita el peligro de tener toros adultos portadores crónicos de trichomonosis.

Acortar el intervalo generacional beneficia el plan de mejoramiento genético que determinó la decisión de incorporar toritos jóvenes a servicio. Los toritos de reposición criados en su ambiente mostraron mejor adaptación que los recriados en la provincia de Buenos Aires y un comportamiento excelente determinando altos índices de preñez. La rigurosa selección por CE para detección de pubertad temprana y su posterior control luego de la primera temporada de servicios, es un criterio muy recomendable para aplicar en la práctica. Disminuir un año la edad de ingreso a servicio significa el 25/30 % de menor costo por ternero logrado y un año más para amortizar el capital. La contundencia de los excelentes resultados obtenidos pone en duda el paradigma de ganaderos, que por usos y costumbres, prefieren los toros de 3 años o más edad. Adicionalmente muchos ganaderos adquieren reproductores criados en condiciones muy distintas a las que les tocará desempeñarse.

La suplementación mineral utilizada, controlada por análisis de perfil mineral en sangre, mantuvo siempre niveles normales para calcio, fósforo, magnesio y cobre. En los diez años sólo hubo un suceso de 113 vacas muertas por hipomagnesemia en 1998 (año Niño) por la imposibilidad de repartir el suplemento por inundación.

En cuanto a los aspectos sanitarios, el Programa de Desparasitación Estratégica Racional aplicado demostró a través de la inspección clínica y del control de pesos de las categorías en recría que no hubo implicancias deletéreas de endoparasitosis. Las enfermedades infecciosas no registraron signos ni casos clínicos que hicieran sospechar la presencia de alguna de ellas en el rodeo de vientres ni en crías hasta el DPT. Sostenemos que el cumplimiento riguroso del cronograma anual de vacunaciones al vientre preñado y la inmunización a temprana edad de las hembras y toritos de reposición (3 dosis antes del año) con inmunógenos de enfermedades virales y leptospirosis, además de las habituales, evitaron que se produjeran insucesos en los procesos de cría y del manejo del DPT.

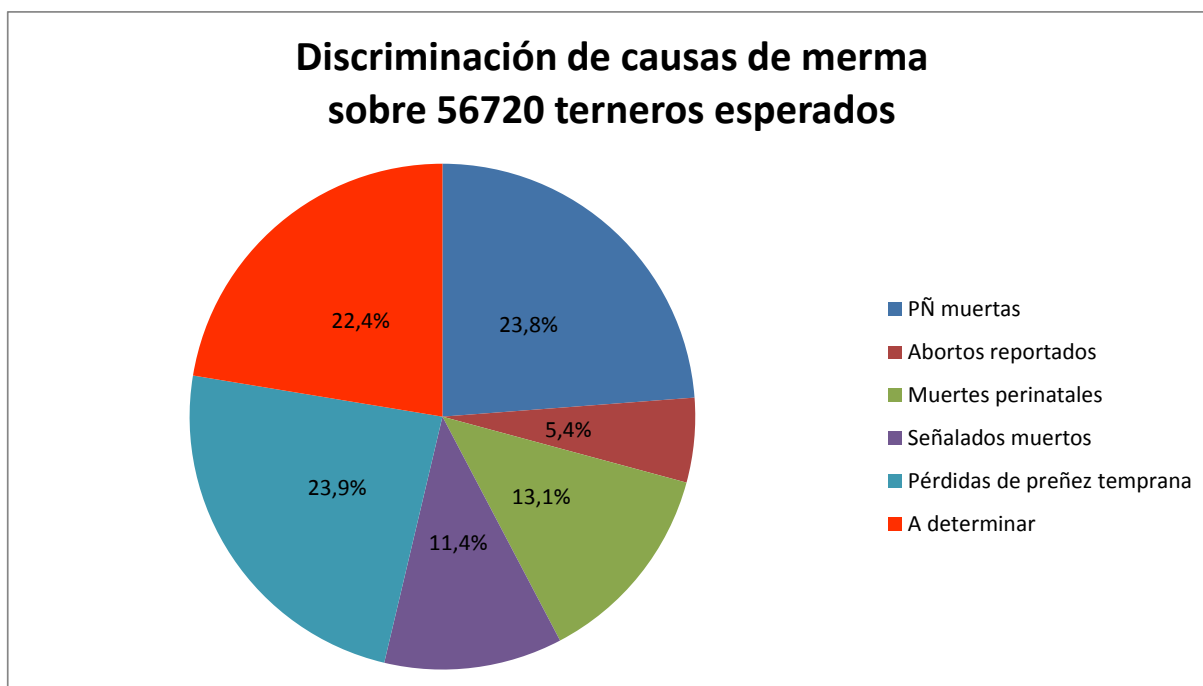
La auditoría a través del análisis anual de las mermas alerta sobre errores en el plan de manejo sanitario y reproductivo. En la Tabla 16 se exponen los datos de las diez temporadas de servicio. La pérdida de 4.754 terneros (7,1 %) sobre 56.720 terneros esperados compite con los mejores índices de un establecimiento ganadero bien manejado de la pampa húmeda, pese a las diferencias ambientales. En el Gráfico 10 basado en la Tabla 16 se representa la distribución de las causas reportadas de pérdidas. El mayor porcentaje es «a determinar». Nuestra casuística sobre lotes con diagnóstico precoz de la gestación (<45/50 días) reexaminados 60 a 90 días más tarde registra pérdidas de la preñez temprana del 1,5 al 2,5 %. En este caso aplicamos el 2 % sobre 56.720 terneros esperados como hipótesis para explicarla (23,9 %). El 22,4 % restante es casi imposible de dilucidar dadas las condiciones extensivas donde se desarrolla esta ganadería y por análisis serológicos inconsistentes obtenidos en las vacas falladas. En estos establecimientos la recopilación de información fue posible gracias la capacitación, responsabilidad y buena disposición del personal.

Tabla 16. Evaluación final de eficiencia reproductiva y producción neta de terneros

| EVALUACIÓN FINAL DE EFICIENCIA REPRODUCTIVA Y PRODUCCION NETA DE TERNEROS | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|----------------------|-------|
| | Período "0" | | Periodo 1 | Periodo 2 | Periodo 3 | Periodo 4 | Periodo 5 | Periodo 6 | Periodo 7 | Periodo 8 | Periodo 9 | Periodo 10 | Total Período 1 a 10 | |
| Servicio | 1991/92 | | 92/93 | 93/94 | 94/95 | 95/96 | 96/97 | 97/98 | 98/99 | 99/00 | 00/01 | 01/02 | | |
| Parición | 92 | | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 00 | 01 | 02 | --- | |
| Epoca | PE + CI | | PE | PE | PE | PE | PE | PE | PE | PE | PE | PE | --- | |
| Duración | 180 | | 138 | 128 | 112 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | --- | |
| Vientres ingresados | 4621 | | 4777 | 4991 | 5602 | 5441 | 6288 | 6249 | 6944 | 8027 | 8424 | 9017 | 65760 | |
| % de preñez | 71,2 | | 82,9 | 85,3 | 81,8 | 85,2 | 83,1 | 85,6 | 82,6 | 91,3 | 89,6 | 87,7 | 83,7 | |
| Vientres Preñados | 3290 | | 3960 | 4260 | 4582 | 4635 | 5225 | 5349 | 5738 | 7332 | 7548 | 7905 | 56534 | |
| Compra vientres preñados | 599 | | 0 | 264 | 0 | 0 | 0 | 371 | 980 | 0 | 137 | 0 | 1752 | |
| Venta vientres preñados | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 267 | 114 | 43 | 9 | 433 | |
| Total servicio | 5220 | | 4777 | 5255 | 5602 | 5441 | 6288 | 6620 | 7657 | 7913 | 8518 | 9008 | 67079 | |
| Total preñadas | 3889 | 74,5% | 3960 | 4524 | 4582 | 4635 | 5225 | 5720 | 6451 | 7218 | 7642 | 7896 | 57853 | 86,2% |
| Muertas preñadas | 114 | 2,2% | 60 | 98 | 102 | 64 | 87 | 156 | 98 | 139 | 168 | 161 | 1133 | 1,7% |
| Terneros esperados | 3775 | | 3900 | 4426 | 4480 | 4571 | 5138 | 5564 | 6353 | 7079 | 7474 | 7735 | 56720 | |
| Pérdidas: | | | | | | | | | | | | | | |
| Perinatales | 25 | 0,5% | 43 | 31 | 36 | 88 | 53 | 91 | 60 | 48 | 44 | 128 | 622 | 0,9% |
| Señalado/DPT | 81 | 1,5% | 13 | 66 | 28 | 52 | 185 | 22 | 67 | 33 | 62 | 16 | 544 | 0,8% |
| A determinar | 250 | 4,8% | 196 | 192 | 56 | 92 | 112 | 377 | 270 | 415 | 333 | 412 | 2455 | 3,7% |
| Terneros perdidos | 470 | 9,0% | 312 | 387 | 222 | 296 | 437 | 646 | 495 | 635 | 607 | 717 | 4754 | 7,1% |
| Terneros DPT | 3419 | | 3648 | 4137 | 4360 | 4339 | 4788 | 5074 | 5956 | 6583 | 7035 | 7179 | 53099 | |
| Vientres totales | 5220 | | 4777 | 5255 | 5602 | 5441 | 6288 | 6620 | 7657 | 7913 | 8518 | 9008 | 67079 | |
| Producción neta de | 65,5% | | 76,4% | 78,7% | 77,8% | 79,7% | 76,1% | 76,6% | 77,8% | 83,2% | 82,6% | 79,7% | 79,2% | |

| EVALUACIÓN FINAL DE EFICIENCIA REPRODUCTIVA Y PRODUCCION NETA DE TERNEROS | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------------------------|---------------|----------------------|--|--|
| | <i>Período "0"</i> | Periodo 1 | Periodo 2 | Periodo 3 | Periodo 4 | Periodo 5 | Periodo 6 | Periodo 7 | Periodo 8 | Periodo 9 | Periodo 10 | Total Período 1 a 10 | | |
| terneros | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | Peso al DPT kg | | 78 | | |
| | | | | | | | | | | Kg terneros/vientres totales | | 63 | | |
| | | | | | | | | | | Eficiencia kg/kg | | 15% | | |

Gráfico 10. Discriminación de causas de merma sobre 56.720 terneros esperados



Para alcanzar el objetivo de la empresa de duplicar el rodeo se lograron en promedio destetes del 79,2 % que permitió su crecimiento al 7 % acumulativo anual. Comparar rodeos sólo en términos de eficiencia reproductiva es complicado por la amplitud en días de la duración del servicio (90 a 180) y si son una o dos temporadas. En general, al no tenerse esto en cuenta se hacen equivalencias erróneas.

En términos del objetivo 1 ternero/vaca/año, la referencia debe ser el % de preñez en un solo servicio anual de 90 días de duración. Buscando dicha equivalencia hemos utilizado la fórmula:

$$\% \text{ de preñez} \times 365 / 365 + (\text{días de servicio} - 90)$$

De otro modo sería imposible comparar los índices de preñez de los establecimientos del caso expuesto. En la Tabla 17 se muestran los porcentajes de preñez convertidos a equivalentes 90 días de servicio.

Tabla 17. Conversión de preñez a equivalente 90 días de servicio

| PERIODO | PLANTEO | PÑ/TOTAL | % PREÑEZ | DÍAS | % EQUIV. 90 DÍAS |
|---------|----------|---------------|----------|------|------------------|
| 1983-85 | DTT Conv | 3.202/5.298 | 60,4 | 180 | 48,4 |
| 1988-92 | DPT | 8.615/12.010 | 71,7 | 180 | 57,5 |
| 1992-02 | DPT | 56.534/65.760 | 83,7 | 132 | 75,0 |

El incremento de la preñez del período auditado DPT versus DTT Convencional es + 9,1 %. Este bajo incremento indica que estaban actuando otros factores que la mejor CC de los vientres y su ciclismo no compensaban. Cuando comparamos el mismo planteo de producción (DPT) el período de diez años supera en +17,5 % al previo 1988-92 y +17,9 % al año de referencia 0. Se debe adicionar el 1,9 % por menor merma (7,1 % versus 9 %). En términos de eficiencia productiva las diferencias son 63 kg terneros/vientres totales versus 51 kg del año de referencia 0 y en eficiencia kg/kg 15 % versus 8,2 %.

Finalmente se pudo cumplir el objetivo del abastecer con terneros el *feedlot* de la empresa para mejorar la rentabilidad del planteo integrado. Se considera como referencia de la Tabla 18 el peso del ternero DPT 78 kg.

Tabla 18

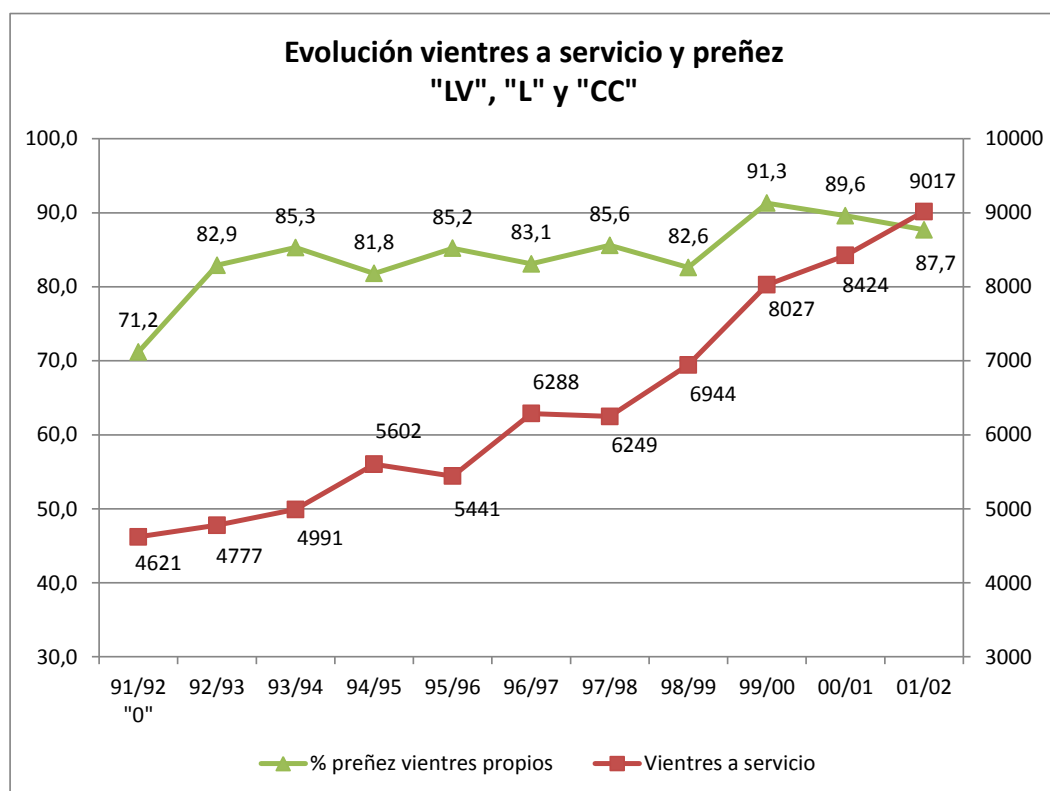
| | TERNEROS DPT |
|--|--------------|
| Año 0 de referencia | 3.419 |
| Resultado promedio en 10 temporadas | 5.310 |
| Producción extra de terneros | 1.891 |
| Ahorro gastos compra terneros (14,5 %) | 281 |
| Total | 2.172 |

El análisis económico es complejo y debe realizarlo cada ganadero pues intervienen infinidad de ítems en los gastos propios de cada explotación y las relaciones personal ganadero/cabezas, kg producidos/número de vientres y kg producidos/cabezas totales.

También debe tenerse en cuenta las cabezas/ha, los EV y los kg/carne/ha/año.

El Gráfico II sintetiza la evolución del stock de vientres ingresados a servicio y los excelentes y estables índices de preñez logrados con independencia de las contingencias climáticas presentadas durante los diez años. Se alcanzó el objetivo empresario de duplicar el rodeo original, con el cual nos habíamos comprometido.

Gráfico II. Evolución vientres a servicio y preñez en los tres establecimientos



Conclusiones

Las tecnologías de proceso como servicio estacionado, pastoreo rotativo, registros y ajuste de la carga tienen costo cero. De relativo bajo costo son los servicios veterinarios de diagnóstico de la gestación, examen de toros y capacitación del personal. El adelanto de la edad a primer servicio de las vaquillonas, el destete precoz, los gastos del plan sanitario, sales minerales, inseminación artificial, etc. son tecnologías de insumo que requieren capital. Para estas es

necesario que la banca, en especial la oficial, establezca líneas crediticias de financiación que serían de mayor impacto y utilidad para el crecimiento del stock ganadero que las establecidas para adquisición de vientres.

Implementar el destete precoz no es difícil, tiene alto impacto en la eficiencia reproductiva y consecuente alta tasa de crecimiento del rodeo, en especial en zonas marginales. Debería incorporarse definitivamente al programa de manejo de las vaquillonas de primer parto a segundo servicio en el NEA. Es de urgente implementación en cualquier zona del país ante la irrupción de circunstancias climáticas muy adversas.

La segmentación de fechas de diagnóstico de preñez, al agrupar gestaciones similares, facilita la supervisión de partos y permite ordenar secuencias de fechas de destete.

La aplicación de la técnica de inseminación artificial para el mejoramiento genético es facilitada por la inducción en la sincronía de celos que provoca el destete precoz.

El examen de enfermedades venéreas a los toros dentro de los sesenta días de finalizados los servicios aumenta la sensibilidad de recobramiento de *Tritrichomonas foetus* de los cultivos. Permite eliminar toros positivos para prevenir contagios por servicios de robo durante el período de receso entre servicios.

El sistema de entore por orden etario, la carga instantánea sin rotación y la planilla de registro de asignación de toros por rodeo contribuyen a un desempeño más eficiente y mejor control de reinfecciones por venéreas.

La crianza de toritos de reposición en su medio, la estricta selección por pubertad temprana y la eficiencia de su comportamiento reproductivo cambia el paradigma de utilizar toros a partir de los 3 años. El stock de toros con una edad promedio inferior a 4 años y el porcentaje de entore inferior al 4 % pueden considerarse un ejemplo de manejo eficiente.

El destete precoz, por sí mismo, no es eficiente sino es acompañado por un plan sanitario completo de cumplimiento estricto. En el NEA es imprescindible ajustar la formulación del suplemento mineral.

La auditoría anual para la determinación de índices reproductivos y de producción neta de terneros es necesaria para analizar las mermas y aplicar medidas correctivas.

El NEA es la segunda región del país en relación al stock de vientres, pero tiene bajos porcentajes de destete. El estado de conservación de los alambrados permite que los toros provoquen preñeces de robo dentro y fuera de los propios establecimientos. La trichomonosis puede considerarse endémica y pone en constante peligro a los rodeos libres. La medida de mayor impacto para mejorar los índices sería que las organizaciones de productores lideraran un plan de control y erradicación de la enfermedad. Con la integración de las estructuras de las fundaciones del plan de vacunación de aftosa, sólo faltaría la coordinación de las autoridades sanitarias nacionales, provinciales y colegios profesionales para diseñar un plan a corto plazo.

En la presentación se expusieron los resultados consistentes obtenidos al integrar tecnologías de procesos y de insumos, todas ampliamente fundamentadas, difundidas y conocidas por los profesionales del área agropecuaria y gran parte de los ganaderos del país. Hay estudios que demuestran que las bajas mejoras que se logran están asociadas a la adopción parcial de estas tecnologías y al perfil personal de los productores.

La ganadería nacional en los últimos cincuenta años ha tenido dos ciclos positivos (1973-82 y 2003-09) y dos negativos (1986-02 y 2010-2015). Como resultante de dicha inestabilidad la eficiencia de la actividad cría no ha variado la relación terneros/vacas manteniendo un índice inferior al 60 %.

Las coyunturas político-económicas y la baja rentabilidad contribuyeron a la depresión de la actividad cría, primer eslabón de la cadena del comercio de carnes. El productor con menor ánimo y dinamismo adoptó poca tecnología y demandó menos del sector de

los servicios profesionales agropecuarios. En momentos en que el país debe recomponer su stock ganadero, el crecimiento no pasa por cambiar vientres de propietarios y el proceso de retención de hembras influirá lentamente. Sólo una mejora sustancial de la eficiencia reproductiva y una disminución de las mermas pueden impulsar una rápida recuperación del stock.

Esta presentación expone logros en el NEA sobre pastizales naturales y condiciones ambientales difíciles que pueden aplicarse en cualquier región marginal del país donde haya ganado bovino. Es un aporte para demostrar que las tecnologías integradas son un arma poderosa para que el productor obtenga beneficios y es independiente de la dimensión de la explotación pero sí ligada a su capacidad de manejarlas. Los profesionales y asesores de la actividad deben asumir el desafío y elegir ser considerados un insumo más o ser actores integrantes en el proceso. Deberán liderar el arte de comunicar y llevar el conocimiento tecnológico a la factibilidad de la práctica.

Valorización económica de la implementación de una estrategia sanitaria de control del virus de la diarrea viral bovina en un establecimiento de cría

ANSELMO ODEÓN¹; ERIKA GONZÁLEZ ALTAMIRANDA²; MERCEDES GOIZUETA³; ANDREA VERNA^{1,2}; ENRIQUE LOUGE URIARTE¹; MAXIMILIANO SPETTER⁴; ERNESTO SPÄTH¹; ANDRÉS CASTELLANO³; ERNESTO ODRIOZOLA¹; GERMÁN CANTÓN¹; JAVIER FERNÁNDEZ⁵; JORGE FINELLI⁶; SUSANA PEREYRA¹, MARÍA LEUNDA¹; VERÓNICA RECALT¹; ALEJANDRA CAPOZZO⁷ Y DARÍO MALACARI⁷

Premio Mención Biogénesis-Bagó 2015

1. Grupo de Sanidad Animal, EEA INTA Balcarce

2. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

3. Área de Economía, EEA INTA Balcarce

4. Becario, FONCyT

5. Veterinario de gestión privada

6. Productor agropecuario

7. Instituto de Virología, CICVyA, INTA Castelar

Introducción

El virus de la Diarrea Viral Bovina (vDVB) causa importantes pérdidas económicas en la ganadería bovina. Una situación relevante es la existencia de bovinos persistentemente infectados (PI) producto de la exposición congénita al virus; estos animales son el principal reservorio y fuente de diseminación del virus⁽¹⁾ por lo que la detección y eliminación de estos animales PI es la base de un programa racional para el control del vDVB⁽²⁾. Como en otras enfermedades, la DVB tiene la desventaja de que las pérdidas no son fácilmente cuantificables, por lo que existe falta de conocimiento de su real implicancia en la producción. El objetivo del presente trabajo fue valorizar

económicamente la implementación de una Estrategia Sanitaria de Control del vDVB en un rodeo de cría del sudeste bonaerense.

Materiales y métodos

En un establecimiento de cría bovina de 652 ha, ubicado en el partido de San Cayetano, provincia de Buenos Aires, compuesto por 528 vientres, el Servicio de Diagnóstico Veterinario Especializado (SDVE) del INTA Balcarce diagnosticó la mortandad de 29 terneros de un año (18 hembras y 11 machos) por enfermedad de las mucosas. En el establecimiento hubo también 15 abortos y mortalidad neonatal de 30 terneros. En consulta con el SDVE, se decidió realizar el saneamiento del rodeo mediante la detección y eliminación de animales PI. Para ello se sangró la totalidad de los bovinos y se determinó la presencia del vDVB en suero por una técnica adaptada de *nested* RT-PCR⁽³⁾. Posteriormente, se realizó el análisis económico de la situación mediante la cuantificación de las pérdidas económicas y la valorización de la implementación de la estrategia sanitaria aplicada en un programa de 5 años⁽⁴⁾.

Resultados y discusión

Los resultados se abordaron desde tres ejes principales: 1) diagnóstico de la DVB; 2) cuantificación de las pérdidas económicas efectivas y debidas al vDVB y 3) valorización de la implementación de la estrategia sanitaria de control.

El número final de animales diagnosticados PI fueron 3/528 (0,56 %); sin embargo, si se considera que los 29 muertos por enfermedad de las mucosas también eran PI, el número total de PI en el establecimiento hubiese sido del 5,75 %. En la Tabla 1 se detalla la estimación de las pérdidas por abortos y mortalidad perinatal que también podrían ser atribuibles al vDVB, ya que el rodeo se encontraba libre de brucelosis y otras enfermedades reproductivas y venéreas.

Tabla 1. Estimación de los ingresos no percibidos por abortos y pérdidas perinatales en 2015

| INCREMENTO DE COSTOS POR REPOSICIÓN DE VIENTRES ABORTADOS | |
|--|--------------------|
| kg por vaca | 400 kg |
| \$ por kg de valores 2015 (precio establecimiento) | \$ 14.- |
| Venta vientre | \$ 5.400.- |
| Compra vientre (precio establecimiento) | \$ 7.500.- |
| Diferencia reposición: | \$ 2.100.- |
| Cantidad vacas abortadas 50 % de 45 | \$ 23.- |
| Total: pérdidas por reposición de vientre abortado | \$ 47.250.- |
| INGRESOS NO PERCIBIDOS POR MENOR PRODUCCIÓN DE TERNEROS | |
| kg por ternero al destete | 160 kg |
| \$ por kg a valores 2015 (precio establecimiento) | \$ 28.- |
| Ingreso no percibido por ternero al destete | \$ 4.364.- |
| Cantidad vacas abortadas 50% de 45 | \$ 23.- |
| Total: ingresos no percibidos por ternero al destete | \$ 98.208.- |

Las erogaciones incurridas por el asesoramiento del SDVE, tanto en la etapa de reconocimiento del problema, como en la aplicación de la propuesta sanitaria y el costo de reposición de los animales PI fue fueron de \$ 51.505 (Tabla 2) y las pérdidas económicas imputables al vDVB, con valores actualizados a 2015, fueron de \$ 369.465. En este cálculo se consideraron los egresos por vacunación (\$ 10.302) y los ingresos no percibidos por trastornos reproductivos, los cuales totalizaron 45 casos (Tabla 3). Asumiendo que la mayoría de estas pérdidas se debieron efectivamente a la presencia del vDVB, sólo se imputó el 50 % de los casos (\$ 145.458) y por mortandad de 29 animales de recría de 200 kg de peso vivo medio (\$ 152.200) (ver detalle en Tabla 3).

Tabla 2. Cuantificación de las pérdidas económicas efectivas

| | |
|-------------------------------------|-------------|
| Visita al establecimiento | \$ 800.- |
| Necropsia por un animal | \$ 1.500.- |
| Aislamiento viral por dos muestras | \$ 417.- |
| Análisis histopatológico | \$ 363.- |
| <i>Screening</i> del rodeo | \$ 40.000.- |
| Análisis de 17 animales en etapa de | \$ 2.125.- |

| | |
|--------------------------------------|--------------------|
| control | |
| Total: pérdidas por reposición de PI | \$ 6.300.- |
| Total | \$ 51.505.- |

Se estimó un valor aproximado de la implementación de la Estrategia Sanitaria de Control del vDVB y en función de ello se calcularon egresos/ingresos para un lapso de 5 años (Tabla 3), tomándose como momento de valuación el año 2015 (año 0), dado que la detección de animales PI y la propuesta de control tuvo lugar en este periodo. En 2015 los flujos fueron sólo egreso y a los efectos del presente análisis, los 5 años subsiguientes se plantearon como flujos constantes, en donde los egresos son por vacunación y vigilancia. Los ingresos son aquellos que en el año 0 fueron considerados como egresos (trastornos reproductivos y muertes), ya que una vez saneado el establecimiento no se incurrirá en esas pérdidas, pudiendo argumentarse que se obtendrán esos «kg de carne adicionales».

Tabla 3. Valorización de la Estrategia Sanitaria de control del vDVB en un establecimiento de cría

| | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 |
|--|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | \$ -10.302.- | \$ -10.302.- | \$ -10.302.- | \$ -10.302.- | \$ -10.302.- | \$ -10.302.- |
| Egresos | \$ -51.505.- | \$ -500.- | \$ -500.- | \$ -500 | \$ -500 | \$ -500 |
| | \$ -307.960.- | \$ 0.- | \$ 0.- | \$ 0.- | \$ 0.- | \$ 0.- |
| Total egresos | \$ -369.767.- | \$ -10.802.- | \$ -10.802.- | \$ -10.802.- | \$ -10.802.- | \$ -10.802.- |
| Ingresos | \$ 0.- | \$ 307.960.- | \$ 307.960.- | \$ 153.980.- | \$ 153.980.- | \$ 153.980.- |
| Total ingresos | \$ 0.- | \$ 307.960.- | \$ 153.980.- | \$ 153.980.- | \$ 153.980.- | \$ 153.980.- |
| Ingresos menos egresos | \$ -369.767.- | \$ 297.158.- | \$ 297.158.- | \$ 143.178.- | \$ 143.178.- | \$ 143.178.- |
| Valor de la implementación de la estrategia al 15 % | \$ 207.467.- | | | | | |

Conclusión

En la actualidad, en nuestro país, la detección de bovinos infectados con el vDVB para el saneamiento de rodeos es un problema que tiene una aplicación limitada y depende en mucho de *kits* diagnóstico importados con alto costo que hacen poco viable su utilización. Por esta razón, es destacable disponer con tecnología competitiva local que permita sustituir importaciones, generar capacidades locales y elevar la calidad del servicio sanitario disponible en el mercado. En este sentido, el ejemplo presentado con el caso descrito permitió validar el servicio propuesto y su potencial utilización en amplia escala.

Los resultados de la valoración de la Estrategia de Control de la Diarrea Viral Bovina en este establecimiento fueron económicamente favorables, implicando que no solo se recuperaron los egresos del año previo, sino que además hubo un valor positivo adicional favorable al establecimiento.

En conclusión, el ejemplo presentado en este estudio permitió validar el servicio propuesto y su potencial utilización en amplia escala. Ello posibilita contar con una plataforma sanitaria para dar soluciones a un problema específico del sector pecuario.

Referencias

- (1) Nettleton, P. F. and Entrican, G. (1995). Ruminant pestiviruses. *Br Vet J*, 151(6):615-42.
- (2) Brodersen, B. W. (2014). Bovine Viral Diarrhea Virus Infections: Manifestations of Infection and Recent Advances in Understanding Pathogenesis and Control. *Veterinary Pathology* 51(2):453-464.
- (3) Goubea, V., Santos, N., Timenetsky, M., Do, C. (1994). VP4 typing of bovine and porcine group A rotavirus by PCR. *J Clin Microbiol* 32:1333-37.
- (4) Castellano, A. y Goizueta, M. (s/d). Dimensiones conceptuales en torno al valor agregado agroalimentario y agroindustrial. <<http://inta.gob.ar/documentos/>>

Control de la neosporosis en un tambo comercial y primer aislamiento de *Neospora caninum* en bovinos

H. LAGOMARSINO¹; L. CAMPERO^{2,3}; D. CANO⁴; J. ARMENDANO⁵; L. MASSOLA¹; Y. HECKER²; B. GARCÍA¹; I. GUAL²; V. BRACHO¹; L. PARDINI^{2,3}; M. LEUNDA⁴; S. PEREYRA⁴; L. LISCHINSKY⁴; F. FIORANI²; M. RAMBEAUD²; G. MORÉ^{2,3}; G. CANTÓN⁴; J. UNZAGA²; V. RECALT⁴; A. BENCE⁶; A. RODRÍGUEZ⁴; A. ODEÓN⁴; M. VENTURINI²; D. MOORE²

Premio Mención Biogénesis-Bagó 2015

1. Actividad privada, Venado Tuerto, Santa Fe, Argentina
2. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina
3. Laboratorio de Inmunoparasitología, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Argentina
4. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina
5. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), Argentina
6. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina

Resumen

El objetivo de este trabajo fue controlar las pérdidas reproductivas ocasionadas por la neosporosis bovina en un tambo comercial ubicado en el sudeste de la provincia de Córdoba. Las vacas y vaquillonas eran de cruce jersey-holando argentino en un sistema de base pastoril con manejo reproductivo biestacionado. La seroprevalencia inicial de *N. caninum* era del 18,9 % y el porcentaje anual de abortos general era del 10 % en 2.564 animales. Como prueba serológica se utilizó inmunofluorescencia indirecta estableciendo la asociación entre seropositividad y ocurrencia de abortos. Se caracterizaron las vías de transmisión para establecer las medidas de control. Gradualmente se eliminaron las hembras seropositivas. Además, las vacas y vaquillonas lecheras seropositivas se inseminaron con semen de raza hereford para incrementar la

producción de kilogramos de carne. Se utilizó la primera cepa de *N. caninum* aislada desde un bovino como inmunógeno experimental en hembras naturalmente seropositivas. Hubo asociación estadística significativa entre seropositividad y el evento aborto en vacas y vaquillonas; siendo mayor para la categoría vaquillona. Una vaca seropositiva tuvo aproximadamente el doble de posibilidades de abortar que una vaca seronegativa (OR=1,9; IC95 %: 1,2-2,3). Una vaquillona positiva tuvo cerca de 5 veces más posibilidades de sufrir un aborto que su contraparte seronegativa (OR=5,1; IC95 %: 2,7-9,5). Interesantemente, se observaron diferencias significativas en el riesgo de abortar cuando se considera la categoría; es decir, una vaquillona seropositiva tuvo más del doble de posibilidades de abortar que una vaca seropositiva (OR=2,4; IC95 %: 1,3-4,3). Considerando el muestreo de las madres y el sangrado pre-calostroal se identificaron 9 animales con riesgo de transmisión vertical y 45 en riesgo de transmisión horizontal, respectivamente. La proporción de terneros infectados por cada una de las vías estudiadas no difirió significativamente ($P > 0,05$) debiendo considerarse que si bien la vía de transmisión horizontal fue menos eficiente, la proporción de animales en riesgo fue significativamente mayor ($P < 0,05$). Aunque se observaron diferencias significativas en la seroprevalencia y el porcentaje de aborto general a lo largo de los años para la categoría vaquillona ($P < 0,05$), dichas diferencias no se observaron en la categoría vaca ($P > 0,05$). La caracterización en la dinámica de anticuerpos e inocuidad luego de inocular la cepa autóctona aislada en animales infectados crónica demostró una interacción significativa entre tiempo y tratamiento en ambas categorías (vaca y vaquillona). Antes de la inoculación no se detectaron diferencias en el título de anticuerpos en los grupos tratados y placebo ($P > 0,05$). Sin embargo, luego de inocular los parásitos vivos se observó un aumento significativo en el título de anticuerpos ($P < 0,05$). Los animales actualmente se encuentran en su 6^o mes de gestación habiéndose registrado sólo un aborto en el grupo placebo. Es relevante hacer un diagnóstico adecuado de la situación sanitaria en el establecimiento respecto a la neosporosis bovina, comenzando por determinar su

asociación con la ocurrencia de abortos. Aunque en este establecimiento se demostró una alta eficacia en la transmisión vertical de la neosporosis es importante considerar que durante el estudio longitudinal se demostró una proporción de animales expuestos (transmisión horizontal) similar a los que se habían infectado congénitamente (transmisión vertical). Se disminuyó significativamente la seroprevalencia de neosporosis y los abortos en vaquillonas mediante identificación y eliminación gradual de animales seropositivos y evitando dejar como reposición hijas de madres positivas. La implementación de la IA con semen de raza para carne es una herramienta interesante permitiendo que una vaca lechera infectada siga en producción (siempre que no sufra un aborto) dejando una descendencia que no ingresará al tambo y incrementando la producción de carne con un precio más competitivo. La nueva cepa (NC-Argentina LPI) fue utilizada como autovacuna en el mismo establecimiento donde fue aislada.

1. Introducción

1.1. Actualidad del sector lechero y parámetros reproductivos

La producción de leche, particularmente la realizada por pequeños y medianos productores tamberos, se encuentra bajo circunstancias muy exigentes y competitivas. Necesitan ser muy eficientes en cada eslabón del ciclo productivo si desean lograr una proyección de crecimiento en el número de vacas en ordeño y diluir los costos fijos. Es más, en muchas situaciones el mantenimiento del número de vacas en ordeño se ve comprometido con la propia producción de recrias a causa de un alto porcentaje de pérdidas reproductivas.

Mantener adecuados parámetros reproductivos implica no sólo llevar adelante medidas eficientes de manejo sino también establecer un estatus sanitario conocido y controlado. Además de las pérdidas económicas directas atribuidas a los abortos (cualquiera sea su origen), las pérdidas reproductivas limitan un crecimiento del rodeo sostenido a lo largo de los años. En un tambo sanitariamente

controlado se pueden lograr tasas de crecimiento de un 2-3 % anual siempre y cuando la tasa de abortos no supere el 8 %.

Si bien existen otras causas infecciosas que provocan pérdidas reproductivas (virus, bacterias, hongos, protozoarios), las infecciones por *Neospora caninum* son frecuentes siendo las medidas para su control poco eficientes y difíciles de implementar. El paso inicial es confirmar la asociación de los episodios de aborto con las infecciones por *N. caninum*, establecer la seroprevalencia general en el rodeo por categorías, y establecer cuáles son las principales vía de infección (Dubey y col., 2007). La ausencia de tratamiento y vacunas, necesariamente implica la aplicación de estrategias integradas de manejo que deben ser evaluadas según practicidad y beneficios económicos.

1.2. Antecedentes sobre el tema

N. caninum es considerado como la principal causa de aborto en ganado lechero (Dubey y col., 2007, 2011). Los hospedadores definitivos reconocidos en la actualidad son el perro doméstico, el dingo, el lobo y el coyote. Los hospedadores definitivos adquieren la infección al ingerir tejidos (placentas y fetos) de hospedadores intermediarios conteniendo quistes (Dubey y col., 2007). La pared de los quistes es degradada por los jugos gástricos liberando las formas parasitarias que iniciarán los estadios enteroepiteliales (Kul y col., 2015). Luego de realizar una fase asexual y sexual en el intestino, los ooquistes son eliminados en las heces del hospedador definitivo. La ingestión de estos ooquistes es la única vía de transmisión horizontal demostrada en hospedadores intermediarios cuando los ingieren por vía oral (Dubey et al., 2011). Los esporozoítos de los ooquistes son liberados en el aparato gastrointestinal del hospedador intermediario y vía sanguínea y linfática acceden a todos los tejidos, llegando a formar quistes solo en sistema nervioso central (SNC) y tejido muscular. Una vaca infectada transmite muy eficientemente la enfermedad a su feto gestante. Esta transmisión puede ocurrir tanto en una vaca que se infecta recientemente, o en una vaca crónicamente

infectada, al reactivarse los quistes latentes. De esta manera la enfermedad se mantiene en el rodeo.

En los rumiantes no hay transferencia de anticuerpos desde la madre hacia el feto por vía transplacentaria, por lo tanto la detección de anticuerpos específicos en suero pre-calostro del ternero indica la síntesis de anticuerpos por parte del feto debido a una infección intrauterina. Por lo tanto, esta herramienta sirve para detectar transmisión vertical de la neosporosis, determinando la prevalencia en las vacas y su progenie antes de la ingesta de calostro. Además, comparando la prevalencia según la categoría o edad permitirá también inferir la importancia de la transmisión horizontal de la enfermedad. La dinámica de anticuerpos a lo largo de la gestación ha sido caracterizada en vaquillonas holando crónicamente infectadas con *N. caninum* (Moore y col., 2005). Se describieron altos títulos séricos durante el último tercio de la gestación los cuales descienden semanas luego del parto.

La presentación de los abortos provocados por una infección con *N. caninum* tiene dos comportamientos distintos: un brote de abortos concentrados en un periodo de tiempo limitado (forma epidémica) que generalmente se asocia a la transmisión horizontal (McAllister y col., 2000), mientras que la forma endémica generalmente es consecuencia de una infección anterior y puede estar precedida por un patrón epidémico caracterizándose por la prolongación en el tiempo de abortos esporádicos (Dubey y col., 2007). Diversos investigadores señalan que en los años siguientes a un brote epidémico de abortos, los rodeos afectados pueden experimentar abortos enzoóticos (Dubey y col., 2007).

Neosporosis bovina en Argentina

En Argentina, los primeros relevamientos seroepidemiológicos de neosporosis en ganado para leche y carne determinaron la presencia de anticuerpos específicos por inmunofluorescencia indirecta (IFI) (Venturini y col., 1995). Otros estudios en las provincias de Santa Fe y Córdoba demostraron prevalencias del 15 al 27,5 % en 320 bovinos

lecheros, siendo positivos los 8 rodeos en estudio (Echaide y col., 2002). En fetos provenientes de frigoríficos se encontró que el 24 % y el 4,5 % de los especímenes provenientes de rodeos de leche y carne respectivamente presentaban anticuerpos específicos (Venturini y col., 1999). En un estudio realizado en un tambo del oeste de la provincia de Buenos Aires, se detectó una prevalencia del 80,9 % en vacas y 30 % en terneros precalostrados de un total de 173 vacas y partos evaluados. En la provincia de La Pampa, Fort y col. (2015) determinaron una prevalencia de 9,6 % de 4.334 sueros bovinos analizados siendo mayor la seroprevalencia en vacas de tambo (20,3 %) en relación a las de cría (7 %), en coincidencia con lo reportado en estudios previos. Estos estudios demostraron la alta seroprevalencia de la neosporosis en los sistemas de producción de leche, y la elevada tasa de transmisión vertical de la enfermedad (Moré y col., 2009).

En el año 2008 se detectó que el 10 % de 666 fetos abortados analizados fueron producidos por infecciones con *N. caninum*, confirmando lesiones histopatológicas compatibles y detectando anticuerpos específicos mediante IFI (fluido fetal >1:25) y/o la presencia del parásito mediante inmunohistoquímica (IHQ) y/o nested-PCR (Moore y col., 2008).

Posteriormente, Moore y col. (2009) demostraron que la prevalencia hallada en bovinos (IFI >1:200) fue diferente de acuerdo con la categoría analizada. En las categorías vaquillona de reposición y vaca de rodeos para carne las prevalencias fueron 2,6 % (n = 265) y 17,3 % (n = 1190), respectivamente. En el ganado lechero se observó una prevalencia en las vaquillonas de reemplazo del 18,8 % (n = 2501) y en vacas en ordeño del 39,8 % (n = 291). Moré y col. (2009) evidenciaron seroconversión en 9/19 terneros seronegativos precalostrales al ser reevaluados a los 7 meses de vida (IFI >1:25). Todos estos resultados demuestran la importancia de la transmisión horizontal de la enfermedad.

Existe un limitado número de aislamientos de *N. caninum* a nivel mundial, principalmente debido a la dificultades operativas en el

pasaje desde el tejido infectado al crecimiento *in vitro* del parásito (Dubey y Schares, 2006). En Argentina, hasta el momento, se reportaron tres aislamientos de *N. caninum* de distintos hospedadores, cuyos patrones moleculares fueron confirmados mediante análisis por microsatélites. El aislamiento NC6-Argentina (Basso y col., 2001) fue logrado a partir de ooquistes hallados en la materia fecal de un perro infectado naturalmente, cuya patogenicidad ha sido caracterizada tanto *in vitro* como *in vivo* en ratones y bovinos (Bacigalupe y col. 2013; Hecker y col., 2013; Dellarupe y col., 2014a; 2014b). Luego, Basso y col. (2014) aislaron *N. caninum* de tejidos de un cervato axis (*Axis axis*) del Zoológico de La Plata (NC-Axis) que había muerto a los 14 días de vida con un cuadro clínico de debilidad y ataxia. Como resultado parcial del trabajo aquí presentado, se obtuvo el primer aislamiento de *N. caninum* de origen bovino a partir de un ternero asintomático pero congénitamente infectado, proveniente de un rodeo para leche de la provincia de Córdoba, denominado NC-Argentina LPI (Campero y col., 2015).

Las pérdidas económicas por abortos atribuidos a *N. caninum* en ganado para leche de la pampa húmeda ha sido estimada en US\$ 33.097.221 (rango US\$ 15.622.600-119.349.693) (Moore y col., 2013). La estimación en US\$ 1.415 por aborto, incluyó la pérdida de la preñez, costo de diagnóstico de laboratorio, asistencia profesional, venta de la hembra que sufrió el aborto (ingreso) y compra de una vaquillona preñada para su reposición (Moore y col., 2013). En este contexto, resulta imperioso obtener resultados a partir de estrategias integradas de manejo que permitan limitar las pérdidas reproductivas, productivas y económicas ocasionadas por *N. caninum*.

Medidas de control

Se han propuesto diferentes estrategias de control basadas en la relación costo-beneficio a nivel de rodeo. Si la prevalencia de la enfermedad en un rodeo fuera baja, podría ser más caro tratar de eliminar la enfermedad que convivir con ella (Campero, 2014). No obstante, para aquellos rodeos con prevalencias mayores (>21 %), se

considera que la vacunación sería la medida más rentable (Reichel y Ellis, 2006). Sin embargo, la única vacuna comercial para *N. caninum* que estuvo disponible en algunos países fue retirada del mercado debido a su variable eficacia (Weston y col., 2012; Reichel y col., 2015). Por lo tanto, hasta el presente, no existen vacunas comerciales disponibles ni tratamientos con medicamentos efectivos para el control de la neosporosis bovina. Por tal razón, el control de la neosporosis se basa exclusivamente en medidas de manejo (Almería y López-Gatius, 2013; Weber y col., 2013; Campero, 2014; Reichel y col., 2015). Se recomienda evitar la transmisión horizontal limitando el acceso de los perros al alimento y agua que consume el ganado bovino para impedir la posible diseminación de ooquistes a través de la materia fecal. También es importante eliminar fetos abortados y placentas para evitar la ingestión de posibles tejidos infectados con *N. caninum* por parte de los hospedadores definitivos. Con respecto a la vía de transmisión vertical, se recomienda realizar la reposición con animales seronegativos y eliminar los animales seropositivos al igual que vacas que sufrieron abortos. No obstante, esta medida solamente es rentable si la seroprevalencia es baja (Campero, 2014).

En este trabajo se muestran los resultados de estrategias integradas de manejo realizadas durante cinco años en un tambo comercial ubicado en el sur de la provincia de Córdoba. Además se describe el primer aislamiento en el país de una nueva cepa de *N. caninum* desde un bovino asintomático crónicamente infectado.

Establecimiento y animales

El estudio se realizó en un tambo con aproximadamente 3.000 vacas y vaquillonas cruce jersey-holando argentino en producción ubicado en el sudeste de la provincia de Córdoba (33° 47' S 62° 37' W). La carga promedio anual es de 1,8 vacas totales por hectárea con 80 % vacas en ordeño sobre vacas totales. El sistema es de base pastoril, principalmente compuesto por pasturas de alfalfa y distintos grados de suplementación con silo de pastura, silo de maíz, poroto de soja crudo y maíz partido. El manejo reproductivo es bi-estacionado con

servicios en otoño y en primavera. El rodeo es libre de brucelosis y tuberculosis. Otras enfermedades que afectan la reproducción se previenen mediante la aplicación de 2 dosis preservicio de una vacuna comercial contra la rinotraqueitis infecciosa bovina (IBR), campylobacteriosis bovina, leptospirosis, *Histophilus somnus* y diarrea vírica bovina (DVB). Los toros se controlan para enfermedades de transmisión sexual. La seroprevalencia inicial de *N. caninum* era del 18,9 % y el porcentaje anual de abortos general era del 10 %.

Objetivos

Objetivo general

Controlar las pérdidas reproductivas ocasionadas por la neosporosis bovina en un tambo comercial.

Objetivos específicos

- 1) Determinar la seroprevalencia de la neosporosis bovina y su asociación con la ocurrencia de abortos en vacas y vaquillonas.
- 2) Caracterizar las vías de transmisión para establecer las medidas de control.
- 3) Disminuir la seroprevalencia y los abortos mediante identificación y eliminación gradual de vacas seropositivas.
- 4) Incrementar la producción de kilogramos de carne a partir de la utilización de semen de raza hereford en hembras lecheras seropositivas.
- 5) Aislar cepas de *N. caninum*.
- 6) Caracterizar la dinámica de anticuerpos e inocuidad de la cepa autóctona aislada en el mismo establecimiento mediante su inoculación en hembras bovinas crónica infectados.

2. Tecnologías y prácticas de manejo adoptadas

Se describen las tecnologías y prácticas de manejo generales presentando luego los procedimientos para cada objetivo específico.

2.1. Obtención de muestras y prueba serológica

Las muestras para análisis serológico fueron obtenidas por punción de la vena coccígea. Para la detección de anticuerpos específicos se utilizó la prueba de IFI (Venturini y col., 1999). El antígeno utilizado pertenece a la cepa NC-1 de *N. caninum*. Se utilizó el conjugado comercial anti-IgG bovina producido en conejo marcado con fluoresceína. Los portaobjetos fueron montados en glicerol y examinados en un microscopio de epifluorescencia.

El seguimiento y la búsqueda de información de cada animal (abortos, edad, condición sanitaria, productividad) a lo largo de los años se realizó mediante un software para gestión de empresas de producción lechera.

Objetivo 1: Determinar la seroprevalencia de la enfermedad y su asociación con la ocurrencia de abortos.

Las diluciones de los sueros comenzaron desde 1:25 para terneros/as y vaquillonas (Venturini y col., 1999) y 1:100 para vacas multíparas (Rodrigues y col., 2004). El criterio de utilizar diferentes diluciones séricas según la categoría animal se aplicó a los fines de maximizar la sensibilidad de la prueba en la categoría vaquillona.

La proporción inicial de animales seropositivos fue comparada entre categorías empleando el test de Chi cuadrado (Proc. FREQ; SAS Institute Inc.; Cary, NC, USA). Asimismo, la ocurrencia de aborto fue evaluada mediante la utilización de un modelo de regresión logística (Proc. GLIMMIX; SAS Institute Inc.), incluyendo a la categoría (vaca o vaquillona), el estatus serológico (positivo o negativo) y su interacción, como variables explicativas. El nivel de asociación entre las variables estudiadas y la ocurrencia de aborto fue estimada a partir

del *odds ratio* (OR) \pm intervalo de confianza al 95 % (IC95 %). En todos los análisis se empleó un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

Objetivo 2: Caracterizar las vías de transmisión para establecer las medidas de control.

Para el cumplimiento de este objetivo se recolectaron muestras de sangre previa ingesta de calostro de 54 terneros/as mediante punción yugular inmediatamente luego de presenciar el parto. Además se extrajo una muestra de sangre de cada madre inmediatamente luego del parto. Asimismo se realizó un estudio serológico longitudinal de los terneros/as durante 15 meses con 5 extracciones de sangre cada 75 días. Las muestras de suero sanguíneo fueron almacenadas a -20°C hasta el momento del análisis. Para este objetivo, las diluciones de los sueros comenzaron desde 1:25 para todas las categorías animales. Para estudiar las vías de transmisión, se definieron dos poblaciones de riesgo. Los terneros hijos de madres positivas fueron considerados como la población en riesgo de transmisión vertical y aquellos que resultaron negativos al muestreo pre-calostroal fueron considerados como la población en riesgo de transmisión horizontal. Se consideró caso de transmisión vertical a los terneros hijos de madre positiva que resultaron positivos en el muestreo pre-calostroal. Como caso de la transmisión horizontal se contabilizaron a los animales negativos pre-calostroalmente que seroconvirtieron en alguno de los sangrados posteriores.

La eficacia de cada vía de transmisión fue evaluada mediante un modelo de regresión logística, utilizando el estatus serológico de la cría como variable respuesta y la población de riesgo a la que pertenecían como variable explicativa (Proc. LOGISTIC; SAS Institute Inc.). También se consideró la inclusión de las variables categoría de la madre y edad de la cría en el modelo. Por último, sobre el total de crías positivas, se comparó la proporción que había sido contagiada por cada una de las vías estudiadas, utilizando para ello la prueba de Chi cuadrado para igualdad de proporciones (Proc. FREQ; SAS Institute Inc.).

Objetivo 3: Disminuir la seroprevalencia y los abortos mediante identificación y eliminación gradual de vacas seropositivas.

Considerando los parámetros sanitarios y los resultados obtenidos por serología, se utilizaron la sumatoria de «2 eventos» como criterio para la eliminación de las vacas multíparas, considerando «evento» a: seropositividad a *N. caninum*, aborto, mastitis, lesiones podales, baja producción, pérdida de estado corporal, entre otros. Es decir, toda vaca que tuviese alguna de estas manifestaciones clínicas sumado al hecho de ser seropositiva a *N. caninum* fue vendida para faena.

Además, las vacas o vaquillonas seropositivas fueron inseminadas artificialmente con semen de raza hereford. De esta manera, las crías de hembras seropositivas no ingresan al sistema de producción de leche y son destinadas a producción de carne.

Para el análisis de la evolución de la seroprevalencia y el porcentaje de abortos se emplearon modelos de regresión logística mixtos (Proc. GLIMMIX; SAS Institute Inc.). Los dos parámetros estudiados fueron analizados en función del año (2011 a 2015), de la categoría (vaca o vaquillona) y su interacción. Cuando fue necesario se empleó el ajuste de Holm-Tukey para los contrastes múltiples *post hoc*. Se empleó un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

Objetivo 4: Incrementar la producción de kilogramos de carne a partir de la utilización de semen de raza hereford en hembras seropositivas.

Como se dijo anteriormente toda vaca o vaquillona seropositiva fue inseminada artificialmente con semen de raza hereford tratando de incrementar la producción de kilogramos de carne no sólo desde la eficiencia lograda en la crusa sino también por el precio de mercado.

Objetivo 5: Aislar cepas de N. caninum.

Los materiales y métodos para el aislamiento de la primera cepa de *N. caninum* desde un ternero congénitamente infectado pero

clínicamente normal son aquellos publicados por Campero y col. (2015). Brevemente, se seleccionaron 5 neonatos cruzas jersey x holando argentino de 10 días (identificados como A, B, C, D y E) con alto título serológico precalostrual hijos de madres seropositivas. Los hemicéfalos refrigerados para realizar ensayos *in vivo* e *in vitro* se enviaron al Laboratorio de Inmunoparasitología de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Cada hemicéfalo de ternero se homogeneizó, digirió e inoculó en ratones *knock-out* para interferón gamma altamente susceptibles a infecciones por *N. caninum*. La infección en estos ratones se confirmó inicialmente por serología (IFI). Así, los ratones seropositivos fueron eutanasiados mediante dislocación medular y se conservaron los órganos para estudios histopatológicos (HP), IHQ y estudios de biología molecular (PCR). Adicionalmente, se realizó cultivo celular a partir del lavado con solución fisiológica de la cavidad peritoneal de los ratones. Un mL de dicho lavado fue utilizado para infectar botellas de cultivo de 25 cm³ con células VERO. Las botellas se incubaron a 37° C con 5 % CO₂. Semanalmente se realizaron pasajes a células nuevas y una observación diaria del cultivo con un microscopio invertido para detectar la presencia de efecto citopático y/o taquizoítos de *N. caninum*.

El ADN extraído de órganos de ratones infectados y de los taquizoítos del cultivo celular positivos a la PCR fue enviado al Dr. Gereon Schares (Insitituto Friedrich Loeffler, Wüsterhausen, Alemania) para la caracterización genética mediante la técnica de tipificación multilocus de secuencias (MSLT) a través de una electroforesis capilar para los microsatélites MS1B, MS3, MS5, MS6A, MS6B, MS7, MS12 y MS21 (Regidor-Cerrillo y col., 2006) y secuenciado para los microsatélites MS2 y MS10, como lo describió Basso y col. (2009; 2010). Las secuencias nucleotídicas de los microsatélites MS2 y MS10 fueron depositados en la base de datos del GenBank con los números de acceso: KJ700414 y KJ700413, respectivamente, denominándose la cepa NC-Argentina LP1.

Todos los animales utilizados en este estudio fueron manejados en acuerdo estricto con las condiciones propuestas por el Comité

Institucional de Cuidado y Uso de Animales de Laboratorio (CICUAL) de la Facultad de Ciencias Veterinarias (UNLP). Se realizaron los máximos esfuerzos para minimizar el sufrimiento de los animales.

Objetivo 6: Caracterizar la dinámica de anticuerpos e inocuidad luego de inocular la cepa autóctona aislada en animales crónicamente infectados.

Cultivo de la cepa autóctona

Para la elaboración del inóculo, los taquizoítos de la nueva cepa NC-Argentina LP1, se multiplicaron en células VERO mantenidas en atmósfera con 5 % de CO₂. A partir de la inoculación con taquizoítos, la monocapa de células se mantuvo en medio suplementado conteniendo 2 % de SFB. Se realizó el transporte al establecimiento luego de 48 horas de inoculada la monocapa de células. Los taquizoítos fueron cosechados durante su fase intracelular cuando un 80 % de células de la monocapa estuvieron infectadas. Las células fueron desprendidas mediante un raspador estéril y la suspensión de células conteniendo los protozoos fue recolectada en tubos para centrífuga efectuándose un lavado. El material recolectado fue pasado estérilmente a través de agujas de 25 de diámetro para liberar los taquizoítos intracelulares. Este material fue centrifugado a 1350×g durante 15 minutos eliminándose el sobrenadante y resuspendiéndose nuevamente. Luego se realizó el recuento en cámara de Neubauer de 2 alícuotas del material y finalmente se ajustó a una concentración final de 1×10⁷ protozoos/ml en un volumen final de 2 ml de inmunógeno. El inóculo fue transportado a en conservadora a 8° C hasta el momento de la inoculación la cual se realizó a los 45 minutos posteriores a la cosecha de los protozoos (Hecker et al., 2013). Las vaquillonas fueron asignadas a dos grupos: vacunadas y control. La inoculación se realizó por vía subcutánea.

Las diluciones séricas fueron expresadas como media geométrica ± desvío estándar geométrico (MG±DEG). Para el análisis estadístico las diluciones fueron transformadas logarítmicamente y analizadas utilizando un modelo lineal general para medidas repetidas (Proc.

GLIMMIX; SAS Institute Inc.). Se incluyó al tratamiento (vacuna o placebo), día de muestreo y su interacción como efectos fijos. Cuando fue necesario, las comparaciones múltiples *post hoc* fueron realizadas empleando el ajuste de Holm-Tukey. La normalidad y homoscedasticidad de los residuales fueron evaluados empleando el test de Shapiro Wilk y de Levene, respectivamente, modelándose la heterogeneidad de varianza cuando fue necesario. Se empleó un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

3. Resultados

Objetivo 1: Determinar la seroprevalencia de la enfermedad y su asociación con la ocurrencia de abortos.

La seroprevalencia total de neosporosis bovina fue 18,9 % en 2564 animales analizados en el año 2011. La proporción de vaquillonas seropositivas fue significativamente mayor que en vacas (Tabla 1).

*Tabla 1. Proporción de vacas y vaquillonas de primer servicio seropositivas a *N. caninum**

| CATEGORÍA | % SEROPOSITIVAS (TOTAL) |
|---|--------------------------|
| Vaca | 16,1 (2415) ^a |
| Vaquillona | 27,9 (746) ^b |
| Total | 18,9 (3161) |
| ^{a,b} Letras diferentes indican diferencias con $P < 0,05$. | |

Asimismo, hubo asociación estadística significativa entre seropositividad y el evento aborto en ambas categorías, siendo esta asociación aún mayor para la categoría vaquillona (Tabla 2). Una vaca seropositiva tuvo aproximadamente el doble de posibilidades de abortar que una vaca seronegativa (OR=1,9; IC95 %: 1,2-2,3). Asimismo una vaquillona positiva tuvo cerca de cinco veces más posibilidades de sufrir un aborto que su contraparte seronegativa (OR=5,1; IC95 %: 2,7-9,5). Interesantemente, se observaron diferencias significativas en el riesgo de abortar cuando se considera la categoría

aún siendo ambas seropositivas; es decir, una vaquillona seropositiva tuvo más del doble de posibilidades de abortar que una vaca seropositiva (OR=2,4; IC95 %: 1,3-4,3).

Tabla 2. Proporción de la ocurrencia de abortos según la categoría y su estado serológico

| CATEGORÍA | % DE ABORTOS (TOTAL) | |
|------------|--------------------------|--------------------------|
| | SEROPOSITIVA | SERONEGATIVA |
| Vaca | 14,1 (389) ^{Aa} | 8,1 (2026) ^{Ab} |
| Vaquillona | 28,4 (208) ^{Ba} | 7,2 (538) ^{Ab} |
| Total | 19,1 (597) | 7,9 (2564) |

Objetivo 2: Caracterizar las vías de transmisión para establecer las medidas de control.

Considerando el muestreo de las madres y el sangrado pre-calostroal se identificaron 9 animales con riesgo de transmisión vertical y 45 en riesgo de transmisión horizontal, respectivamente. No se observó efecto de la categoría de la madre ni del sexo de la cría sobre las variables estudiadas ($P > 0,05$). La eficiencia y probabilidad de transmisión fue significativamente mayor para la vía de transmisión vertical ($P < 0,05$; Tabla 3). Igualmente la proporción de terneros infectados por cada una de las vías estudiadas no difirió significativamente ($P > 0,05$) debiendo considerarse que si bien la vía de transmisión horizontal fue menos eficiente, la proporción de animales en riesgo fue significativamente mayor ($P < 0,05$).

Tabla 3. Caracterización de las vías de transmisión para la neosporosis bovina considerando la población en riesgo, la eficiencia de transmisión y proporción de animales infectados

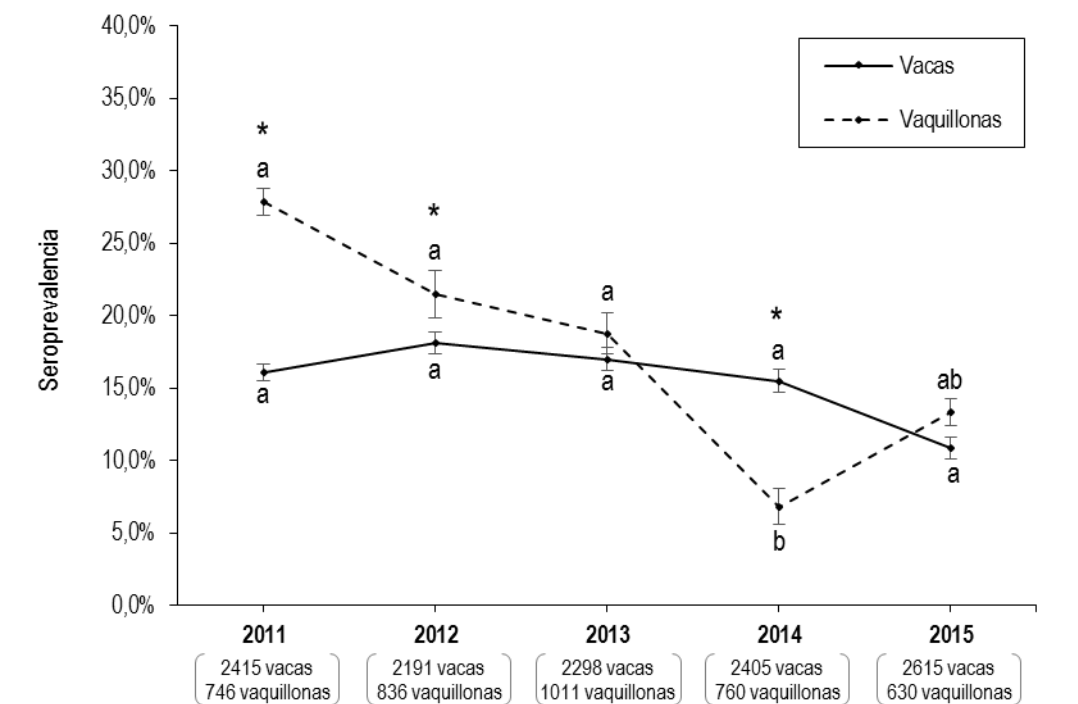
| VÍA DE TRANSMISIÓN | VERTICAL | HORIZONTAL |
|--|---------------------------------|--------------------------------|
| Población en riesgo | 16,6 % (9/54) ^a | 83,3 % (45/54) ^b |
| Eficiencia | 77,8 % (7/9) ^a | 13,3 % (6/45) ^b |
| Probabilidad (IC95 %) | 77,8 % (42,1-94,4) ^a | 13,3 % (6,1-26,7) ^b |
| Proporción de animales infectados | 53,9 % (7/13) ^a | 46,2 % (6/13) ^a |

^{a,b} Letras diferentes en la misma fila indican diferencias con $P < 0,05$

Objetivo 3: Disminuir la seroprevalencia y los abortos mediante identificación y eliminación gradual de vacas seropositivas.

Se observó una interacción significativa entre el año y la categoría ($P < 0,05$). Aunque se observaron diferencias significativas en la seroprevalencia y el porcentaje de aborto general a lo largo de los años para la categoría vaquillona ($P < 0,05$; Figuras 1 y 2); dichas diferencias no se observaron en la categoría vaca ($P > 0,05$; Figuras 1 y 2).

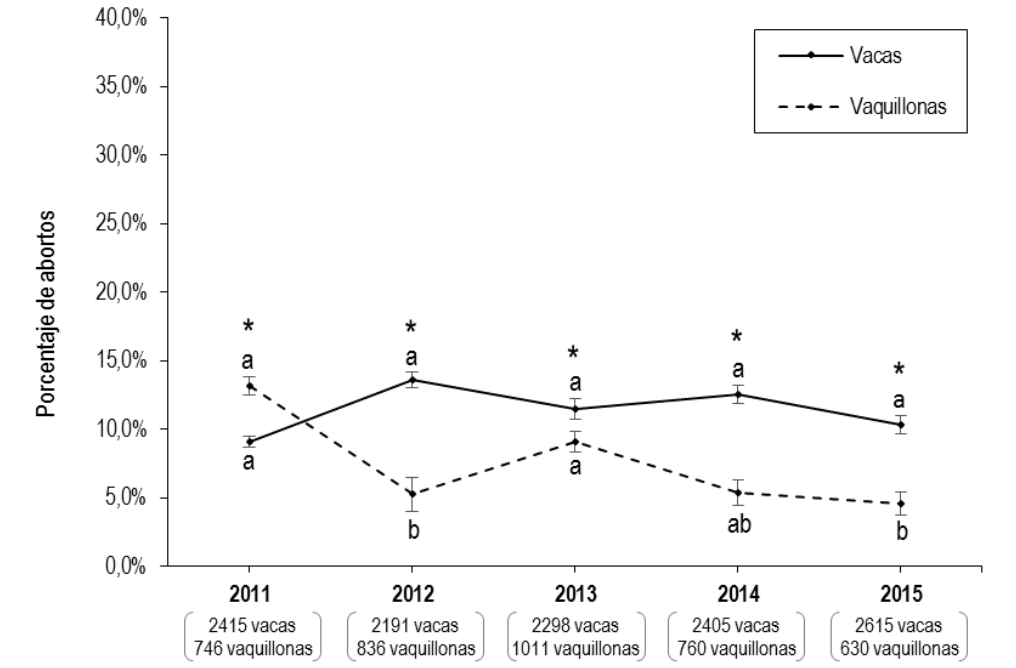
Debe considerarse que este cambio en el porcentaje de abortos no se asoció a una disminución en el número de abortos en animales seronegativos (Figura 3), los cuales no variaron a lo largo de los años ($P > 0,05$), lo cual permitiría inferir que dicha disminución se debió a la menor proporción de animales seropositivos y del número de abortos (Figura 4). Por otro lado debe considerarse que el riesgo de abortos en animales seropositivos fluctuó significativamente a lo largo de los años ($P < 0,05$).



a,b Letras diferentes indican diferencias con $P < 0,05$ entre años para una misma categoría (Holm-Tukey)

* Diferencias con $P < 0,05$ entre categorías

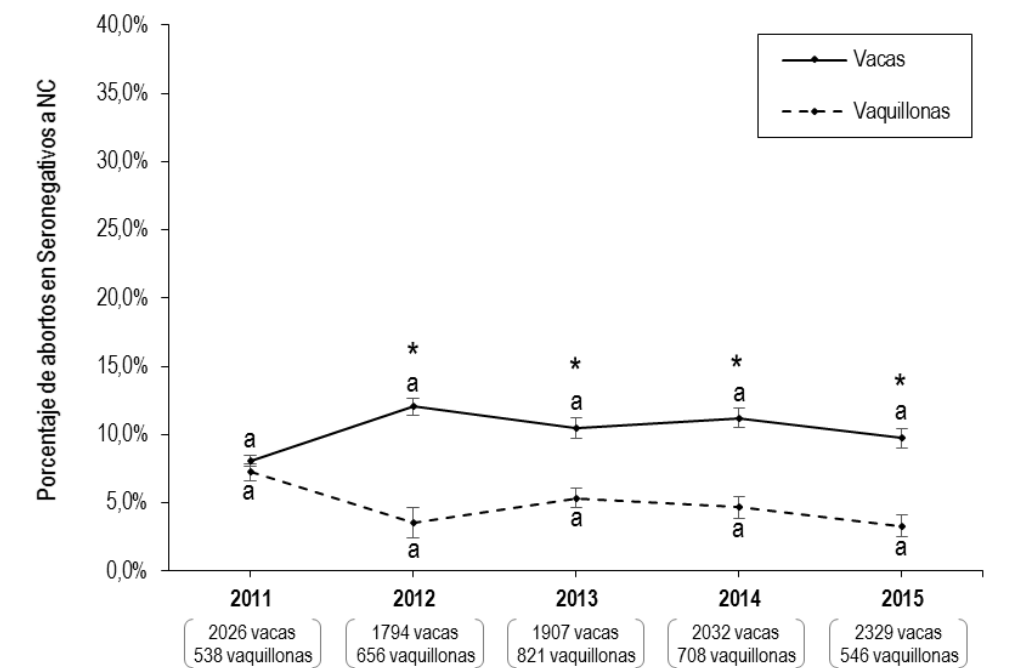
Figura 1. Evolución de la seroprevalencia a N. caninum durante 5 años en vacas y vaquillonas



a,b Letras diferentes indican diferencias con $P < 0,05$ entre años para una misma categoría (Holm-Tukey)

* Diferencias con $P < 0,05$ entre categorías

Figura 2. Porcentaje de abortos general durante 5 años en vacas y vaquillonas



a,b Letras diferentes indican diferencias con $P < 0,05$ entre años para una misma categoría (Holm-Tukey)

* Diferencias con $P < 0,05$ entre categorías

Figura 3. Porcentaje de abortos en animales seronegativos a N. caninum durante 5 años

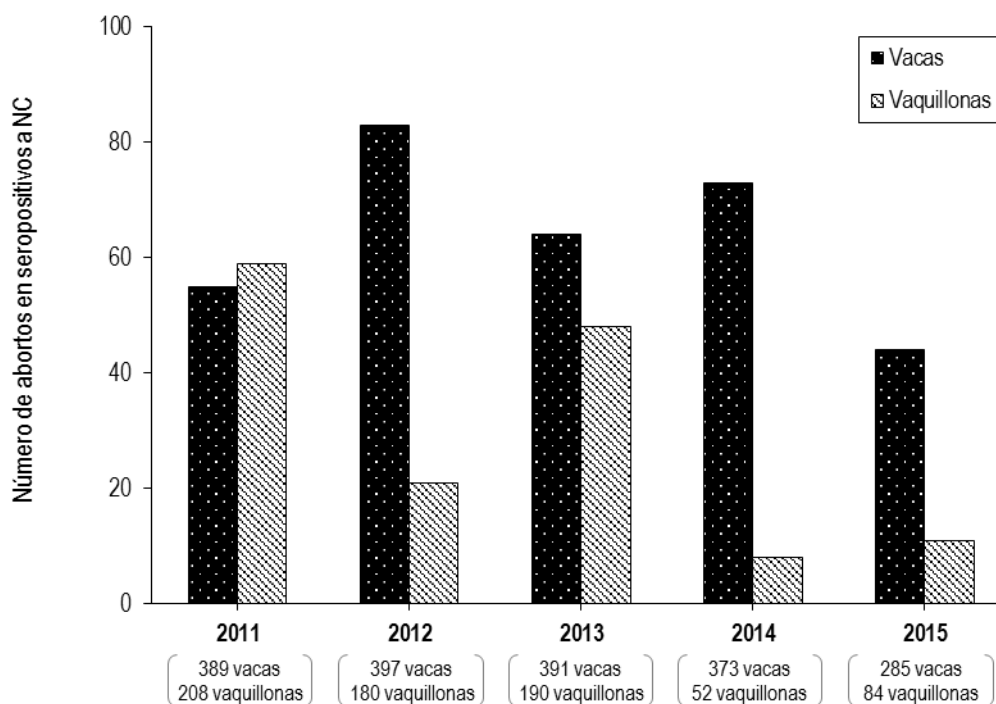


Figura 4. Número de abortos en animales seropositivos a N. caninum durante 5 años. Observar el bajo número de vaquillonas seropositivas y el bajo número de abortos en los años 2014 y 2015

Objetivo 4: Incrementar la productividad de carne mediante utilización de semen de bovinos para carne en hembras productoras de leche seropositivas a N. caninum.

Los resultados de este objetivo son ejemplificados sólo para el ejercicio de un período de reproducción (Primavera 2015) (Tabla 3).

Tabla 3. Aumento en los kilogramos y pesos por kilogramos debido a la implementación de la IA con semen de raza hereford en hembras lecheras

| SEXO Y RAZA | CAB | KG PV** PROMEDIO/C AB | TOTAL KG | \$/KG | DIFERENCIA EN % DE CRUZA HF VS LECHERO | |
|------------------|-----|-----------------------------|----------|-------|---|---------------------|
| | | | | | kg PV Vendido | \$/Kg PV Vendido |
| | | | | | | |
| Nov cruza HF* | 65 | 354,5 | 23.042 | 23,9 | 4,6 % | 18 % |
| Vaq cruza HF | 38 | 340,8 | 12.950 | 22,4 | 0,7% | 12 % |

*HF: Hereford

**PV: peso vivo

Objetivo 5: Aislar cepas de N. caninum.

De los 20 ratones inoculados, sólo un ratón resultó seropositivo. Dicho animal identificado como R1 y había sido inoculado con SNC del ternero E. El título a IFI de R1 fue de 1:400. A la fecha del sangrado (26 días post inoculación -d.p.i.-) presentaba signos de debilidad, apatía, encorvamiento y pelo hirsuto, muriendo al día siguiente. Se procesó el SNC del ratón R1 y se inoculó en 2 ratones: R2 y R3. A los 36 d.p.i., los ratones R2 y R3 fueron eutanasiados con títulos serológicos a IFI de 1:1600 y 1:6400, respectivamente. Se realizó un *pool* con los SNC de R2 y R3 y se inoculó en un cuarto ratón: R4. A los 41 d.p.i., R4 fue eutanasiado y el título serológico a IFI fue de 1: 200. El líquido de la cavidad peritoneal de R4 con $0,5 \times 10^6$ taquizoítos totales fue utilizado para infectar una botella de cultivo con células VERO. A los 4 d.p.i. se observó la presencia de focos de taquizoítos bajo observación con microscopio óptico.

Cuando se realizó la histopatología de los ratones R1, R2, R3 y R4 se evidenciaron lesiones severas compatibles con *N. caninum*. Se amplificó ADN de *N. caninum* de la totalidad de las muestras analizadas de estos ratones (SNC, pulmones, corazón, hígado, bazo, riñones, músculo, lavado peritoneal) y de los taquizoítos de cultivo celular.

Se logró la amplificación de los 10 microsatélites y el análisis por electroforesis capilar y/o secuenciación para las muestras positivas a PCR a *N. caninum*. El patrón genético resultante fue único y distinto a los aislamientos ya reportados de *N. caninum* (Tabla 4). El nuevo aislamiento se designó NC-Argentina LPI (*N. caninum*-Argentina La Plata1) sobre la base del país y laboratorio donde se realizó el aislamiento.

Tabla 4. Alelos de los microsatélites del nuevo aislamiento de *N. caninum* analizados mediante electroforesis capilar o secuenciación

| TAMAÑO DEL MICROSATÉLITE (PB) (MS1B,3,5,6A,6B,7,12 Y 21) ^A O SECUENCIA (MS2 Y10) | | |
|---|---|-----------------------------------|
| <i>N. CANINUM</i> MS | MOTIVO DE SECUENCIA REPETIDA ^A (5 -3) | TAMAÑO DE MS (PB) ^A |
| MS 1B | (AT)AC(AT) | 26 |
| MS2 | (AT) <i>n</i> -TTGTATC-(AT) <i>n</i> -GT(AT) <i>n</i> | 6-10-2 |
| MS3 | (AT) | 24 |
| MS5 | (TA)TGTA | 32 |
| MS6A | (TA) | 32 |
| MS6B | (AT) | 26 |
| MS7 | (TA) | 20 |
| MS10 | (ACT) <i>n</i> -(AGA) <i>n</i> -(TGA) <i>n</i> | 6-15-9 |
| MS12 | (GT) | 32 |
| MS21 | (TACA) | 40 |

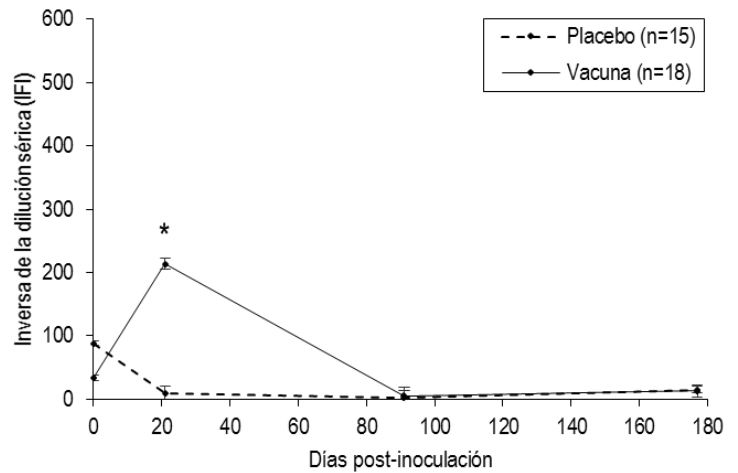
MS: microsatélite; pb: pares de base; n: número de motivos de secuencias repetidas

a El tamaño de los marcadores de microsatélites fue calculado en base a la secuencia producida por el *Neospora caninum* Sequencing Group at the Sanger Institute for Nc-Liv *N. caninum* strain, disponible en <ftp://ftp.sanger.ac.uk/pub/pathogens/Neospora/caninum/NEOS.contigs.version1>, y secuencias reportadas

Objetivo 6: Caracterizar la dinámica de anticuerpos e inocuidad luego de inocular la cepa autóctona aislada en animales crónica infectados.

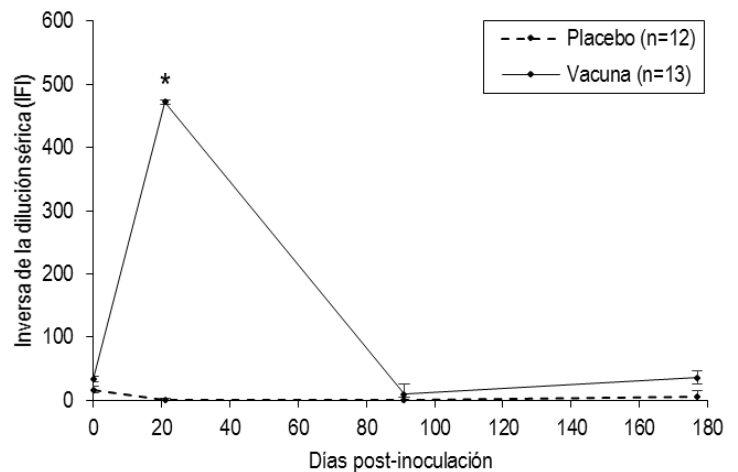
Se observó una interacción significativa entre tiempo y tratamiento en ambas categorías (vaca y vaquillona) (Figuras 5 y 6). Antes de la inoculación no se detectaron diferencias en el título de anticuerpos en los grupos tratados y placebo ($P > 0,05$). Sin embargo, luego de inocular los parásitos vivos se observó un aumento significativo en el título de anticuerpos al 21 d.p.i. ($P < 0,05$). Este aumento significativo fue temporario, regresando a niveles similares entre grupo tratado y placebo ($P > 0,05$). No se registraron reacciones locales adversas en el sitio de inoculación entre animales tratados y controles.

Los animales actualmente se encuentran en su 6^o mes de gestación habiéndose registrado sólo un aborto en el grupo placebo. Los resultados finales de esta experiencia se mostrarán oportunamente.



* Diferencias con $P < 0,05$ entre tratamientos

Figura 5. Cinética de anticuerpos en vacas seropositivas a N. caninum luego de la inoculación de una cepa autóctona del establecimiento (media geométrica ± DEG)



* Diferencias con $P < 0,05$ entre tratamientos

Figura 6. Cinética de anticuerpos en vaquillonas seropositivas a N. caninum luego de la inoculación de una cepa autóctona del establecimiento (media geométrica ± DEG)

Conclusiones

- Resulta de importancia hacer un diagnóstico adecuado de la situación sanitaria en el establecimiento respecto a la neosporosis bovina, comenzando por determinar la seroprevalencia en diferentes categorías animales vacas y vaquillonas, y más importante determinar su asociación con la ocurrencia de abortos.
- Para poder determinar el éxito de las medidas de control de la neosporosis, es imperante establecer cuáles son las vías de transmisión predominantes para cada establecimiento.
- Aunque en este establecimiento se demostró una alta eficacia en la transmisión vertical de la neosporosis es importante considerar que durante el estudio longitudinal se demostró una proporción de animales expuestos (transmisión horizontal) similar a los que se habían infectado congénitamente (transmisión vertical).
- Se logró disminuir significativamente la seroprevalencia de neosporosis y los abortos en vaquillonas mediante identificación y eliminación gradual de animales seropositivos; se logró disminuir significativamente la seroprevalencia de neosporosis y los abortos en vaquillonas mediante identificación y eliminación gradual de animales seropositivos y evitando dejar como reposición hijas de madres positivas.
- La implementación de la IA con semen de raza para carne es una herramienta interesante para aquellos establecimientos lecheros que tengan la posibilidad de criarlos y engordarlos. Esto permite que una vaca lechera infectada siga en producción (siempre que no sufra un aborto) dejando una descendencia que no ingresará al tambo (posiblemente infectado congénitamente) y tendrá mejor desempeño en la producción de kilogramos de carne con un precio más competitivo.

- Se logró establecer un protocolo exitoso para aislar una nueva cepa de *N. caninum* desde un ternero asintomático, la cual podrá ser caracterizada y eventualmente utilizada en nuevas pruebas diagnósticas o vacunas experimentales.
- La nueva cepa (NC-Argentina LPI) fue utilizada como autovacuna en el mismo establecimiento donde fue aislada. Si bien sólo se ha podido caracterizar la dinámica de anticuerpos e inocuidad, se prevé evaluar su efecto de protección para la transmisión vertical y el aborto en los próximos meses ya que los animales transcurren su sexto mes de gestación.

Consideraciones finales

Como se mencionó en la introducción de este trabajo, hay varios aspectos de la neosporosis bovina que permanecen desconocidos y no existen herramientas tradicionales eficaces para el control de las graves pérdidas económicas que provoca esta enfermedad, sobre todo en los sistemas de producción lechera.

Las herramientas de control integrales presentadas en este trabajo ponen en manifiesto la importancia que tiene un acercamiento más holístico para poder prevenir estas pérdidas en sistemas de producción intensivos donde hay tantos aspectos externos que pueden llegar a influenciar negativamente la sanidad y economía del productor tamboero de Argentina.

Bibliografía

- Almeria S, López-Gatius F. (2013). Bovine neosporosis: Clinical and practical aspects. *Res Vet Science*. 95: 303-309.
- Bacigalupe D, Basso W, Caspe SG, Moré G, Lischinsky L, Gos ML, Leunda M, Campero L, Moore DP, Schares G, Campero CM, Venturini MC. (2013). *Neospora caninum* NC-6 Argentina induces fetopathy in both serologically

- positive and negative experimentally inoculated pregnant dams. *Parasitol Res.* 112: 2585-2592.
- Basso W, Moré G, Quiroga MA, Balducchi D, Schares G, Venturini MC. (2014). *Neospora caninum* is a cause of perinatal mortality in axis deer (*Axis axis*). *Vet Parasitol.* 199: 255-258.
- Basso W, Schares S, Bärwald A, Herrmann DC, Conraths FJ, Pantchev N, Vrhovec MG, Schares G. (2009). Molecular comparison of *Neospora caninum* oocyst isolates from naturally infected dogs with cell culture-derived tachyzoites of the same isolates using nested polymerase chain reaction to amplify microsatellite markers. *Vet Parasitol.* 160:43-50.
- Basso W, Schares S, Minke L, Bärwald A, Maksimov A, Peters M, Schulze C, Müller M, Conraths FJ, Schares G. (2010). Microsatellite typing and avidity analysis suggest a common source of infection in herds with epidemic *Neospora caninum*-associated bovine abortion. *Vet Parasitol.* 173: 24-31.
- Basso W, Venturini L, Venturini MC, Hill DE, Kwok OC, Shen SK, Dubey JP. (2001). First isolation of *Neospora caninum* from the feces of a naturally infected dog. *J Parasitol.* 87: 612-618.
- Campero CM. (2014). Opciones para el control de la neosporosis bovina. *Rev Taurus.* 16: 4-15.
- Campero CM, Anderson ML, Conosciuto G, Odriozola H, Bretschneider G, Poso MA. (1998). *Neospora caninum*-associated abortion in a dairy herd in Argentina. *Vet Rec.* 143: 228-229.
- Campero CM, Moore DP, Odeón AC, Cipolla AL, Odriozola E. (2003). Aetiology of bovine abortion in Argentina. *Vet Res Commun.* 27: 359-369.
- Campero LM, Venturini MC, Moore DP, Massola L, Lagomarsino H, García B, Bacigalupe D, Rambeaud M, Pardini L, Leunda MR, Schares G, Campero CM. (2015). Isolation and molecular characterization of a new *Neospora caninum* isolate from cattle in Argentina. *Exp Parasitol.* 155: 8-12.
- Dellarupe A, Regidor-Cerrillo J, Jiménez-Ruiz E, Schares G, Unzaga JM, Venturini MC, Ortega-Mora LM. (2014a). Clinical outcome and vertical transmission variability among canine *Neospora caninum* isolates in a pregnant mouse model of infection. *Parasitology.* 141: 356-366.
- Dellarupe A, Regidor-Cerrillo J, Jiménez-Ruiz E, Schares G, Unzaga JM, Venturini MC, Ortega-Mora LM. (2014b). Comparison of host cell invasion and proliferation among *Neospora caninum* isolates obtained from oocysts and from clinical cases of naturally infected dogs. *Exp Parasitol.* 145: 22-28.

- Dubey JP, Schares G. (2006). Diagnosis of bovine neosporosis. *Vet Parasitol.* 140: 1-34.
- Dubey JP, Schares G. (2011). Neosporosis in animals-The last five years. *Vet Parasitol.* 180: 90-108.
- Dubey JP, Schares G, Ortega-Mora LM. (2007). Epidemiology and control of neosporosis and *Neospora caninum*. *Clin Microbiol Rev.* 20: 323-367.
- Echaide I, Valentini B, Torioni de Echaide S. (2002). Neosporosis bovina: análisis seroepidemiológico de un hato lechero mediante IFI y ELISA. Memorias de la XIV Reunión Científica Técnica Asociación Argentina de Veterinarios de Laboratorio de Diagnóstico, Secc. Par-01, Villa General Belgrano, Córdoba, Argentina.
- Fort M, Edelsten M, Maley S, Innes E. (2015). Seroepidemiological study of *Neospora caninum* in beef and dairy cattle in La Pampa, Argentina. *Acta Parasitol.* 60: 275-282.
- Hecker YP, Moore DP, Quattrocchi V, Regidor-Cerrillo J, Verna A, Leunda MR, Morrell E, Ortega-Mora LM, Zamorano P, Venturini MC, Campero CM. (2013). Immune response and protection provided by live tachyzoites and native antigens from the NC-6 Argentina strain of *Neospora caninum* in pregnant heifers. *Vet Parasitol.* 197: 436-446.
- Kul O, Atmaca HT, Antepioglu T, Ocal N, Canpolat S. (2015). *Neospora caninum*: the First Demonstration of the Enteroepithelial Stages in the Intestines of a Naturally Infected Dog. *J Comp Pathol.* 153:9-13.
- Lindsay DS, Dubey JP. (1989). Immunohistochemical diagnosis of *Neospora caninum* in tissue sections. *Am J Vet Res.* 50: 1981-1983.
- McAllister MM, Björkman C, Anderson-Sprecher R, Rogers DG. Evidence of point-source exposure to *Neospora caninum* and protective immunity in a herd of beef cows. *J Am Vet Med Assoc.* 2000; 217: 881-887.
- Miller C, Quinn H, Ryce C, Reichel MP, Ellis JT. (2005). Reduction in transplacental transmission of *Neospora caninum* in outbred mice by vaccination. *Int J Parasitol.* 35:821-828.
- Monney T, Hemphill A. (2014). Vaccines against neosporosis: what can we learn from the past studies? *Exp Parasitol.* 140: 52-70.
- Moore DP, Leunda MR, Zamorano PI, Odeón AC, Romera SA, Cano A, de Yaniz G, Venturini MC, Campero CM. (2005). Immune response to *Neospora caninum* in naturally infected heifers and heifers vaccinated with inactivated antigen during the second trimester of gestation. *Vet Parasitol.* 130: 29-39.

- Moore DP, Regidor-Cerrillo J, Morrell E, Poso MA, Cano DB, Leunda MR, Linschinky L, Odeón AC, Odriozola E, Ortega-Mora LM, Campero CM. (2008). The role of *Neospora caninum* and *Toxoplasma gondii* in spontaneous bovine abortion in Argentina. *Vet Parasitol.* 156:163-167.
- Moore D, Reichel M, Spath E, Campero C. (2013). *Neospora caninum* causes severe economic losses in cattle in the humid pampa region of Argentina. *Trop Anim Health Prod.* 45: 1237-1241.
- Moré G, Bacigalupe D, Basso W, Rambeaud M, Beltrame F, Ramirez B, Ventruini MC, Venturini L. (2009). Frequency of horizontal and vertical transmission for *Sarcocystis cruzi* and *Neospora caninum* in dairy cattle. *Vet Parasitol.* 160: 51-54.
- Regidor-Cerrillo J, Pedraza-Díaz S, Gómez-Bautista M, Ortega-Mora LM. (2006). Multilocus microsatellite analysis reveals extensive genetic diversity in *Neospora caninum*. *J Parasitol.* 92:517-524.
- Reichel MP, Alejandra Ayanegui-Alcérreca M, Gondim LF, Ellis JT. (2013). What is the global economic impact of *Neospora caninum* in cattle- the billion dollar question. *Int J Parasitol.* 43: 133-142.
- Reichel MP, Ellis JT. (2006). If control of *Neospora caninum* infection is technically feasible does it make economic sense? *Vet Parasitol.* 142: 23-34.
- Reichel MP, Moore DP, Hemphill A, Ortega-Mora LM, Dubey JP, Ellis JT. (2015). A live vaccine against *Neospora caninum* abortions in cattle. *Vaccine.* 33: 1299-1301.
- Rojo-Montejo S, Collantes-Fernández E, Regidor-Cerrillo J, Alvarez-García G, Marugan-Hernández V, Pedraza-Díaz S, Blanco-Murcia J, Prenafeta A, Ortega-Mora LM. (2009). Isolation and characterization of a bovine isolate of *Neospora caninum* with low virulence. *Vet Parasitol.* 159:7-16.
- Rojo-Montejo S, Collantes-Fernández E, Pérez-Zaballos F, Rodríguez-Marcos S, Blanco-Murcia J, Rodríguez-Bertos A, Prenafeta A, Ortega-Mora LM. (2013). Effect of vaccination of cattle with the low virulence Nc-Spain 1H isolate of *Neospora caninum* against a heterologous challenge in early and mid-gestation. *Vet Res.* 44: 106.
- Venturini L, Di Lorenzo C., Venturini M.C., Romero J. (1995). Anticuerpos anti *Neospora* sp., en vacas que abortaron. *Vet Arg.* 12: 167-170.
- Venturini MC, Venturini L, Bacigalupe D, Machuca M, Echaide I, Basso W, y col. (1999). *Neospora caninum* infections in bovine fetuses and dairy cows with abortions in Argentina. *Int J Parasitol.* 29: 1705-1708.

- Weber FH, Jackson JA, Sobecki B, Choromanski L, Olsen M, Meinert T, Frank R, Reichel MP, Ellis JT. (2013). On the efficacy and safety of vaccination with live tachyzoites of *Neospora caninum* for prevention of neospora-associated fetal loss in cattle. Clin Vaccine Immunol. 20: 99-105.
- Weston JF, Heuer C, Williamson NB. (2012). Efficacy of a *Neospora caninum* killed tachyzoite vaccine in preventing abortion and vertical transmission in dairy cattle. Prev Vet Med. 103: 136-144.
- Williams DJ, Guy CS, Smith RF, Ellis J, Bjorkman C, Reichel MP, Trees AJ. (2007). Immunization of cattle with live tachyzoites of *Neospora caninum* confers protection against fetal death. Infect Immun. 75: 1343- 1348.

Microbiología aplicada a la inocuidad de los alimentos

GERARDO ANÍBAL LEOTTA

Premio Fundación Alfredo Manzullo

Quiero agradecer al Sr. Presidente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Dr. Carlos O. Scoppa, y a los señores miembros de la academia por haberme otorgado el Premio Fundación Alfredo Manzullo. Quiero expresar mi gratitud a los miembros del jurado que me han honrado con esta designación, particularmente al Dr. Emilio Gimeno.

Para mí es un gran honor recibir este premio y lo voy a capitalizar para continuar trabajando con entusiasmo al servicio del bienestar de la comunidad.

Agradezco a la Fundación Dr. Alfredo Manzullo por esta distinción; fue una grata sorpresa ser elegido para este premio que lleva el nombre de un referente para la Microbiología y que tanto contribuyó a la Salud Pública de nuestro país. No puedo dejar de mencionar que el Dr. Alfredo Manzullo fue Médico Veterinario y Bacteriólogo Clínico e Industrial, formado en la FCV (UNLP). De más está decir que me honra ser doblemente colega.

Quiero hacer un especial reconocimiento a todas aquellas personas que con sus enseñanzas contribuyeron a mi formación personal y profesional, a todos aquellos que confiaron en mí. A los colegas, distinguidas personalidades aquí presentes, a mis familiares, compañeros y amigos que me estimulan permanentemente.

El tema a desarrollar es **«Microbiología aplicada a la inocuidad de los alimentos»** y en la presentación pretendo comentar brevemente

los tres proyectos más importantes en los cuales tuve la posibilidad de participar:

1. Programa Carnicerías Saludables.
2. Grupo de trabajo *Escherichia coli* productor de toxina Shiga-Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina.
3. Red de Seguridad Alimentaria de CONICET.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), «la seguridad alimentaria existe cuando todas las personas tienen acceso en todo momento (ya sea físico, social, y económico) a alimentos suficientes, seguros y nutritivos para cubrir sus necesidades nutricionales y las preferencias culturales para una vida sana y activa». A esta definición la podemos reforzar con el concepto de inocuidad definido por la Organización Mundial de la Salud (OMS): «ausencia de peligros asociados a los productos alimentarios susceptibles de comprometer la salud de los consumidores». O sea que... no debemos enfermarnos por consumir alimentos. Sin embargo, se estima que en el mundo se producen 1.700 millones de episodios de diarrea cada año. No todos los casos de diarrea son causados por enfermedades transmitidas por alimentos (ETA), aunque alrededor del 50 % de los casos que se registran en los países desarrollados y el 75 % de los casos de diarreas en países en vías de desarrollo son transmitidos por alimentos. En este contexto, cabe aclarar que el agua es considerada un alimento. Desde la OMS se estima que cada año 2.2 millones de personas mueren a causa de ETA, entre los cuales 1.8 millones son niños menores de 5 años.

Un caso de enfermedad severa no puede ser cuantificado en dinero por una familia afectada. Aunque es obligación de los Estados dimensionar el costo de estas enfermedades para poder desarrollar programas de prevención, en EE.UU. se estima que el costo de las enfermedades transmitidas por alimentos asciende a 16.5 billones de dólares por año. No existen datos en Argentina que permitan estimar el costo de las ETA.

Actualmente se conocen más de 250 causas de ETA, las cuales pueden ser clasificadas según su origen en infecciosas y tóxicas. Sin embargo, el subregistro de ETA puede ser muy grande y cuando se producen ETA asumimos un fracaso, ya que no debemos enfermarnos debido al consumo de alimentos. Es entonces cuando deviene una medicina reactiva, porque hay enfermos. Para poder evitar esta situación es muy importante abordar la problemática de forma transdisciplinaria, con base en el conocimiento de las ETA que afectan a una región o a un país. Esta información puede ser obtenida del Boletín Integrado de Vigilancia del Ministerio de Salud de la Nación; en este boletín se informan los reportes de ETA de notificación obligatoria. Con esta información será posible reconocer los peligros que afectan a la población en materia de alimentos, el primer paso del Análisis de Riesgos, un proceso estructurado y sistemático mediante el cual se examinan los posibles efectos nocivos para la salud pública como consecuencia de un peligro y se establecen opciones para mitigar esos riesgos. El Análisis de Riesgos tiene tres grandes componentes: 1) Evaluación, 2) Gestión, y 3) Comunicación de Riesgos.

Para abordar los problemas con base en principios del Análisis de Riesgos es necesario considerar las siguientes premisas:

- Todos los peligros relacionados con la seguridad alimentaria son multifactoriales.
- Los peligros pueden introducirse, re-introducirse y modificarse en cualquiera de los puntos que conforman una cadena agroalimentaria.
- La evaluación de los peligros es por lo tanto multidisciplinaria.
- A partir de la evaluación de riesgos se identificarán las etapas con mayor impacto en la probabilidad de ocurrencia del problema.
- Las alternativas de gestión de esos peligros estarán enfocadas en las etapas con mayor impacto identificadas.

El Análisis de Riesgos permite consolidar el abordaje integral bajo el concepto de cadena agroalimentaria bajo las premisas de One Health.

El síndrome urémico hemolítico (SUH) es una enfermedad endémica en la Argentina, es de notificación obligatoria, inmediata, individualizada. Cada año se registran entre 300 a 500 casos nuevos. Es la primera causa pediátrica de insuficiencia renal aguda y la segunda causa de insuficiencia renal crónica, causando entre el 10 y 20 % de transplantes renales que se realizan en el país. La tasa de notificación es de 1,1 casos cada 100.000 habitantes, y de 8,4 casos cada 100.000 menores de 5 años. *Escherichia coli* productor de toxina Shiga (STEC) serotipo O157:H7 es la primera causa de SUH. Esta bacteria fue asociada con el consumo de hamburguesas de casas de comidas rápidas. Se podría considerar que si evitamos ir a las casas de comidas rápidas disminuiríamos los casos de SUH en Argentina. No es tan sencillo ni tan lineal. La problemática es multifactorial y la endemicidad del SUH en Argentina se reconoce antes que el consumo de hamburguesas. El principal reservorio de STEC O157:H7 es el ganado bovino. Es por ello que la carne bovina es considerada un alimento de riesgo. Aunque debemos diferenciar el tipo de producto, un corte entero mantiene las fascias como barrera de defensa y STEC no se encuentra en el interior del músculo si este no fue modificado mecánicamente. Ahora bien, si se troza un músculo la superficie de contacto con las bacterias aumenta y la barrera natural se rompe, este producto presenta mayor riesgo que un corte entero. Si en lugar de cortar el músculo lo pasamos por una máquina picadora de carne, el riesgo aumenta aún más. Entonces, cuando asociamos STEC y carne bovina podemos definir como alimento de mayor riesgo la carne molida.

Para profundizar el análisis de la carne bovina y las enfermedades causadas por STEC, tenemos que considerar el tratamiento del producto a través de la cadena alimentaria. En Argentina se encuentra vigente la Ley Federal de Carnes, además del Reglamento de SENASA 4238 y el Capítulo VI del Código Alimentario Argentino. Sin embargo, ¿cuántos estándares sanitarios existen en materia de carne bovina en

la Argentina? De mayor estándar sanitario a menor, se pueden citar los siguientes: 1) frigoríficos exportadores, 2) frigoríficos de tránsito federal, 3) frigoríficos de tránsito provincial, 4) mataderos municipales, 5) faena artesanal y 6) faena clandestina. La carne de todas estas variables de faena puede llegar a una carnicería.

Programa Carnicerías Saludables

Este programa fue concebido con el objetivo de mejorar la calidad de la carne bovina molida destinada a consumo minorista, como instrumento para reducir enfermedades transmitidas por alimentos. El piloto de este programa se realizó en la ciudad de Berisso, entre los años 2011 y 2013, período en el que se realizaron tres etapas: descriptiva, en la que se cuantificó el riesgo en las carnicerías y se realizó análisis microbiológico de carne picada fresca y muestras ambientales (picadora, cuchillos, tablas y manos de los carniceros) para la búsqueda de STEC O157:H7 y no-O157, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* y *Listeria monocytogenes*. Los resultados obtenidos fueron el punto de partida de la segunda etapa, la cual consistió en aplicar acciones de mejora para corregir los desvíos identificados. En la tercera etapa se verificó el éxito de las acciones implementadas. Al finalizar el proyecto con 86 carnicerías de Berisso, se demostró que hubo mejoras en el 55,8 %, y que la presencia de las bacterias buscadas se redujo entre el 27,4 y 46,9 % de las superficies ambientales. En la ciudad de Berisso, las autoridades bromatológicas identificaron a las carnicerías que además de cumplir con el Código Alimentario Argentino, presentaban resultados bacteriológicos negativos en el producto y las muestras ambientales como «carnicería saludable», instando al consumidor a elegir la carnicería donde comprar por precio y por calidad. En el marco del programa se realizaron campañas de prevención en todos los jardines de infantes del distrito, mediante la entrega de material didáctico desarrollado por la ONG Lucha contra el SUH (LuSUH) y capacitación de los docentes, quienes trabajaron con más de 4.500 niños de 3 a 5 años de Berisso. Como consecuencia del trabajo realizado, se modificó la

estructura municipal y se creó el Departamento de Seguridad Alimentaria, dependiente de la Dirección de Salud. El proyecto fue identificado como un modelo a transferir por el IPCVA. Desde el año 2013 se transfirió a más de 150 municipios de 15 provincias, a Paraguay y a Uruguay.

Grupo de trabajo STEC-IPCVA

En 2011 se produjo un brote de SUH en Alemania que afectó a más de 3.000 personas, causando la muerte de 54 consumidores de semillas germinadas de fenogreco. El brote fue causado por una cepa de *Escherichia coli* enteroagregativa que adquirió la capacidad de expresar la toxina Shiga, cuyo reservorio es el hombre. En 2012 los Estados Miembro de la Unión Europea (UE) aplicaron el principio de cautela a todos los productos de carne bovina que ingresaban a la UE. Argentina sufrió el impacto del rechazo de contenedores de cortes de carne bovina de alta calidad por la presencia de cualquiera de los más de 1.200 serotipos de STEC, una aparente nueva barrera para-arancelaria. En este contexto, se creó el grupo de trabajo STEC-IPCVA con el fin de encontrar alternativas para lograr la ausencia total de STEC en la carne bovina con destino a la UE. El grupo estuvo conformado por representantes de CONICET, universidades, INTA, SENASA y Agencia Gubernamental de Control-CABA. Se desarrollaron dos ejes temáticos: investigación y desarrollo, y capacitación.

En investigación y desarrollo, se realizaron los siguientes componentes:

1) Caracterización del riesgo y mitigación del impacto de STEC en la cadena cárnica bovina. Implementación de acciones de mejora en plantas frigoríficas.

2) Evaluación de agentes sanitizantes alternativos: ozono, agua ozonizada, agua electroactivada, agua caliente, ácidos orgánicos.

3) Evaluación de riesgo de STEC por consumo de piezas cárnicas intactas.

4) Implementación de un monitoreo de STEC en plantas frigoríficas exportadoras.

5) Validación de estrategias de intervención para el lavado de medias reses.

Las actividades de capacitación fueron:

1) Participación en foros técnicos internacionales. 8 y 9 workshop de laboratorios de referencia UE para *E. coli* (Roma, 2013 y 2014).

2) Participación de interlaboratorios europeos para la detección, caracterización y subtipificación de *E. coli* (2013 y 2014).

3) Participación en el workshop sobre STEC realizado en Bruselas (2014)

4) Cursos CEBASEV 2014, 2015 y 2016.

Estas actividades consolidaron las acciones de SENASA en materia de inocuidad y carne bovina, las cuales estuvieron basadas en resultados científicos, y permitieron la firma de un convenio marco entre IPCVA y CONICET, sentando las bases para la creación de la Red de Seguridad Alimentaria del CONICET.

Red de Seguridad Alimentaria de CONICET

La RSA fue reconocida por el directorio del organismo en 2014. Es una estructura institucional cuyo objetivo es promover la interacción con entes públicos, empresas productoras de alimentos, y la comunidad en general en pos de brindar asistencia a los distintos actores y aportar a la correcta manipulación e higiene de los alimentos. Recientemente se incorporó como el primer miembro científico de la Comisión Nacional de Alimentos (CONAL), que se encarga de las tareas de asesoramiento, apoyo y seguimiento del Sistema Nacional de Control de Alimentos, en representación del CONICET y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación. La red se constituye como una entidad de alcance nacional con niveles de excelencia en el cumplimiento de sus misiones institucionales y acciones con un alto desarrollo técnico,

profesional y humano de los agentes que la integran, que lleven a ser una red de referencia en el ámbito nacional e internacional que contribuya a la evaluación de riesgo en el ámbito de la seguridad alimentaria. Este conocimiento permitirá definir políticas de gestión en el territorio en cooperación con autoridades nacionales y regionales, que provea recomendaciones científicas independientes e información sobre riesgos existentes y emergentes.

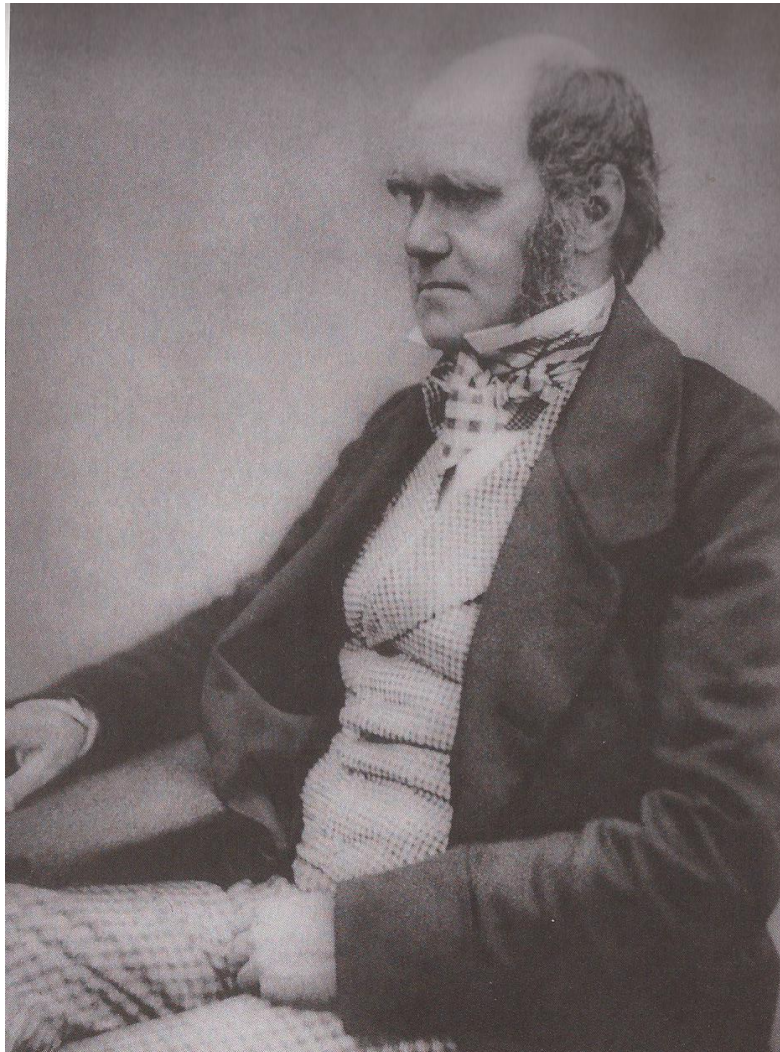
Actualmente la RSA está conformada por un Director y un Coordinador, un Consejo Directivo (Instituto de Genética Veterinaria IGEVET CONICET-UNLP; Centro de Investigación Veterinaria CIVETAN, CONICET-UNICEN-CICPBA; Instituto de Ciencias Veterinarias del Litoral ICIVET, CONICET-UNL; Instituto de Investigaciones en Producción Animal INPA, CONICET-UBA; Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA), un Comité Asesor Permanente (instituciones gubernamentales y sector industrial). El modelo de la RSA tuvo gran aceptación de parte de los entes gestores de riesgo, como los ministerios de Salud de la Nación y la provincia de Buenos Aires, Agroindustria de la Nación, SENASA, Agroindustria de la provincia de Buenos Aires, y los gobiernos de Córdoba, Santa Fe, y Entre Ríos.

Para finalizar, es importante destacar que desde la línea de investigación de la cual soy responsable en el Instituto de Genética Veterinaria «Ing. Fernando Noel Dulout» (IGEVET), las metas que nos propusimos son realizar trabajos de investigación que puedan enriquecer las actividades docentes y consolidar la interacción con la comunidad. Trabajamos con bacterias patógenas transmitidas por alimentos y en este contexto destacamos que es más económico y humanitario prevenir las ETA que tratarlas.

∞ TRABAJOS DE ACTUALIZACIÓN

La azarosa vida de un naturalista sensible. Charles Darwin (1809-1882)

JUAN A. SCHNACK



Abstract

Charles Darwin. The Exciting Life of a Sensitive Naturalist

Biographical and scientific aspects concerning the most important naturalist of the XIXth century, Charles Darwin (1809-1882), are analyzed regarding the most significant events of his life and work dealing with the process of organic evolution and the mechanism of natural selection.

1. Introducción

Mil veces la experiencia ha demostrado, incluso en personas no particularmente dadas a la reflexión, que la mejor manera de llegar a una buena idea es ir dejando que fluya el pensamiento al sabor de sus propios azares e inclinaciones, pero vigilándolo con una atención que conviene que parezca distraída, como si se estuviera pensando en otra cosa, y de repente salta uno sobre el inadvertido hallazgo como un tigre sobre la presa.

JOSÉ SARAMAGO

Los grandes descubrimientos científicos son, en gran medida, el resultado de la inteligencia, la reflexión y el esfuerzo de quienes los realizan. Pero estas cualidades muchas veces afloran cuando el azar y la inspiración repentina sacuden la mente de los genios creativos.

Si determinadas circunstancias fortuitas no se hubieran presentado debido a que otras, también fortuitas, hubieran impedido su manifestación, muchos de los más importantes descubrimientos científicos no habrían emergido en el momento que la historia los documenta.

También, y especialmente en el campo de la biología, grandes hitos del desarrollo científico han sido en parte atribuibles al aporte de diferentes personalidades científicas influenciadas por el contexto histórico que vivieron.

Para entender los cambios en el pensamiento y en la personalidad de Charles Darwin, desde su niñez, hasta su edad madura, así como el momento que eligió para dar a conocer su teoría, es necesario repasar el cambio de sus cosmovisiones durante las diferentes etapas de su vida.

2. Niñez y adolescencia

La muerte de su madre, cuando Charles Darwin sólo contaba con ocho años de vida, fue un hecho que le impresionó y lo expuso ante la realidad de la muerte. Posiblemente pudo superarlo rápidamente por

recordar sólo retazos de la vida de su madre, especialmente cuando se encargaba de llevarlo a los oficios religiosos unitaristas.

Vivió una niñez y adolescencia sin sobresaltos a lo largo de sus pasos por la educación formal, la captura de insectos, la caza y su curioso interés por la naturaleza.

El 12 de febrero de 1809, Charles Darwin nació en Shrewsbury (Shropshire), Inglaterra, donde transcurrieron los primeros años de su vida.

Tanto su madre, Susannah Darwin (1765-1817) (Wedgwood de soltera) como su padre, el prestigioso médico de Shrewsbury el Dr. Robert Waring Darwin (1760-1848) eran, desde el punto de vista religioso, tradicionalmente unitaristas, aunque finalmente la familia materna adoptara la religión anglicana.

A pesar de que Robert Waring Darwin no tenía un fuerte compromiso con la religión, bautizó a Charles en la iglesia anglicana. No obstante, Charles asistía con sus hermanas a los oficios unitaristas², donde todos los domingos eran llevados por su madre a la capilla de High Street.

En el verano de 1817 cuando tenía ocho años de edad y aconteciera la muerte prematura de su madre ya llevaba unos pocos meses como alumno formal, pues en la primavera de ese año comenzó a concurrir a una escuela diurna de Shrewsbury dirigida por el reverendo G. Case, ministro de la Capilla Unitaria de High Street.

La educación unitarista fue recibida con algo de agrado por el pequeño Charles, quien veía atractivo el enfoque no dogmático de la enseñanza que adoptaba la escuela, por lo que no sentía limitaciones en cuestionar las ideas que en esa época pretendían imponerse como verdades absolutas. No obstante aún no se percibía en el niño un futuro destacado. Su permanencia como alumno de la escuela diurna se extendió solo por un año. Ya a esa edad comenzó a interesarse por

² El unitarismo es una religión cristiana protestante que no reconoce a la doctrina de la Santísima Trinidad e identifica a Dios como una sola persona.

los fenómenos naturales, aunque más aún por ser meramente un coleccionista.

Su padre, que se había hecho cargo de su educación, lo inscribió en 1818 junto con su hermano Erasmus como interno (pupilo) en la escuela principal anglicana de Shrewsbury.

Su nueva escuela, la Shrewsbury School, le resultó menos atractiva que la anterior, por lo menos aburrida y poco estimulante. Allí sólo se estudiaba geografía e historia antiguas, con un director, el Dr. Samuel Butler (1774-1839), autoritario y hasta algo violento con sus discípulos. Pese a la animadversión del Darwin niño y casi adolescente hacia el reverendo anglicano, Butler fue un importante geógrafo, quizás demasiado clásico, aunque las 37 ediciones (entre 1822 y 1875) de su obra *An Atlas of Antient Geography*, pueden dar cuenta del prestigio de que gozaba en su época.

A pesar de haber transcurrido hasta 1825 en la Shrewsbury School, el futuro autor de *El origen de las especies*, casi no recordaba nada de la escuela que valiera la pena. Apenas tenía recuerdos lejanos de haber estudiado versos de Virgilio y Homero y las odas de Horacio, que memorizaba con facilidad, aunque rápidamente los olvidaba. Con su hermano Erasmus se escapaban de la escuela con frecuencia. Muchas veces lo hacía en soledad y solía ir corriendo hasta The Mount, su casa familiar, que era para él casi un paraíso donde, además del confort interior, disponía de un terreno de unas 30.000 ha con un paisaje bucólico. El parque, el bosque y huerta adornaban un terreno en el cual había además hasta un invernadero climatizado para plantas tropicales. Uno de sus límites era una pronunciada pendiente que descendía hasta el río Severn. La casa fue construida por Robert Wafring Darwin, quien la ocupó hasta su muerte en 1848. El padre de Charles Darwin, «el doctor», era un hombre muy apreciado e influyente en Shrewsbury donde era un médico muy dedicado a sus pacientes a quienes atendía no sólo cuando lo demandaban problemas de salud, sino que era consultado para solucionar asuntos ajenos a la medicina como lo eran, por ejemplo, las relaciones familiares.

Habida cuenta de que Charles tenía muy pocos recuerdos de su madre, su padre fue su modelo de vida, un ser al que lo unía un enorme afecto y una gran admiración. Ese hombre tan corpulento y alto era, según Charles, el más inteligente y cariñoso que haya conocido jamás (Mouret, 2016).

El Dr. Darwin no tenía gran interés por la historia natural; sólo le interesaban las plantas, especialmente los árboles frutales. El padre de Robert Darwin y abuelo de Charles, Erasmus Darwin (1731-1802), fue ampliamente reconocido como poeta, médico y naturalista. Según amigos cercanos y parientes, Charles era una mezcla de su abuelo Erasmus (por ser un naturalista curioso) y de su tío y suegro el ceramista abolicionista, Josiah Wedgwood II (1769-1843) (por ser un hombre bondadoso y respetuoso).

Durante todo su período de escolar interno, desde 1818 hasta 1825, Charles Darwin siempre mantuvo una notable curiosidad por la naturaleza y por objetos coleccionables de todo tipo. Fue un singular observador y coleccionista de plantas, minerales y animales, especialmente insectos y moluscos. También se interesaba por objetos no aportados directamente por la naturaleza viva tales como estampillas y sellos (Mouret, 2016).

Pese a no haberse destacado como alumno, tenía notables inquietudes por la poesía, la literatura y por la ciencia, no excluyentemente las ciencias naturales. Sentía fascinación por las clases de geometría y escuchaba con deleite cuando uno de los profesores de la escuela se refería a científicos de la antigua Grecia que se interesaban por la geometría (e.g., Euclides).

Fuera del ámbito escolar atendía con extrema atención las explicaciones que su tío Samuel Tertius Dalton (1783-1844), padre del célebre científico Francis Galton (1822-1909), le daba con referencia al vernier de un barómetro. Francis Dalton y Charles Darwin eran primos hermanos, pues Samuel T. Dalton fue el esposo de Anne Violetta Darwin (1783-1874), hermana de Robert Darwin.

También la poesía y las obras históricas de Shakespeare le atraían sobremanera a Charles Darwin. Cuando tenía 10 años hizo un viaje de

alrededor de veinte días a Plas Edwards en la costa de Gales; sorprendentemente ya distinguía diferentes órdenes y algunas familias de insectos.

Su pasión por el entorno natural quedó reflejada por los escritos de su hijo Francis al recordar que su padre había experimentado por primera vez, en 1822, con sólo 13 años de edad durante una cabalgata en la frontera de Gales un vivo deleite por el paisaje, que perduró en él más que ningún otro goce estético (F. Darwin, 1892).

3. Edimburgo y Cambridge

Estudió medicina en la Universidad de Edimburgo donde ingresó a los 16 años (octubre de 1825), pero fracasó como estudiante, abandonando la universidad en menos de dos años (abril de 1827).

Ya demostraba en su breve período en Edimburgo muy buenas cualidades como naturalista. Había ingresado al mismo tiempo que su hermano Erasmus, quien inició sus estudios de química y también abandonó rápidamente su carrera. Antes de sendos ingresos a esta universidad escocesa, en la etapa escolar los hermanos Darwin se entretenían con la química en un laboratorio montado por Erasmus en The Mount donde realizaban experimentos, en los cuales Charles seguía con entusiasmo las enseñanzas de su hermano mayor para avanzar notablemente en sus variadas prácticas químicas. Los condiscípulos escolares de Charles Darwin se habían percatado de sus avances en el conocimiento de los diferentes gases y solían referirse a él con el apodo de «Gas».

Su fracaso, que frustró su futuro como médico, no parece haberle pesado anímicamente al joven Darwin. Aunque parezca paradójico, esta etapa de su vida fue estimulante y promisoria en varios aspectos. Una de las razones que provocaron su rechazo a incursionar en el campo de la medicina fue el terror que le invadía cuando observaba prácticas médicas. Le atormentaban especialmente las prácticas quirúrgicas, entonces sin anestesia. Por otra parte, no sentía la necesidad de tener en el futuro una habilitación para ejercer la

medicina, pues se sentía seguro y tranquilo por pertenecer a una familia que gozaba de enorme capacidad económica, hecho éste que le permitiría vivir holgadamente y sin sobresaltos por el resto de su vida.

En contraste con su aversión hacia la medicina, atendía con deleite las clases de profesores que dictaban temas extra-médicos. Se interesó mucho por la química que dictaba el físico y químico escocés Thomas Charles Hope (1766-1844), excelente divulgador del notable químico y biólogo francés Antoine Levoisier (1743-1794) y del naturalista, químico y matemático británico John Dalton (1766-1844). También comenzó a relacionarse con cultores de las ciencias naturales.

El profesor de la Universidad de Londres, el médico escocés especialista en biología marina, Robert Edmund Grant (1793-1874) lo llevaba a sus campañas exploratorias en las costas marinas donde Darwin comenzó a interesarse por su fauna. Su interés por coleccionar ejemplares de moluscos e insectos era cada vez mayor.

Con apenas 17 o 18 años, Darwin ya se insinuaba como un naturalista con cierto reconocimiento entre los zoólogos.

Su profesor de Historia Natural, el naturalista y geólogo escocés Robert Jameson (1774-1854), había fundado la Plinian Society local, destinada a los estudiantes de la Universidad de Edimburgo, en cuyo sótano se reunían para exponer y discutir sobre las ciencias naturales. En una de sus primeras conferencias, Darwin reveló que lo que se creía que eran huevos del briozoo *Flustra* eran larvas ciliadas.

Además de haber sido miembro de la Plinian Society, también lo fue de la Royal Medical Society aunque no seguía con entusiasmo las conferencias sobre medicina.

En su interés por la ornitología influyeron notablemente las conferencias que dictaba en la Royal Society of Edimburg el ornitólogo franco-americano Jean Jacques Audubon (1785-1851). Ante su deseo de obtener mayores conocimientos anatómicos de aves no dudó en contratar un taxidermista para fortalecer su escasa habilidad para hacer disecciones.

En la misma época leyó con mucho interés el libro de *Teología natural* de William Paley (1743-1805) (Paley, 1814). El libro de Paley defendía la idea de un acto único de creación, entonces en oposición con las posiciones de Lamarck y de su abuelo paterno Erasmus.

Entre las situaciones gratas de Darwin en su período estudiantil en Edimburgo se destacan las visitas que hacía a su tío materno Josiah Wedgwood II, por quien sentía gran estima y tenía muy en cuenta sus consejos. Su tío era el padre de quien fuera su esposa, Emma Wedgwood (1808-1896) y hermano de Susannah, su madre.

En virtud de que Charles Darwin se casó con Emma, Josiah pasó a ser su tío y su suegro. Josiah vivió en Maer Newcastle, condado de Staffordshire, desde 1807 hasta su muerte. En esa localidad Darwin disfrutaba en sus visitas otoñales del ambiente social y de las reuniones científicas que allí se realizaban. En Maer encontraba especialmente placenteras sus excursiones a caballo y las observaciones de la fauna de peces y aves acuáticas. Con Josiah viajó en 1827 a localidades de Irlanda y a París.

El casamiento entre primos hermanos, como lo fueron Charles y Emma, también tuvo lugar entre el hijo de Josiah Wedgwood II, es decir Josiah Wedgwood III (1795-1880) y Caroline Sarah Darwin (1800-1888), hermana de Charles.

Luego de abandonar sus estudios de medicina, a principios de 1828, Charles Darwin, de quien entre sus limitaciones más notorias sobresalía su escasa destreza para dibujar y su extrema dificultad para aprender idiomas, iniciaba sus estudios en el Christ's College de la Universidad de Cambridge con el fin de graduarse primero en letras, y finalmente ordenarse como pastor anglicano.

Su padre estaba preocupado por el tiempo ocioso de Charles, que ocupaba con excursiones de caza, cabalgatas y colectas de insectos y moluscos. Pensó que un futuro seguro y positivo para su desarrollo personal e intelectual sería sin dudas una sólida formación humanística y su graduación final como clérigo. Charles dudó antes de aceptar la propuesta de su padre, pues no estaba totalmente convencido de la validez de todos los dogmas de la religión anglicana.

Después de una breve serie de reflexiones, apoyadas por lecturas de teología se «autoconvenció» en el sentido de que las verdades de la Biblia eran absolutas y no podían ser puestas en duda. Fue entonces que aceptó iniciar el derrotero que lo convertiría en clérigo anglicano. Más aún, le agradaba imaginarse como un buen pastor rural.

Durante su estancia en Cambridge se hizo muy amigo del profesor de botánica John Stevens Henslow (1796-1861). Henslow fue un religioso anglicano, botánico y geólogo, profesor de Mineralogía y Botánica en la Universidad de Cambridge. En 1831 fundó el Jardín Botánico de la Universidad de Cambridge. Tuvo gran influencia sobre Darwin, y alimentó su vocación por las ciencias naturales.

La relación de Henslow con FitzRoy, el capitán del *HSM Beagle*, fue decisiva en la oportunidad que se le brindara a Darwin para que realizara su viaje en este navío.

Como joven estudiante, bajo la guía de su ortodoxo profesor Adam Sedgwick (1785-1873), Darwin llegó a admirar la *Teología natural* más que cualquiera de los otros textos que se le asignaran. Sedgwick se desempeñaba como profesor de Geología de la Universidad de Cambridge; fue uno de los precursores de la geología moderna que se dedicara especialmente al estudio de estratos geológicos de la era Paleozoica. Si bien no coincidió con la teoría que su joven discípulo postulara muchos años después en su famosa obra sobre el origen de las especies, ambos naturalistas mantuvieron una prolongada y amable relación epistolar.

Darwin, en sus memorias cuya escritura terminó en 1881, concluía que tanto en su etapa escolar, como en la universitaria que repartió entre las universidades de Edimburgo y Cambridge, había desperdiciado su tiempo en lo que concernía a su formación académica. Sentía algo de arrepentimiento por haber odiado tanto la matemática, al reconocer tardíamente su importancia y la excelencia que detentaban los cultores de esta disciplina.

Poco o nada le quedaba de recuerdo de su primer año en Cambridge. Si recordaba que durante su segundo año dedicó casi dos meses para

aprobar el *Little Go*³, que logró con facilidad al responder preguntas simples de idioma latín, referencias a la Antigua Grecia y matemática. En su tercer año tuvo que volcar mucho esfuerzo para graduarse como Licenciado en Letras (*Bachelor of Arts*) que era una licenciatura de grado medio de las facultades humanísticas de Inglaterra. Para obtener su graduación debió abreviar en temas más complejos que incluían estudios de autores clásicos de literatura, álgebra y, como condición *sine qua non* conocer dos obras del teólogo William Paley: *Evidences of Christianity* y *Moral Philosophy*.

Como las clases no eran obligatorias, Darwin eligió el camino menos sacrificado; faltaba a la mayoría de ellas. En esa época, si bien demostró gran capacidad para aprobar la licenciatura, le atraían más que las clases sus salidas de caza, las cabalgatas, el juego y las bebidas que compartía con un grupo de jóvenes bastante holgazanes cuyo objetivo era divertirse. Darwin disfrutó de estas salidas, pero también de sus amistades con jóvenes que, en oposición al grupo referido, se dedicaban a las artes y las ciencias, a quienes admiraba y por cuya influencia se interesó por la música y la pintura.

Se advierte una sensación de ambivalencia en Darwin cuando se refería a su paso por Cambridge. Así como lo compara con su época de escolar y universitario en Edimburgo como un despilfarro de tiempo, recordaba con fruición sus encuentros y enseñanzas recibidas de profesores de la universidad, especialmente Henslow, Sedwick y Charles Lyell (1797-1865), así como de sus progresos como entomólogo.

En Cambridge disfrutaba coleccionando y clasificando coleópteros. Rememoraba embelesado el orgullo que sintió cuando vio en una famosa obra del célebre entomólogo James Francis Stephens (1792-1853) (Stephens, 1828-1835) las palabras mágicas «Capturado por C. Darwin».

³ El *Little Go* designaba en un lenguaje coloquial a un examen previo de evaluación (*Previous Examination*).

Su dedicación más sistemática a la entomología tuvo gran ayuda en el asesoramiento que recibió de su primo segundo, el reverendo William Darwin Fox (1805-1880), prestigioso geólogo y entomólogo que cultivó una gran amistad con Charles mientras desarrollaba su actividad pastoral en el Christ's College de la Universidad de Cambridge.

Pese a que Darwin, como futuro clérigo, en una etapa de su vida no tuvo dudas sobre la verdad escrita en la Biblia, nuevas lecturas de la *Teología natural* y su acceso a otras obras influyentes despertaron en él un notable interés y estímulo hacia la búsqueda de la verdad, adoptando gradualmente una postura cada vez más crítica hacia la doctrina teleológica de las causas finales.

Su acentuado espíritu crítico sobrevino de modo decisivo en algún momento de su viaje en el *Beagle*. Su reclutamiento como naturalista *ad honorem* en este navío fue producto de una serie de circunstancias favorecidas por el azar.

En su evolución individual, Darwin atravesó diferentes etapas, desde una niñez y temprana juventud que adhirieron a la fe religiosa, extendiendo dicha percepción durante su paso por la Universidad de Cambridge, donde se graduó en letras, y en vísperas de concluir su camino hacia su ordenación como pastor anglicano, se embarcó en el *Beagle* e inició un periplo científico de interesantes y esforzadas exploraciones que lo convirtió en consagrado naturalista y que, asimismo, cambió su visión religiosa, cuando en su largo viaje sus observaciones comenzaron a plantearle sus primeras dudas existenciales.

A lo largo de muchos años, Darwin exploró la naturaleza con extrema meticulosidad acumulando numerosas muestras de animales, vegetales y componentes de la geología de los diversos ambientes que explorara en su Inglaterra natal y en su viaje intercontinental en el *Beagle*. Realizó pacientes e innumerables observaciones, reuniendo profusa información ordenadamente registrada y documentada. Fue un excelente coleccionista, cualidad que ya se insinuara en su niñez de entomólogo principiante.

Las lecturas de los escritos del explorador Alexander von Humboldt (1769-1859) despertaron en Darwin su gran entusiasmo por viajar y explorar la naturaleza, más allá de su entorno británico. Humboldt fue un geógrafo y naturalista alemán que realizó extensos viajes exploratorios en América, Europa y Asia. Darwin, durante su etapa de estudiante en Cambridge, encontró en sus relatos una de los principales estímulos para interesarse en viajar por el mundo. Una de las lecturas que más impactó al supuesto futuro clérigo, fue un libro del explorador alemán que se refería a sus viajes por el Amazonas. La influencia de la obra de Humboldt fue decisiva. Se afirma que el mismo Darwin dijo que nunca se hubiera embarcado en el *Beagle* si no hubiera existido el trabajo de Humboldt (Wulf, 2015).

Su permanencia durante tres años en Cambridge enriqueció su cultura literaria y musical. No obstante, Darwin por momentos percibía que estaba perdiendo el tiempo en detrimento de su mayor vocación naturalista.

4. Sinsabores

Lo cierto es que parte de la vida de Darwin tuvo grandes sinsabores. Esta afirmación puede parecer exagerada. Pero no lo es si nos detenemos a repasar:

- Sus casi cinco años de convivencia en el *Beagle* con el autoritario capitán FitzRoy, quien no le proveyó del confort que hubiera merecido un naturalista destacado.
- La ardua tarea de terminar de elaborar una teoría cuya exposición pública requeriría un notable coraje y solidez para defenderla de los seguros ataques de muchos de los científicos contemporáneos, de los cultores del fijismo y creacionismo, y aún de algunos transformistas. *El origen de las especies* fue un trabajo que le insumió dos décadas desde que había concebido la idea de la selección natural hasta su comunicación junto con el naturalista inglés nacido en Gales Alfred Wallace (1823-1913), el 1º de julio de 1858 en la Linnean Society de Londres. Aparentemente, el retraso se debió más al

temor por el impacto que pudiera tener en la sociedad victoriana, en los creacionistas y en algunos colegas y profesores de su juventud, que por lo extenso y profundo del trabajo.

- Su prolongada, penosa y misteriosa enfermedad que comenzó a padecer poco tiempo después de su regreso de su viaje en el *Beagle* y persistió hasta su muerte. En cuanto a la enfermedad que terminó con su vida no se sabe a ciencia cierta su real naturaleza. Se ha especulado que contrajo la enfermedad de Chagas en la Argentina, pero también se le ha atribuido una dolencia psicosomática. Sea cual fuere, su enfermedad lo tuvo a mal traer y lo obligó a guardar reposo durante mucho tiempo.
- La muerte de tres de sus diez hijos en plena niñez: Annie, su hija predilecta, murió a los nueve años, en 1851, nueve años después de la muerte de su pequeña hermana Mary, de un mes. Uno de sus hijos varones, Charles Waring, murió de escarlatina a los dos años, en 1858. Otros tres hijos tuvieron problemas de salud. Uno de los tormentos de Darwin fue su sospecha de que Annie había heredado su propia enfermedad.

Por sus excelentes cualidades científicas y humanas, su bonhomía y su respetuoso trato hacia amigos y colegas, podría decirse que Darwin fue un genio y un buen hombre, con una vida repartida entre momentos felices y apasionantes durante su niñez y juventud, que devino atormentada en las últimas cuatro décadas de vida por el quebranto de su salud (Schnack, 2013).

5. ¿Efecto mariposa o azar?

Dice un proverbio chino que *el aleteo de las alas de una mariposa puede percibirse al otro lado del mundo*. Este proverbio puede interpretarse de diferentes maneras. Una de ellas sostiene que una pequeña perturbación puede amplificarse y producir un efecto mucho mayor que la perturbación inicial. La expresión fue acuñada por el meteorólogo y matemático estadounidense Edward Lorenz (1917-

2008), quien hacía alusión a los efectos notablemente incrementados y aun catastróficos de pequeñas variaciones iniciales en el clima atmosférico.

Con atractivo estilo narrativo, Mouret (2016) reflexionaba acerca del llamado «efecto mariposa» en un sentido totalmente ajeno a los fenómenos climáticos, el cual habría hecho posible el trascendente viaje de Darwin en el *Beagle*.

Algo sucedió el 1º de agosto de 1828 en la soledad de la Isla del Hambre en el estrecho de Magallanes.

Un disparo rompió el silencio.

El capitán del *Beagle*, Pringle Stokes (1793-1828), afectado por una profunda depresión se disparó un tiro en la cabeza, agonizó unos días y expiró doce días después, en la misma Isla del Hambre, donde fue sepultado en el cementerio de los ingleses, el que a pesar de hacer honor a su gentilicio se emplazaba en la mencionada isla chilena, muy lejos de su Surrey natal.

Días después de abandonar la isla, el buque amarró en Montevideo, donde el *Beagle* quedó bajo el mando de un joven oficial de la marina de 23 años, Robert FitzRoy (1805-1865).

En agosto 1831, el ya capitán FitzRoy recluta a un joven rico, diletante y poco conocido. Se trataba de Charles Darwin, quien posteriormente cambiaría dramáticamente el rumbo de la ciencia y se convertiría en uno de los más grandes pensadores del siglo XIX.

El azar fue clave para que algunos hechos condujeran a un oficial de marina al suicidio en el momento justo para ser reemplazado por otro cuyo interés por la historia natural lo llevara a aceptar la recomendación de un profesor de Cambridge para reclutar a un joven interesado por la naturaleza, pero entonces aspirante a egresar como pastor anglicano.

Llamativa coincidencia: Robert FitzRoy, como aquel oficial a quien reemplazara como capitán del *Beagle*, se suicidó debido a una depresión que lo afectó en los últimos años de su vida. Este hecho

trágico tuvo lugar en Surrey, la misma ciudad donde había nacido Stokes.

¿Qué circunstancias en su etapa juvenil vincularon a Charles Darwin con Robert FitzRoy?

Darwin continuaba con sus estudios en Cambridge en 1831. Al regresar ese año a su hogar encontró, en una correspondencia de Henslow, una propuesta para que se desempeñara como acompañante *ad honorem* al servicio del capitán Robert FitzRoy en el *HMS Beagle*, bergantín de la Marina Real Británica que tenía planeado realizar una expedición, cuyo principal objetivo era recorrer la costa de América del Sur en alrededor de dos años.

En realidad, Henslow recomendó a Darwin, su discípulo de la Universidad de Cambridge, por considerarlo el mejor candidato que jamás hubiera conocido entre sus alumnos por su capacidad de observación de la naturaleza y sus grandes cualidades como coleccionista.

Las primeras referencias del viaje del *Beagle* concernían a la intención del gobierno de Inglaterra de promover el conocimiento de las costas del sur del continente americano, hasta Tierra del Fuego, con regreso por las Indias Orientales. Al joven Darwin le entusiasmaba dar la vuelta al mundo con acceso a sitios distantes como el cabo de Hornos, las Indias y el cabo de Buena Esperanza.

El futuro de Darwin adoptó un rumbo que hubiera sido imposible sin la ayuda de su «tío-suegro». A pesar de oponerse a que Darwin realizara el viaje, su padre fue persuadido por su cuñado Josiah Wedgwood II, el padre de Emma Wedgwood, la prima y futura esposa de Charles. El Dr. Robert W. Darwin le dijo a su hijo que sólo lo iba a autorizar a realizar la expedición si así lo recomendara una persona sensata. Charles pensó que no podía haber nadie más sensato que su tío Jos (Josiah Wedgwood), quien refutó con sólidos argumentos las objeciones de su cuñado.

6. El viaje

El escritor británico Jonathan Clements (1971-) explicaba en qué medida azar contribuyó al surgimiento mayor naturalista del siglo XIX al considerar que

Al joven Charles Darwin se le consideró una deshonra, un niño rico y holgazán que no servía más que para la vida de campo. Aunque parezca raro, e incluso a él le llegó a extrañar, una vez pensó en hacerse cura y muy bien habría podido terminar coleccionando escarabajos como párroco de pueblo si no hubiera sido por una inesperada oportunidad que se le presentó. El viaje alrededor del mundo a bordo del *HMS Beagle* le proporcionó ideas y teorías de por vida e hizo de él uno de los gigantes de la ciencia del siglo XIX. (Clements, 2010)

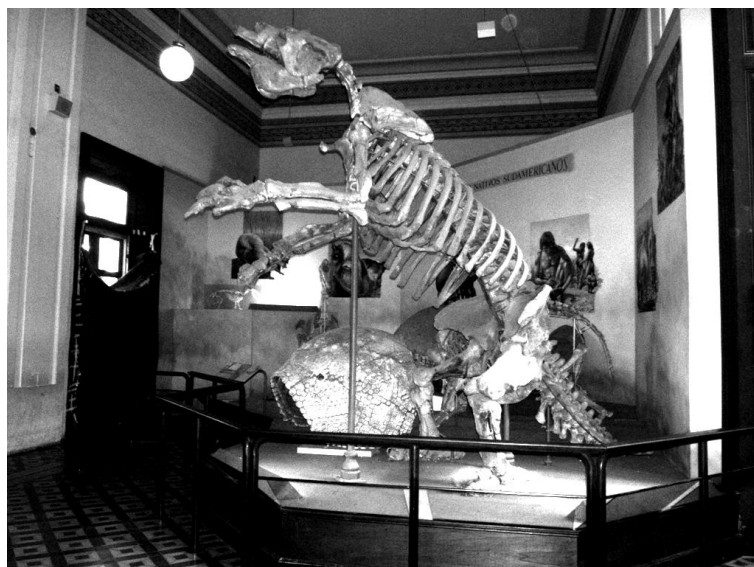
Su percepción de una realidad diferente a la que dominó el pensamiento de Darwin durante los sucesivos pasos de su educación formal, emergió para sorpresa de él mismo, una vez que abandonara los claustros universitarios, en coincidencia con su expedición de casi cinco años (27 de diciembre 1831-2 de octubre 1836) en el *HMS Beagle* navío de la Marina Real Británica, capitaneado por FitzRoy.

El viaje cubrió gran parte de las costas orientales y occidentales de América del Sur, extremo sur de África y parte de Australia.

Durante su expedición en el *Beagle*, Darwin intentaba localizar centros de creación, para interpretar la distribución de distintas especies de Australia y América.

En un estado precoz de la travesía comenzó a cuestionar sus convicciones de futuro sacerdote y gradualmente fue reemplazando su aceptación del dogma creacionista, por la idea más racional de la mutabilidad de las especies.

Darwin realizó minuciosas observaciones, escribió numerosas notas y realizó importantes colecciones de especies de las áreas visitadas. Se han tejido diferentes hipótesis acerca de cómo evolucionó su pensamiento en esta extensa expedición.



Megatherium. Género que representa a perezosos gigantes extinguidos, cuyos restos observara Darwin en la provincia de Buenos Aires, y los relacionara con los perezosos actuales. Foto de esqueleto montado en la Segunda Sala de Megafauna del Museo de La Plata (tomado de Schnack, 2013)

Con frecuencia, se ha especulado que Darwin ya habría desechado la idea de la inmutabilidad de las especies en el año 1835, motivado por sus observaciones en las islas del archipiélago Galápagos, en Ecuador (Larson, 2001).

Sin embargo, también se ha afirmado que Darwin se convirtió en un evolucionista, cuando en el año 1833 visitara las pampas y la Patagonia en Argentina (Quammen, 2009), por lo que sus hallazgos en las Galápagos habrían brindado mayores certidumbres de la existencia de un proceso fundado en relaciones de parentesco entre formas similares, pero aisladas geográfica y temporalmente.

La biogeografía fue uno de los más importantes medios a los que recurrió Darwin para entender la vida en su sentido histórico (Katinas & Crisci, 2009) y las áreas mencionadas de Argentina pudieron haber sido el germen de sus primeros pasos hacia un enfoque racional y material de las relaciones entre las especies animales y vegetales.

Grandes mamíferos fósiles, los perezosos y acorazados gigantes, como el *Megatherium* y el *Gliptodonte* del Pleistoceno tardío (ca. 12.000 años de antigüedad), emparentados con los perezosos y

armadillos actuales, respectivamente, fueron hallados por Darwin en Punta Alta, unos 700 km al sur de la ciudad de Buenos Aires en la costa atlántica.

Darwin encontró restos óseos de mamíferos emparentados con los camellos, habiendo comprobado en esta zona la presencia de guanacos (*Lama guanicoe*), especie de la misma familia que los camellos (Camélidos).

Así como Darwin había visualizado «ñandúes grandes» (*Rhea americana*) en las pampas y norte de Patagonia, pudo obtener fragmentos del cuerpo del «ñandú petiso» (*Pterocnemia pennata*), especie que ocupaba principalmente el sur de la Patagonia. Ambas especies de ñandúes, a pesar de su gran similitud, se diferencian en su morfología y hábitos, y por ocupar áreas geográficas adyacentes, ligeramente superpuestas.

Darwin habría comenzado a percibir relaciones de parentesco entre formas actuales próximas de diferente distribución, y entre fósiles que exhibían notables similitudes con las especies vivientes. Fue así que especuló que los parentescos y sucesiones entre especies no se compadecían con el esquema creacionista, que sostenía que las especies fueron creadas en series sucesivas, reemplazando a las extintas.

Como puede advertirse, se ha puesto un énfasis casi excluyente en los aspectos biológicos que estimularon a Darwin en sus investigaciones. Sería injusto soslayar la importancia de sus observaciones geológicas y la influencia que éstas ejercieran en su noción de los tiempos evolutivos. Más aún, el plan inicial del viaje consistía en volcar el mayor interés en la geología de las regiones a explorar

Su viaje, con el apoyo logístico del general Juan Manuel de Rosas, a través de la llanura pampeana en la provincia de Buenos Aires durante el invierno de 1833, quedó claramente documentado en su diario de viaje en el *Beagle*. «Formaciones de las Pampas» es el título de uno de los capítulos de su libro sobre observaciones geológicas en América del Sur (Darwin, 1846), donde describe, entre otras

características, la geomorfología y la litología pampeanas con descripciones detalladas de dos grandes unidades de paisaje: la Pampa interserrana escoltada por los sistemas de las sierras de Tandil y de la Ventana y la Pampa deprimida que abarca gran parte de la cuenca del río Salado (Zárate & Folguera, 2009).

Independientemente de la importancia de las regiones visitadas, la expedición de casi cinco años en el *Beagle* le ofreció a Darwin la oportunidad de demostrar la validez de su teoría en los tiempos que sucedieron al viaje, valiéndose de la información que le brindaran tanto sus observaciones en el terreno como los estudios realizados por él y por especialistas, sobre los materiales colectados y enviados o transportados a Londres.

Veinte pequeñas islas de origen volcánico, formadas hace unos 30 millones de años y separadas por 950 km de la costa de Ecuador, se distribuyen en el archipiélago de Galápagos. Darwin notó que en estas islas muchas especies de plantas y animales exhibían marcadas similitudes entre sí, y llamativas diferencias con las especies continentales. Algunas especies mostraban, asimismo, diferencias de una a otra isla.

También advirtió que los habitantes nativos de las islas eran capaces de reconocer a qué isla pertenecía un espécimen de tortuga, sobre la base de las características de su escudo superior o espaldar.

CRONOLOGÍA E ITINERARIO DEL VIAJE DE DARWIN EN EL *BEAGLE*

(ADAPTADO DE MOURET, 2016)

1831. *Inicio de la expedición hacia América del Sur; el Beagle zarpa desde Plymouth el 27 de diciembre.*

1832. *Escala en las islas de Cabo Verde (15 enero-8 febrero); amarre en Brasil y escala en San Salvador de Bahía (28 febrero-17 de marzo); escala en Río de Janeiro (4 abril-5 julio); Río de la Plata, Montevideo y Buenos Aires (22 julio-19 agosto); escala en Bahía Blanca y excavación de yacimientos fósiles en Punta Alta (6 septiembre-19 octubre); regreso al Río de la Plata (26 octubre-29 noviembre); llegada a Tierra del Fuego y primer contacto con indígenas fueguinos (16 diciembre); pasaje del Cabo de Hornos (21 diciembre).*

1833. *Exploración de canales de Patagonia (enero-febrero); escala en islas Malvinas (1 marzo-6 abril); regreso a Montevideo (26 abril); partida hacia Río Negro (28 abril-24 julio); llegada a desembocadura del río Negro; viaje terrestre desde Carmen de Patagones hasta Santa Fe vía Bahía Blanca y Buenos Aires (3 agosto-21 octubre); se une al Beagle en Montevideo (4 noviembre); segundo viaje de exploración terrestre del Uruguay (5 noviembre-6 diciembre).*

1834. *Relevamiento costas de Tierra del Fuego (29 enero-7 marzo); segunda escala en islas Malvinas (10 marzo-7 abril); exploración del río Santa Cruz con tres balleneros (13 abril-8 mayo); incursión del Beagle en el océano Pacífico (11 junio); escala en isla de Chiloé (28 junio-13 julio); escala en Valparaíso (22 julio-10 noviembre); exploración geológica de los Andes (14 agosto-27 septiembre); exploración y relevamiento de costas en isla de Chiloé (21 noviembre).*

1835. *Nueva escala en Valparaíso; segundo viaje de exploración geológica; travesía de los Andes hacia Mendoza; regreso a Chile (14 marzo-17 abril); excursiones terrestres desde Valparaíso a Copiapó, donde reencuentra al Beagle (27 abril-1 julio); escala en Perú (19 julio-7 septiembre); escala en Galápagos (15 septiembre-20 octubre); escala en Tahití (15-26 noviembre); escala en Nueva Zelanda (21-30 diciembre).*

1836. *Escala en Sydney (12-30 enero); escala en Tasmania (5-17 febrero); escala en King George Sound (sudoeste de Australia) (6-14 marzo); escala en las islas Cocos (1-12 abril); escala en la isla Mauricio (29 abril-9 mayo); escala en Ciudad del Cabo (31 mayo-18 junio); escala en la isla de la Ascensión (19-23 julio); última escala en Brasil: Salvador de Bahía y Pernambuco (1-17 agosto); última escala en las islas de Cabo Verde (31 agosto-4 septiembre); escala en las Azores (20-25 septiembre); llegada a Falmouth, Inglaterra (2 octubre).*

Darwin especuló que estas tortugas gigantes habrían sido introducidas por bucaneros quienes las usarían como alimento en las islas. No obstante, el zoólogo inglés Thomas Bell (1792-1880), a quien se le encomendó la identificación de las tortugas de las Galápagos, verificó que se trataba de una sola especie, nativa de las islas.

Bell se desempeñaba como presidente de la Sociedad Linneana en 1858, por lo que presidió la reunión del 1º de julio de ese año, cuando fuera comunicada la teoría de Darwin y Wallace sobre la selección natural.

Uno de los grupos zoológicos que más llamó la atención de Darwin en este archipiélago fue el de unos pájaros llamados pinzones, que eran muy similares a los que ya había observado en Perú. Aunque de origen común, estas especies mostraban diferencias morfológicas que favorecían sus adaptaciones a las características ambientales y nichos disponibles, propios de cada una de las islas.

Las especies diferían marcadamente en el tamaño y forma de sus picos. Algunas tenían una conformación del pico que les permitía romper las duras cáscaras de las semillas que les servían de alimento, en otras estaban adaptados para consumir vegetales blandos y en otras para alimentarse de insectos.

Quizás la más llamativa de las especies tenía un pico adaptado para arrancar una espina de cactus, y manipularla para pinchar y extraer insectos de huecos o hendiduras del tronco de los árboles.

7. Efecto inesperado de la «Doctrina malthusiana»

A mediados del siglo XIX la mayor parte de los científicos adhería a la inmutabilidad de las especies.

Lamarck fue quien aportó las primeras interpretaciones más abarcadoras de la transformación de las especies, en contraposición con la idea entonces predominante que sostenía que las especies eran inmutables.

Pese a que la teoría darwiniana se opone a la aceptación lamarckiana de que los caracteres adquiridos son heredados, durante

sus primeros pasos como naturalista Darwin leyó con interés la teoría del naturalista francés Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829).

Si bien la selección natural fue para Darwin el proceso clave de la evolución orgánica, no descartó por completo, en sus primeras concepciones evolucionistas, la herencia de caracteres adquiridos, aunque entonces le atribuyera a este tipo de herencia un rol subsidiario.

Resulta interesante especular acerca del momento de su vida en el cual Darwin comprendió que estaba a punto de descubrir el mecanismo que más claramente explica la evolución biológica.

Hay pistas ciertamente convincentes, que sugieren que hubo un momento clave para que Darwin encontrara la llave que le abriera la puerta que lo condujera al descubrimiento más revolucionario de las ciencias biológicas: el origen de las especies por medio de la selección natural.

Una situación fortuita le advirtió que toda la información que poseía podía sintetizarse en el mecanismo de selección natural.

Algo sucedió dos años después de finalizar su viaje como naturalista en el *HMS Beagle*. En el otoño londinense de 1838⁴, en una interrupción de sus habituales caminatas, Darwin se detuvo en una librería que visitaba a menudo. Allí descubrió, casi distraídamente, *El ensayo sobre la población* que Malthus había escrito hacía ya unos cuarenta años (Malthus, 1798) (Stone, 1980). Su lectura inspiró a Darwin y lo convenció de que la selección natural era el mecanismo que debería necesariamente actuar, cuando, para describirlo del modo más elemental, el número de descendientes producidos superara en número al de sus progenitores (Schnack, 2013, Stone, 1980).

⁴ El 4 de octubre de 1836, Darwin regresaba a Shrewsbury, dos días después de la llegada del *Beagle* a Falmouth (Inglaterra). Desde fines de octubre se establece en Londres en casa de su hermano Erasmus. A principios de marzo de 1837, se instala en Londres en el número 36 de la Great Malborough Street. A fines de diciembre de 1838 se instala en el número 12 de la Upper Gower Street. Permanece en Londres hasta septiembre de 1842, cuando se muda a la Down House, su residencia definitiva, con su esposa Emma Wedgwood, con quien se había unido en matrimonio el 29 de enero de 1839 en Maer (Mouret, 2016).

Estos raptos de inspiración pueden atribuirse al contexto científico y social y a la inagotable búsqueda de conocimientos, muchas veces con la ayuda de circunstancias fortuitas.

Parafraseando a Stephen Jay Gould:

Así, Darwin tuvo la suerte de nacer rico, tuvo la suerte de viajar a bordo del *Beagle*, tuvo la suerte de vivir rodeado de las ideas de su época, tuvo la suerte de tropezar con el pastor protestante Malthus. (Gould, 1983)

Sin desmedro de que Darwin tuvo una diversidad de fuentes que inspiraron su teoría, tanto desde la literatura específica, como de la observación de la naturaleza, «el efecto Malthus» parece haber sido decisivo para definir el mecanismo rector del proceso de evolución orgánica: la selección natural.

Según Schweber (1977), la teoría de Darwin estuvo marcadamente influenciada por cultores de disciplinas ajenas a las ciencias naturales. Darwin encontró el sustento cuantitativo en *El ensayo...* de Malthus y en la aceptación generalizada de la validez de las aseveraciones que surgían de los rigurosos análisis que realizara el sociólogo y estadístico belga Adolphe Lambert-Jacques Quetelet (1796-1874).

La monografía de Quetelet (1835) fue debatida en los círculos que frecuentaba Darwin, de quien se afirma que habiendo confiado en opiniones de otros científicos contemporáneos obvió el análisis de su basamento estadístico. Esto se debió, probablemente, al hecho de que Darwin no poseía una formación sólida respecto a los aspectos numéricos y por haber confiado en las conclusiones de Quetelet sin necesidad de profundizar en ellas en virtud de su coincidencia con las de Malthus, cuyo ensayo no exigía un conocimiento profundo de los métodos estadísticos (Ariew, 2007).

Las predicciones de Malthus, de por sí apocalípticas, no sólo tuvieron enorme influencia en el pensamiento de Darwin. Fueron, asimismo, promotoras del desarrollo de las teorías sobre el crecimiento y regulación de las poblaciones, piedra basal de la

demografía. En el mismo año que Darwin leyera *El ensayo...* de Malthus, también inspirado en el libro de este economista y pastor protestante, era formulado el primer modelo matemático de crecimiento y regulación de las poblaciones del estadístico belga Pierre Francois Verhulst (Verhulst, 1838). En definitiva, Malthus, independientemente de sus aciertos y errores fue quien inspiró leyes y teorías fundamentales de la biología de las poblaciones y sus dos campos de interés: la demografía y la biología evolutiva (Schnack, 2013).

Darwin y Wallace explicaron las tendencias de crecimiento que Malthus postulara para la población humana, pero involucrando en éstas a las poblaciones naturales. La producción de un número de descendientes de plantas o animales superior al que pudiera sobrevivir conduciría inevitablemente a un ambiente competitivo entre los descendientes, y las variaciones entre ellos conferirían a algunas variantes mayores chances de sobrevivir con respecto a otras.

Malthus sostenía que la población humana se incrementaba en forma exponencial («1,2,4,8,16,32,64...»), en tanto que los recursos necesarios para su subsistencia, especialmente los alimentos, lo harían en proporción aritmética («1,2,3,4,5,6,7,8...»). Darwin, al leer el ensayo de Malthus y las circunstancias por él descritas, probablemente sintió fortalecida su valoración de la inevitable «lucha por la existencia»⁵ entre los individuos de una misma especie, en cuyo transcurso las variaciones favorables propenderían a preservarse y las desfavorables a ser eliminadas, resultando de estas circunstancias la formación de nuevas especies, erigidas a partir de las variantes mejor adaptadas.

En su obra sobre el origen de las especies por medio de la selección natural, Darwin dedica un epígrafe a la tasa geométrica de incremento potencial de las poblaciones, aludiendo a la «doctrina malthusiana».

⁵ No se trata de una lucha en sentido literal. Las especies se adaptan a circunstancias ambientales que pueden cambiar y favorecer variantes otrora seleccionadas negativamente.

8. Londres y Downe. Reflexiones en «tierra firme»

La convicción de Darwin acerca de la existencia de un mecanismo de selección natural se fue nutriendo de argumentos sólidos y coherentes luego de su expedición en el *Beagle*, a lo largo de su etapa más reflexiva durante su permanencia en Londres (1836-1842) y, definitivamente, en Downe (condado de Kent), donde transcurrieron sus últimas cuatro décadas de vida (1842-1882).

De su teoría sobre el origen de las especies por medio de la selección natural ya había escrito un boceto en 1844 en su escritorio de la Down House. A partir de sus observaciones y después de su regreso a Londres, desde las islas Galápagos, Darwin había especulado que las diferentes especies habrían llegado a las islas desde el continente, tanto por movimientos activos, como pasivos, según los casos. Conjeturaba que poblaciones de una misma especie, procedentes del continente, pudieron haberse dispersado hacia diferentes islas del archipiélago y quedar expuestas a condiciones ambientales disímiles, que implicaban desde enemigos naturales (competidores, parásitos, predadores) hasta factores físicos (calidad de los suelos).

El anatomista inglés Richard Owen (1804-1892) y el ornitólogo coterráneo John Gould (1804-1881) identificaron las muestras de mamíferos y aves colectados en el viaje. Owen fue un anatomista comparativo, aunque también realizó estudios paleontológicos.

La opinión de Gould relativa a las *Rheas* (ñandúes) de América del Sur interesó mucho a Darwin. Un gracioso comentario de Gould fue que quedaba confirmado que restos de la cena de navidad de Darwin en Puerto Deseado pertenecían a una nueva especie, que bautizó como *Rhea darwinii* (Desmond & Moore, 1991). Esta especie patagónica de «ñandú petiso» hoy es conocida como *Pterocnemia pennata*.

Trabajó en varios grupos zoológicos, habiendo sido muy importante su incursión en el estudio de los mamíferos fósiles que colectara Darwin en Sudamérica, especialmente en las pampas argentinas.

Charles Lyell organizó una entrevista entre Owen y Darwin, para que el anatomista examinara los restos de mamíferos fósiles colectados en Sudamérica. Entre los grupos de formas extintas de esta región y obtenidos durante la expedición del *Beagle*, sobresalen el primer registro del ungulado extinguido *Toxodon*, el armadillo gigante *Glyptodon* y el perezoso gigante *Megatherium*, entre otros.

Del estudio que realizó Owen sobre roedores y perezosos fósiles de Argentina, llegó a la conclusión de que se trataba de formas emparentadas con las vivientes de la misma zona geográfica.

Las especies de pinzones que Darwin creyó que eran variedades (y que no había reconocido como pinzones), fueron catalogadas como especies distintas por John Gould, quien cumplió el más destacado papel en relación con la identificación de las aves que Darwin colectara en las islas Galápagos.

Gould aportó la primicia de que eran pinzones, y que constituían, además, doce especies nuevas para la ciencia. Asimismo, describió al ñandú petiso patagónico (*Pterocnemia pennata*).

Cuando Darwin visitó la isla Charles del archipiélago Galápagos, relataba en su diario de viaje que había trabajado muy esforzadamente para coleccionar tantos animales, especialmente insectos, reptiles y plantas como fuera posible, sugiriendo la importancia que podrían tener futuras comparaciones para determinar a qué distrito o centro de creación pertenecerían los seres observados en esta isla.

Entre las principales tesis centrales de Darwin, una vez finalizado su viaje en el *Beagle*, se destacan las que se exponen a continuación.

Las nuevas especies fósiles descubiertas en Punta Alta son de un valor sumamente importante, dada su llamativa similitud con respecto a sus equivalentes vivos de América del Sur, los perezosos arborícolas y los armadillos.

Esta observación sustenta la existencia de cambios desde ancestros a descendientes, que involucran a especies únicamente presentes en

esta parte del Nuevo Mundo. Todo ello con exposición a circunstancias ambientales no exclusivas de este continente.

Resultaba notable que estas especies de mamíferos no hubieran evolucionado en diferentes regiones.

De haber sido producto de un acto creador, deberían haber estado representados en las varias regiones del planeta que exhiben condiciones similares.

La relación entre las formas existentes y las extinguidas en el mismo continente arrojaría, según Darwin, más luz en el futuro sobre la aparición de seres orgánicos en la tierra y sobre su desaparición.

Parte de los actuales habitantes del Nuevo Mundo tuvieron sus orígenes en el pasado y sus ancestros deben buscarse en los organismos extinguidos que se descubren en las rocas de este mismo continente (Novas, 2006).

Entre las conclusiones de sus observaciones en las islas Galápagos, sostenía que estas islas oceánicas contenían gran proporción de especies que no se registraban en otros lugares y que estaban muy relacionadas a las de islas vecinas. Además, las especies habrían arribado a una determinada isla, donde pudieron ocupar nichos vacantes, sin competidores u otros enemigos naturales, modificarse y prosperar en los ambientes ocupados, produciendo grupos de descendientes modificados. Estas condiciones eran particularmente aplicables para los reptiles insulares ante la escasa representación de mamíferos, sus eventuales predadores.

La similitud observada entre las peculiares especies animales y vegetales de las Galápagos y las del continente no podía sustentarse en la supuesta existencia de actos creadores simultáneos en ámbitos tan distantes y ambientalmente disímiles.

Darwin especulaba que las especies podrían haber llegado a las islas por transporte o que las islas hubieran estado unidas al continente en épocas remotas. Según esta tesis, las islas Galápagos no encuadraban fácilmente en el mundo según la perspectiva del creacionismo y de sus más acérrimos defensores (e.g., Paley, 1814).

Muchos años antes de leer el influyente *Ensayo sobre la población* (Malthus, 1798) la obra de Paley había contribuido sustantivamente a su educación, y a su actitud mental frente a la vida. Le había enseñado a discutir lógicamente, desde las premisas —que en su época de estudiante en Cambridge no cuestionaba— hasta las conclusiones.

Pocos años después de finalizar su extenso viaje en el *Beagle*, sintió que las ideas de Paley eran deficientes, sosteniendo que su viejo argumento del diseño de la naturaleza, que antes le parecía tan conclusivo, caía sin remedio ante el descubrimiento de la selección natural.

En su autobiografía (Darwin, 1887) no veía diseño alguno en la variabilidad de los seres vivos ni en la selección natural y se preguntaba con frecuencia cómo se habían producido los peculiares animales y plantas de las islas.

En algún momento la respuesta le pareció fácil de encontrar: los habitantes de las islas habían descendido unos de otros y manifestado modificaciones tanto éstos como sus descendientes y todos ellos descendieron de aquellos más ancestrales, de la «isla» más cercana: América.

Es indudable que Darwin le fue asignando cada vez menor importancia a las explicaciones que argumentaban una intervención divina en los fenómenos naturales, aunque nunca llegara a manifestarse ateo.

Religión y evolución no fueron para Darwin aspectos cuya incompatibilidad fuera necesariamente desarrollada y discutida *in extenso* para elaborar sus teorías del origen de las especies, del hombre y de la selección sexual.

Su visión cambiante de la religión, desde el inicial dogmatismo de su niñez y temprana juventud, hasta su análisis más racional, pone de manifiesto cambios progresivos en la evolución de su pensamiento.

Las más grandes dudas, incluyendo su adhesión a la *Teología natural*, lo asaltaron probablemente en su viaje por Sudamérica, entre 1832 y 1836, así como el impacto que le produjera en Londres, en 1838, la lectura de *El ensayo...* de Malthus.



Down House, residencia donde Charles Darwin vivió desde 1842 hasta 1882, el año de su muerte (tomado de Schnack, 2013)

El viaje pudo ser el punto de inflexión para que Darwin ya no creyera en la inmutabilidad de las especies.

La lectura del ensayo mathusiano pudo arrojar la luz para que se desembarazara de algo que estaba madurando, aunque en forma inadvertida en su mente, sobre la existencia de un mecanismo mediante el cual opera la evolución: la selección natural.

Entre la conclusión de la expedición en el *Beagle* (1836) y su establecimiento definitivo en la Down House (1842), la vida de Darwin transcurrió menos de un mes en Shewsbury y seis años en Londres.



El «camino de de arena» o «sendero del pensar» en Down House que Darwin recorría todas las tardes, a veces en compañía de sus hijos (tomado de Schnack, 2013)

En septiembre de 1842, Charles y Emma se instalaban en la amplia residencia de Downe, una

pequeña y tranquila localidad cercana a Bromley, en el condado de Kent, algo más de 20 km al sudeste de Londres.

La casa fue objeto de ampliaciones y reformas por parte de la familia Darwin, entre ellas, la construcción de un sendero que Darwin bautizó como *sandwalk* (camino de arena), también referido por el naturalista como «camino del pensar». Este camino no formaba parte del terreno de su propiedad y Darwin no dudó en comprárselo a un vecino. ¿Cuántos pensamientos habrán acudido a su mente obsesiva y creativa en sus frecuentes caminatas por este sendero? De lo que no podría dudarse es que muchos de sus raptos de inspiración han surgido de estas productivas caminatas.

A pesar de encontrarse con un entorno ideal para realizar sus actividades de lectura y experimentación, así como para tener una vida agradable, su salud quebrantada, con manifestaciones de agitación y malestares digestivos, afectó su producción científica, que fue, empero, muy rica.

Su libro *El origen...* le insumió los primeros quince años en esta residencia, que pudieron ser más de no haber sido por la misiva de Wallace. Pero *El origen...* no era su única obsesión científica. Cuando en el año 1846 estaba concluyendo sus estudios de materiales de su viaje en el *Beagle*, encontró un espécimen de crustáceo cirripedio o percebe, que le llamó poderosamente la atención. Localizó a su ayudante durante el viaje, Syms Covington (1816-1861), quien había emigrado a Australia después del viaje en el *Beagle* y poseía más ejemplares, que le envió, y permitió a Darwin completar un trabajo de revisión de cirripedios vivientes y fósiles.

Realizó, además, diversos estudios botánicos y zoológicos. De acuerdo con algunas opiniones, estas investigaciones paralelas fueron una excusa para dilatar la conclusión de su trabajo épico. Incluso había delegado a su esposa la responsabilidad de hacer publicar, en caso de que muriera, lo que él llamaba su «abominable volumen».

En 1849, un año después de la muerte de su padre, Charles viajó con toda su familia a Malvern, donde permaneció casi cuatro meses para someterse a un tratamiento de hidroterapia que le produjo algún

alivio. A su regreso, siguió las recomendaciones de su doctor, una de las cuales era realizar caminatas diarias, lo que hacía en el sendero de arena, con pausas para visitar su invernadero.

También se dedicó a la cría de palomas en Down House. Había hecho montar un palomar, logrando obtener una veintena de variedades a partir de una variedad nativa.

9. Presentación en sociedad

En la primera presentación de su obra *Sobre el origen de las especies* Darwin aclaró que su teoría había sido concebida en 1839, escrita en un boceto en 1844, y conocida desde hacía varios años por Lyell, Hooker y Gray.

En el año 1858 Darwin ya llevaba una veintena de años acompañado por la idea del mecanismo de selección natural, tiempo que probablemente prolongó en exceso para asegurar su teoría con argumentos y evidencias suficientes y convincentes, o por el temor que le provocaba tener que darla a conocer. El 18 de junio de ese año recibió una correspondencia de Alfred Russell Wallace, en la cual se le hacía llegar un manuscrito, cuyo contenido coincidía en lo esencial con la teoría que Darwin venía elaborando desde tanto tiempo atrás.

Wallace, también influenciado por el *Ensayo sobre la población* de Malthus, se habría inspirado para elaborar su teoría durante un delirio febril que le ocasionó la malaria que padecía en ocasión de su estancia en el archipiélago malayo, donde realizó la mayor parte de sus observaciones.

A la sorpresa que sintió entonces, a Darwin se le sumó la necesidad doble de demostrar que la idea primigenia era propia y de larga data, así como de comunicar y publicar su *Origen de las especies* en el más breve lapso.

Sus amigos Charles Lyell y el botánico inglés Joseph Dalton Hooke (1817-1911), lo estimularon para que el descubrimiento del mecanismo de selección natural se comunicara y publicara, aunque fuera en forma resumida, lo más pronto posible.

Lyell tenía una fuerte influencia sobre Darwin y ambos cultivaron una sólida y perdurable amistad. Como geólogo fue muy famoso por su teoría del uniformitarismo y el gradualismo geológico. Presentó una alternativa al catastrofismo del paleontólogo y anatomista francés Georges Cuvier (1769-1832), sosteniendo que los cambios geológicos no se debían a una serie de catástrofes sucesivas, sino a cambios graduales que se seguirían produciendo en los tiempos venideros.

Durante su expedición en el *HMS Beagle*, Darwin leyó el primer volumen de los *Principios de Geología* de Lyell, que se publicaron entre 1830 y 1833. Esta obra fue una importantísima fuente de inspiración para la preparación del *Origen de las especies por medio de la selección natural*.

Hooke también tuvo una estrecha amistad con Darwin. Fue presidente de la Royal Society (1873), recibió la Medalla de Darwin (1882) y fue director de los Jardines Botánicos Reales de Kew (1885).

Darwin y sus amigos Lyell y Hooke coincidieron en asignarle la doble autoría Darwin-Wallace a la primera comunicación de la teoría. En tiempos previos a la comunicación, Darwin estaba deprimido por la muerte de uno de sus hijos y sin ánimo de comunicar su teoría. Lo hicieron Lyell y Hooker el 1º de julio de 1858, en la Sociedad Linneana de Londres. La presentación en sociedad de la teoría incluía el manuscrito de Wallace y un boceto que Darwin había escrito en 1844. La presentación fue tomada con bastante indiferencia, hecho que dejó bastante abatido a Darwin.

Darwin argumentó su derecho a prioridad de este descubrimiento por haberlo discutido con amigos y colegas, especialmente con Lyell, Hooker y Asa Gray, sobre la base de documentos inéditos escritos en 1842 y 1844.

Asa Gray (1810-1888) fue un científico norteamericano, graduado como Doctor en Medicina que se dedicó a la botánica y fue profesor de Historia Natural en la Universidad de Harvard. Tuvo una prolongada relación epistolar con Darwin, defendió sus ideas sobre la evolución en los Estados Unidos y reconoció la prioridad de Darwin sobre

Wallace, al haber leído sus escritos inéditos sobre *El origen de las especies* en 1844.

El manuscrito, que terminó apurado por las circunstancias del codescubrimiento de Wallace, fue titulado entonces como *Persistencia de variedades y especies por medio de la selección natural*.

A pesar de ser bastante voluminoso, era un casi desesperado resumen de un trabajo aún más extenso, que alguna vez pensaba concluir.

Darwin pensaba que su obra iba a ser considerada una herejía y temía que nadie se animara a publicarla. Fue su amigo Lyell quien convenció al editor, John Murray III (1808-1892), para que lo publicara. Finalmente, *El origen...* fue publicado en 1859.

La primera edición de 1.250 ejemplares se vendió totalmente en pocos días, fue sucedida por una segunda edición de 3.000 ejemplares en 1860 y una tercera edición de 2.000 ejemplares en 1861; la cuarta edición de 1.000 ejemplares se conoció en 1866, la quinta edición de 2.000 ejemplares en 1869. La última y sexta edición de 14.000 ejemplares salió a la luz en 1872 en una versión donde se eliminó del título la palabra *sobre* y se mencionaba por primera vez la palabra *evolución*. Desde la tercera hasta la sexta ediciones se incluyeron correcciones y agregados.

La notable repercusión que tuvo *El origen...*, así como promovió encendidos elogios también encendió duras críticas, especialmente por parte de naturalistas y religiosos coetáneos.

Darwin nunca fue partidario de la confrontación, pero tenía en su amigo el biólogo de la Universidad de Londres Thomas Henry Huxley (1825-1895) a un leal y enérgico defensor de sus ideas.

Huxley, zoólogo y paleontólogo inglés, defendió con energía y vehemencia la teoría de Darwin. Se especializó en invertebrados y vertebrados. Con relación a estos últimos postuló que los dinosaurios eran los ancestros de las aves. Se lo llegó a apodar como el «bulldog de Darwin».

Aunque inicialmente no estaba convencido de la existencia del mecanismo de selección natural, con el tiempo se erigió en uno de sus más conocidos defensores, participando en encendidos debates.

Uno de sus debates más difundidos se suscitó en la Universidad de Oxford en 1860, con el obispo de Oxford, Samuel Wilberforce (1805-1873). En un momento del debate, el obispo le preguntó a Huxley si su simiesco antecesor era de parte de madre o de padre. Huxley le respondió que prefería descender de un mono que de un hombre muy influyente, que usa tal influencia para ridiculizar y restarle seriedad a una discusión científica.

El capitán FitzRoy, a quien no había agradado el trabajo de Darwin, estuvo presente en la discusión, acompañado de su Biblia y exhortando a los presentes a que creyeran más en Dios que en el hombre.

Cuando en 1862 Thomas Huxley comenzaba a organizar la realización de conferencias y debates en torno a la obra de Darwin sobre el *Origen de las especies*, uno de los asistentes fue un alemán, de origen judío por entonces exiliado en Londres: Karl Marx (1818-1883). Fue un admirador de la obra de Darwin, a la que consideraba la mejor explicación materialista y racional de la historia natural, expuesta empíricamente, dando por tierra con la teleología en las ciencias (Mouret, 2016).

La admiración que Marx sentía por Darwin no era correspondida por el naturalista. Darwin nunca sintió interés en la lectura de *El capital*. Poseía un ejemplar del libro de Marx que nunca llegó a leer.

Algo más de una década después de que se publicara *El origen...*, Darwin se animó a dar a conocer una idea que venía sosteniendo desde varios años y era uno de los temas de sus discrepancias con Wallace.

En 1871 se publica *El origen del hombre y la selección en relación al sexo*, donde destaca que el hombre ha evolucionado a partir de un ancestro común a las restantes especies, destacando sus similitudes

con los simios. En la misma obra se refiere al concepto y componentes de la selección sexual.

En 1872 escribe *La expresión de las emociones en los animales y en el hombre*, donde concluía que las emociones del hombre eran producto de un proceso evolutivo y que en algunas de sus características estaban relacionadas con el comportamiento animal.

Entre 1865 y 1876 escribió trabajos botánicos, referidos a plantas insectívoras y trepadoras, y sobre efectos de la fecundación cruzada y autofecundación en los vegetales.

El último libro de Darwin, aunque no su último trabajo, publicado en 1881 fue *La formación del mantillo vegetal por la acción de las lombrices con observaciones breves sobre sus costumbres*.

Su último trabajo, al que se hará referencia más adelante, fue publicado días antes de su muerte en 1882. Fue una pequeña nota sobre un molusco bivalvo hallado adherido a la pata de un coleóptero acuático.

Meses antes de su muerte, Darwin escribió una *Autobiografía crítica*, publicada cinco años después (Darwin, 1887), cuyo último epígrafe «El yo íntimo y la religión» expresaba:

En cuanto a mi persona particular, mi yo íntimo, creo que he hecho bien en estudiar con toda constancia y decisión la ciencia y en dedicarle mi vida. No siento remordimiento de que haya cometido pecado grave alguno y sí sentimiento de no haber hecho mayor bien al prójimo. Y por lo que concierne a mis sentimientos religiosos que se me ha preguntado repetidas veces considero este asunto que a nadie interesa sino sólo a mí. Únicamente diré que creo que la Teoría de la Evolución es compatible con la creencia en Dios. Pero he de terminar con esta afirmación: sistemáticamente, apenas he puesto el pensamiento en la Religión al tratar de la Ciencia, como también lo pongo en la Moral en relación con la Sociedad.

10. Su trabajo póstumo y el abuelo de Francis Crick

La última comunicación científica de Darwin tiene vinculación con el abuelo paterno del eminente físico y biólogo británico, codescubridor de la estructura molecular del ADN, Francis Crick (1916-2003).

El abuelo de Francis Crick fue Walter Drawbridge Crick (1857-1903) quien así es recordado por Ridley (2009):

Justo dos semanas antes de su muerte, Darwin escribió un breve ensayo sobre una almeja córnea que se encontró adherida a la pata de un escarabajo de agua en un estanque de la parte central de Inglaterra: fue su última publicación. El hombre que le mandó el escarabajo era un joven zapatero y naturalista *amateur* de nombre Walter Drawbridge Crick. Con el tiempo, el zapatero se casó y tuvo un hijo llamado Harry, quien a su vez tuvo un hijo con el nombre de Francis.

En los últimos días de vida de Darwin, Walter Crick le enviaba una misiva comentándole que había hallado un bivalvo córneo que tenía atrapado entre sus valvas un coleóptero acuático.

En su último artículo publicado en *Nature* donde reconoce el aporte de Crick, Darwin especula sobre el posible papel del coleóptero como medio de transporte y dispersión del molusco de uno a otro ambiente acuático (Darwin, 1882).

Francis Crick no llegó a conocer a su abuelo paterno, pero llegó a admirarlo tanto por su entusiasmo por la ciencia como por haber tenido correspondencia con Darwin.

Walter Crick, a pesar de sus responsabilidades en la firma del rubro calzado Crick and Co. se hizo tiempo para realizar excursiones de observación y colección de fósiles y animales vivientes. Fue un coleccionista de distintos tipos de materiales (moluscos, foraminíferos, insectos, libros, estampillas, monedas, porcelanas, muebles). En sus exploraciones recorría los más diversos hábitats en el condado de Northamptonshire para coleccionar fósiles y moluscos.

Se destacó como miembro prominente de la Northamptonshire Natural History Society. Fue co-autor de unos siete trabajos de geología y paleontología y fue Fellow de la Geological Society. Como aficionado a la zoología y paleontología de invertebrados, volcó especial interés por los moluscos vivientes y fósiles.

Su fe religiosa cristiana no le impidió leer con suma concentración *El origen de las especies* y prestó mucha atención a las notas que Darwin en esta obra le dedicó a la dispersión de moluscos y a las especies que podían actuar como sus «dispersores».

Fue mucho tiempo después de leer la obra más importante de Darwin, cuando Walter Crick capturó, en 1882, un molusco bivalvo sujetando las patas de un coleóptero acuático, hallazgo que posibilitó su vinculación epistolar con Darwin en los últimos días de la vida del célebre naturalista (Olby, 2009; Ridley, 2006).

El sábado 18 de febrero de 1882, dos meses antes de la muerte de Charles Darwin que sucedió el 19 de abril de 1882, Walter Crick colectó el coleóptero en una charca e identificó al insecto como *Dytiscus marginalis* con una de sus patas sujeta por las valvas de un molusco bivalvo identificado dudosamente por Walter como *Sphaerium corneum*. El coleóptero fue enviado a Darwin. El 6 de abril, trece días antes de su muerte Darwin publicó una carta a *Nature* postulando que en la relación molusco-coleóptero, este último oficiaba de «dispersor» para que el molusco pudiera trasladarse por transporte pasivo (zoocoria) de una a otra charca (Ridley, 2006).

Gracias al aporte de Walter Crick, Darwin tuvo sólidos argumentos para corroborar las observaciones de su profesor y dilecto amigo Charles Lyell, quien había sugerido anteriormente la existencia de este tipo de interacción entre coleópteros acuáticos dispersores y moluscos forontes. Probablemente, el hallazgo de Crick haya sido la última satisfacción del agonizante Darwin.

11. Selección natural y darwinismo social

La teoría de Darwin ha sido muchas veces referida, en cuanto al mecanismo de selección natural, como «la lucha por la existencia» y «la supervivencia del más apto». Darwin usó dichas frases, pero lo hizo en un sentido muy general y tomadas o inspiradas en otros autores.

En su obra *Sobre el origen de las especies*, Darwin se refería a la evolución y su mecanismo de selección natural como *descendencia con modificación*. Empero en las ediciones quinta y sexta de este mismo texto consideró adecuada la expresión *supervivencia del más apto*, tomada del sociólogo inglés Herbert Spencer (1820-1893), aunque ambos autores no le asignaran el mismo significado. De hecho, Spencer había leído a Darwin y fue él quien encontró en la expresión «supervivencia del más apto» el verdadero significado de selección natural, y así lo consignó en una de sus obras más conocidas.

Muchas expresiones e interpretaciones equivocadas del darwinismo han inspirado algunas creencias, líneas del pensamiento y, en casos extremos, políticas de Estado. Hubo quienes erróneamente aludieron a Darwin como un pensador que asignara al «más apto» un rasgo de *superioridad* para ser seleccionado. Esta tergiversación fue y es utilizada con cierta frecuencia con objetivos moralmente condenables, por los que se justifican, con base en una deformación del concepto de selección natural los abusos que conllevan, entre otras injusticias sociales, la esclavitud y, con frecuencia asociada a esta última, el racismo.

Ha sido particularmente falaz la corriente del pensamiento o creencia, conocida como «darwinismo social», que, en sus comienzos, tuviera especial adhesión en los integrantes de la sociedad victoriana. Ha sido el intento de interpretar, con la ayuda de las expresiones referidas a la evolución orgánica, la evolución social del género humano.

«Darwinismo social» es una denominación falaz desde su origen, pues se basa en postulados enunciados que datan de tiempos anteriores a la primera exposición de la teoría de Darwin. Estos

postulados avalaron la adopción de políticas que promovieran al progreso de las sociedades, que implicaban un proceso competitivo para beneficio de quienes exhibían *superioridad* individual sobre sus congéneres. Una vez conocida la teoría de Darwin pretendieron utilizarla para sustentar su posición clasista. Sin ninguna base documentada por la literatura, se ha atribuido al ya mencionado sociólogo Herbert Spencer haber fundado esta línea del pensamiento. El mismo Spencer negaba la influencia de Darwin en su percepción de la evolución (Spencer, 1866-1884).

Quien acuñó la expresión «darwinismo social», que aún sigue agraviando la memoria del célebre Darwin, fue el parlamentario británico Joseph Fisher (1834-1907) en 1877. Ignorando la esencia de la teoría de Darwin usaba esta poco feliz expresión para destacar que ningún fundamento de las leyes que regían la política de Irlanda podía justificar el «darwinismo social» (Schnack, 2013).

De modo laxo, la «lucha por la existencia» y la «supervivencia del más apto» aludían, en la versión darwiniana, a la competencia entre individuos, en *circunstancias ambientales* bajo las cuales determinados individuos tenían mayores posibilidades de sobrevivir que otros, en función de rasgos diferenciales que unos y otros poseían, los que eran transmitidos de generación en generación. Pero las circunstancias ambientales podían cambiar con el tiempo y, como consecuencia de tales cambios, podrían, eventualmente, favorecer a grupos de individuos otrora en desventaja, en detrimento de aquellos originalmente favorecidos.

La selección natural propuesta por Darwin no implica en absoluto la existencia de individuos innatamente superiores a otros co-específicos.

Para dar un caso de fácil comprensión, es oportuno el del denominado «melanismo industrial» ejemplificado por las polillas del abedul (*Biston betularia*) en la ciudad de Manchester y su área de influencia, antes y después de la Revolución Industrial. En esa ciudad industrial inglesa, las variantes claras y oscuras de las polillas podían ser alternativamente favorecidas, unas sobre otras, en virtud de su

capacidad para pasar desapercibidas para las aves predadoras, al confundirse o no con el sustrato donde se apoyaban.

En Manchester, las polillas fueron mutando del color claro al oscuro, desde mediados del siglo XIX (el sustrato está constituido por los líquenes que crecen en la corteza del abedul). Antes de manifestarse los efectos del depósito de hollín sobre la corteza de los árboles, las polillas oscuras se apoyaban sobre un sustrato claro y eran fácilmente percibidas por las aves. Eran, en consecuencia, seleccionadas en contra y su abundancia relativa disminuía en comparación con las variantes claras. Cuando el hollín se acumuló sobre los líquenes, el fondo oscuro hizo más visibles a las formas claras, las cuales fueron competitivamente eliminadas por las oscuras (Kettlewell, 1961). Sería absurdo afirmar, en base a este proceso de selección, que las formas claras u oscuras, según el caso, son superiores a su forma alternativa.

¿Cuáles fueron entonces los razonamientos de Darwin para explicar o interpretar este mecanismo?

De un modo muy simple, para facilitar su comprensión para el lector medio, se incluyen a continuación las cuatro premisas básicas del mecanismo de selección natural, adaptadas y resumidas de Barash (1977):

Todos los seres vivos tienen una tendencia a producir mayor número de descendientes que el necesario para reemplazarse a sí mismos.

A pesar de la capacidad intrínseca de cada especie para la sobreproducción de descendientes, las poblaciones exhiben una tendencia a mantener cierta estabilidad numérica de generación en generación o a plazos más prolongados.

Todos los individuos de una población difieren entre sí y, de alguna manera, estas diferencias son transmitida de progenitores

a descendientes. Hay variabilidad y las diferencias de rasgos observables se transmiten hereditariamente⁶.

Algunos individuos son más exitosos que otros en producir descendencia y de los descendientes, algunos son más exitosos que otros en sobrevivir hasta el estado adulto. En síntesis, hay competencia.

Es menester insistir en el sentido de que la competencia no es necesariamente una «lucha» o interferencia directa. Un individuo puede ser más hábil competitivamente que otros por ser más elusivo ante el ataque de predadores, por explotar mejor los recursos alimentarios, por tener mayores límites de tolerancia ante factores climáticos, por poseer mayores aptitudes para dispersarse, etc.

12. Comentario final

Aunque existe amplio reconocimiento en cuanto a la validez del paradigma darwiniano, muchos de quienes lo aceptan ignoran las bases fundamentales del proceso de selección natural. Probablemente adhieren al razonamiento de Darwin por el hecho de que ya lo han hecho prestigiosos estudiosos de las ciencias biológicas. Han adoptado una posición que convalida el argumento de Darwin, aunque no debidamente fundada en el exhaustivo y crítico análisis de su teoría, sino subordinados a un *principio de autoridad*.

De haber adoptado el método de autoridad, seguramente Darwin no hubiera avanzado en su teoría. Uno de sus méritos fue no dar por cierto todo lo que leía o escuchaba y plantearse dudas, aun cuando se trataba de las opiniones de los más destacados y respetados científicos, pensadores y religiosos de su época, cuyos postulados eran aceptados por la mayor parte de prominentes hombres de ciencia y religiosos contemporáneos.

⁶ Aun no se conocían los mecanismos de transmisión de caracteres. Las leyes de la herencia mendeliana se publicaron en 1865 y casi no tuvieron difusión. Recién comenzaron a ser ampliamente conocidas cuando fueron redescubiertas en 1900.

La teoría del origen de las especies por medio de la selección natural fue, más que una búsqueda, un hallazgo de Darwin, que se consolidó en gran medida en tres etapas de su vida.

La primera fue su viaje intercontinental en el *Beagle* (1831-1836). La observación de fósiles de mamíferos recientes en Punta Alta y su comparación con formas vivientes similares le hizo ver con claridad la relación ancestro-descendiente, incompatible con el dogma creacionista. En Galápagos percibió el fenómeno de adaptación y aislamiento y el modo en que pudieron erigirse nuevas especies.

La segunda etapa se correspondió con su estadía en Londres (1836-1842). Darwin ya podía explicar con sólidos argumentos el mecanismo rector del proceso de evolución que se le había hecho evidente durante su expedición en el *Beagle*. Fue entonces cuando comprendió que la selección natural era el mecanismo necesario para el origen de nuevas especies. La teoría ya estaba totalmente elaborada en su mente en 1839.

La tercera etapa comprendió el período 1842-1858. Fue entonces que organizó sistemáticamente sus argumentos científicos con extrema meticulosidad y sin descuidar ningún detalle de su vastísima serie de observaciones y anotaciones. En 1844 completó un boceto de su teoría y en 1858 se hizo la presentación de su trabajo final, conjuntamente con Wallace en la Linnean Society de Londres.

La teoría de Darwin y el mecanismo que ella describe constituyen la explicación materialista más plausible del universo biológico que hoy observamos

Su célebre obra sobre el origen de las especies, publicada en 1859, lo erige como uno de los más destacados pensadores de la historia de las ciencias y el más influyente en el campo de la biología.

La esencia de la teoría darwiniana ha perdurado y se ha fortalecido en el tiempo, a pesar de («y gracias a») los avances científicos que se lograron durante los años que sucedieron a su publicación.

Los extraordinarios aportes de las ciencias biológicas de los siglos XX y XXI han sido un enorme sostén para la consolidación de la percepción darwiniana sobre la evolución orgánica.

Bibliografía

- Ariew, André. (2007). Under the influence of Malthus's law of population growth: Darwin eschews the statistical techniques of Adolph Quetelet. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 38: 1-19.
- Barash, D. (1977). *Sociobiology and behavior*. Elsevier
- Clements, J. (2010). *El Cuaderno de Darwin*. Océano S.L
- Darwin, C. (1846). *Geological Observations on South America. Being the Third Part of the Geology of the Voyage of the Beagle, under the Command of Capt. Fitzroy, R.N. During the Years 1832-1836*. Smith Elder & Co., London.
- Darwin, C. (1859). *On the Origin of Species by Means of Natural Selection or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. John Murray, London.
- Darwin, C. (1882). On the dispersal of freshwater bivalves. *Nature* 25: 529-530
- Darwin, C. (1887). *The Autobiography of Charles Darwin*. Murray, London
- Darwin, F. (1892). *The Autobiography of Charles Darwin and Selected Letters*. Wychfield, Cambridge⁷.
- Desmond, A. & J. Moore. (1994). *The Life of a Tormented Evolutionist*. W.W.Norton and Company, London, New York .

⁷ Durante muchos años, Charles Darwin dedicaba alrededor de una hora por día para escribir sus memorias, sin la menor intención de que fueran publicadas. Sólo pretendía que esos escritos fueran leídos por sus hijos y nietos para recordarlo e imaginarlo vívidamente. El sabio naturalista expresaba que era como si alguien ya muerto (él mismo) estuviera recordando su vida terrenal. Estas memorias tenían el siguiente epígrafe: *Recollections of the Development of my Mind and Character* (Memorias del desarrollo de mi mente y carácter). Francis Darwin, su tercer hijo, hizo una minuciosa revisión de los las memorias de su padre y seleccionó aquellos pasajes que describían especialmente las cualidades personales del autor del *Origen de las especies*. Para los lectores de habla hispana recomiendo las traducciones al español hechas por Aarón Cohen y María Teresa de la Torre, las que permitieron editar la autobiografía y cartas seleccionadas como *Charles Darwin. Autobiografía y Cartas escogidas 1 y 2* (selección de Francis Darwin). Alianza Editorial. Madrid, 1977.

- Gould, S.J. (1983). *El Pulgar del Panda*. Hermann Blume Ediciones, Madrid
- Katinas, L. & J.V. Crisci. (2009). Darwin y la Biogeografía. *Ciencia Hoy* 19 (113): 30-35
- Kettlewell, H.B.D. (1961). The phenomenon of industrial melanism in Lepidoptera. *Annual Review of Entomology* 6: 245-262.
- Larson, E.J. (2001). *Evolution's Workshop. God and Science in the Galápagos Islands*. Allen Lane. The Penguin Press.
- Malthus, T.R. (1798). *An Essay on the Principle of Population, as it Affects Future Improvement of Society, with Remarks on the Speculations of Mr. Godwin, Mr. Condorcet and other Writers*. London. J. Johnson
- Mouret, J.N. (2016). *Charles Darwin*. Editorial El Ateneo
- Novas, F. (2006). *Buenos Aires, Un Millón de Años Atrás*. Colección Ciencia que Ladra.... Siglo XXI Editores.
- Olby, R. (2009). *Francis Crick. Hunter of Life's Secrets*. Cold Spring Harbor Laboratory Press
- Paley, W. (1814). *Natural Theology or Evidences of the Existence and Attributes of the Deity Collected from the Appearances of Nature*. John, Philadelphia
- Quammen, D. (2009). Las Primeras Pistas de Darwin. El Bicentenario de Darwin. Primera Parte. *Geographic*: 10-19, febrero 2009.
- Quetelet, A. (1835). *Sur L'homme et le Développement de ses Facultés. Essai de Physique Sociale*. Tome Premier. Gallica. Bibliothèque Nationale de France.
- Ridley, M. (2009). Los Nuevos Darwin. Bicentenario de Darwin. Segunda Parte. *National Geographic* (Febrero, 2009, p. 24).
- Schweber, S.S. (1977). The origin of *The Origin* revisited. *Journal of the History of Biology* 10: 229-316
- Schnack, J.A. (2013). *¿Hablamos de Evolución? Antes y a Partir de Darwin*. Edición de Autor. Auspicio Fundación Museo de La Plata.
- Stephens, J.F. (1828-1835). *Illustrations of British Entomology. A Synopsis of Indigenous Insects Containing their Generic and Specific Distinctions*. Baldwin and Cradock, London.
- Spencer, H. (1866-1884). *The Principles of Biology*. Appleton & Company
- Stone, I. (1980). *The Origin*. Doubleday
- Verhulst, P.F. (1838). Notice sur la loi que la population poursuit dans son accroissement. *Correspondance Mathematiques et Physiques* 10: 113-121.

Wulf, A. (2015). *The Invention of Nature: How Alexander von Humboldt Revolutionized Our World*. Hodder and Soughton Ltd.

Zárate, M. & A. Folguera. (2009). On the Formations of the Pampas in the footsteps of Darwin: South of the Salado. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 64 (1): 124-136.

∞ RESÚMENES
IV REUNIÓN
INTERACADEMIAS
(BUENOS AIRES, 2015)

**IV REUNIÓN INTERACADEMIAS ENTRE LAS
ACADEMIAS NACIONALES DE MEDICINA Y
AGRONOMÍA Y VETERINARIA DE ARGENTINA
Y LAS ACADEMIAS DE VETERINARIA Y
MEDICINA DE URUGUAY**

**«LA SEGURIDAD SANITARIA DE LOS ALIMENTOS
Y LA SALUD PÚBLICA»**

13 de noviembre de 2015

Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria
Avda. Alvear 1711, 2º piso, Buenos Aires, Argentina

Presentación

CARLOS O. SCOPPA

Se exponen aquí el conjunto de resúmenes, enviados por los autores, correspondientes a los temas que tuvieron a su cargo durante la Jornada sobre «La Seguridad Sanitaria de los Alimentos y la Salud Pública», en la IV Reunión Interacademias entre las Academias Nacionales de Agronomía y Veterinaria y Medicina de la Argentina y las Academias Nacionales de Veterinaria y Medicina del Uruguay.

Este nuevo encuentro es indicativo de la actitud de permanente acción y colaboración entre estas corporaciones, quienes de esta forma cumplen con el carácter que las identifica y con lo que la sociedad les impone.

La jerarquía de los disertantes, como la de los coordinadores y participantes, justifica esperanzas de que se iluminarán horizontes y conciencias, abriendo claros senderos en la intrincada selva de las incógnitas que nos plantea la cuestión que se aborda.

DR. CARLOS O. SCOPPA

Presidente ANAV

Participantes

DR. ELÍAS ALVAREZ
José María Moreno 156 – 3° «B»
1424 - CABA - Argentina

DR. AUGUSTO BORCA
Islas Canarias 4751 – J
12900 - Montevideo - Uruguay

DR. ADOLFO BORTAGARAY
Colón 98
50000 - Salto - Uruguay

DRA. MAGDALENA COSTA
Calle 3 N° 1891
1904 – La Plata – Bs. As. - Argentina

DR. RUBÉN ALBERTO DAVICINO
Colón 639
5800 – Río IV – Córdoba - Argentina

DR. FEDERICO FERNÁNDEZ
Berro 1011
11300 - Montevideo - Uruguay

DR. JULIO GARCÍA LAGOS
J. Requena 1183
11200 – Montevideo – Uruguay

DRA. LUCIA GALLI
445 bis N° 3521
1896 - City Bell – Bs. As. - Argentina

DR. CARLOS VAN GELDEREN
Libertad 1240 – 1° «30»
1012 – CABA – Argentina

DRA. VALERIA GIULIANI
Delfor Díaz 1768
1686 – Hurlingham – Bs. As. -
Argentina

DR. BENJAMIN GLUSBERG
Lavalle 376 – 6° «B»
1047 – CABA – Argentina

DRA. ALICIA GRANGER
Juncal 922 – 10° «B»
1062 – CABA – Argentina

DRA. TERESITA HEINZEN
Rio Negro 1337/207
11100 – Montevideo – Uruguay

DR. ALFREDO IRAZUSTA
J. F. Seguí 3942 – 1° «A»
1425 – CABA - Argentina

DR. HECTOR LAZANEO
Iturriaga 3389 Apt. 201
11300 – Montevideo – Uruguay

DR. GERARDO LEOTTA
Calle 6 N° 4545
1923 – Berisso – Bs. As. - Argentina

DR. RICARDO MAGGI
Madariaga 834
1838 – Luis Guillón – Bs. As. -
Argentina

DR. OLINDO MARTINO
Larrea 1021 – 5° «B»
1117 – CABA - Argentina

MED. VET. LUCIANO MIGUENS
Av. del Libertador 836 – 10º «A»
1001 – CABA – Argentina

DRA. MARÍA ROSA MULNIHILL
Uruguay 880 – 4º «P»
1015 – CABA - Argentina

DR. RAMÓN P. NOSEDA
Av. 25 de Mayo 479
7300 – Azul – Bs. As. - Argentina

DR. RAÚL CASAS OLASCOGA
Av. Libertador A. Lavalleja 2074
Apto. 806
11813 – Montevideo – Uruguay

DR. HÉCTOR JOSÉ PENA
Curupaytí 690
1607 – Villa Adelina – Bs. As. -
Argentina

DR. EDUARDO PUENTE
Lonardi 3233
1643 -Béccar – Bs. As. – Argentina

DR. ADOLFO BORTAGARAY SABARRÓS
8 de Octubre 368
50000 - Salto – Uruguay

DR. FELIPE SCHELOTTO
Gabriel Pereira 2965
11300 - Montevideo – Uruguay

DR. ELBIO SOSA
República del Perú 1413/601
11300 - Montevideo – Uruguay

DR. THIERRY WOLLER
Rivadavia 634
1642 - San Isidro – Bs. As. -
Argentina

DR. EMILIO J. GIMENO
Quintana 402
CABA - Argentina

DR. ALEJANDRO A. SCHUDEL
Azcuénaga 1445 3º «A»
1115 – CABA – Argentina

IV Reunión Interacademias entre las Academias Nacionales de Medicina y Agronomía y Veterinaria de Argentina y las Academias de Veterinaria y Medicina de Uruguay

Fecha: 13 de noviembre 2015.

Lugar: Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Avda. Alvear 1711, 2º piso, CABA, Argentina.

«La Seguridad Sanitaria de los Alimentos y la Salud Pública»

10:00 hs.

Palabras de apertura.

Sres. Presidentes de las Academias de Agronomía y Veterinaria de Argentina y de la Academia de Veterinaria de la República Oriental del Uruguay: Dres. Carlos Scoppa y Julio García Lagos.

10:30 hs.

Introducción a cargo de los coordinadores de la reunión.

- Cuadro general de prevención y seguridad de alimentos. Dr. Emilio Juan Gimeno (ANAV, Argentina)

- La atención médica frente a los problemas sanitarios derivados de los alimentos. Dr. Olindo Martino (ANMA, Argentina)
- La aplicación del riesgo en la inocuidad de los alimentos. Dr. Héctor Lazaneo (veterinario, especialista en inocuidad y calidad de los alimentos, Uruguay)

11:00 hs.

- Comentarios sobre el pasado reciente de la agricultura y de la ganadería en el área del Mercosur y de sus perspectivas. Ing. Agr. Lucio Reca (ANAV, Argentina)
- Producción, sanidad y economía de la industria pecuaria de Uruguay. Dr. Federico Fernández (D. Sanidad Animal/ DGSG/MGAP, Uruguay)

11:40 hs.

- La Sanidad y la Salud Pública en la industrialización de alimentos de origen pecuario en Argentina. Ejemplos de toxoinfecciones alimentarias, derivadas del procesamiento. Dr. Ramón Nosedá (ANAV, Argentina)

12:30 hs.

Almuerzo/cocktail.

14:00 hs.

- La red interinstitucional de seguridad alimentaria (CONICET). Dr. Carlos van Gelderen (Fundación PROSAIA, Argentina)
- La certificación de alimentos y su justificación económica. Dr. Adolfo Bortagaray Sabarrós (Uruguay)

14:40 hs.

- Mitigación de riesgos: herramientas y gestión integral del riesgo en la cadena global de alimentos. Dr. Thiery Woller (Trans World Quality Systems)
- Los puntos críticos de control de alimentos y las normas nacionales e internacionales. Dra. Teresita Heinzen (DGSG/MGAP, Uruguay)

15:30 hs.

Café.

16:00 hs.

- *Escherichia coli* productor de toxina Shiga. Un ejemplo y desafío. Dr. Gerardo Leotta (CONICET, Argentina)
- Síndrome Urémico Hemolítico en el ser humano. Dr. Olindo Martino (ANM, Argentina)
- Síndrome Urémico Hemolítico. Dr. José Grunberg (Academia Nacional de Medicina, Uruguay) y Dr. Felipe Schelotto (Instituto de Higiene, Facultad de Medicina, Uruguay)

16:40 hs.

- Intoxicaciones de origen medicamentoso y agroquímicos. Dr. Jorge Errecalde (ANAV, FCV-UNLP, Argentina)
- Las zoonosis alimentarias y la Salud Pública. Dr. Felipe Schelotto (Instituto de Higiene/Facultad de Medicina/Universidad de la República, Uruguay)

17:30 hs.

- Tendencias en la gestión de la inocuidad. Dr. Ricardo Maggi (DNICA-SENASA, Argentina)

- Tercera auditoría de Calidad de Carne Vacuna del Uruguay.
Dr. Augusto Borca (DMTV-DCDC, Instituto Nacional de Carnes (INAC), Uruguay)

18:00 hs.

Discusión y conclusiones.

Se editará un CD con las presentaciones de cada Sesión Pública y las principales conclusiones para distribuir entre los organismos públicos y privados relacionados con la temática.

Cuadro general de la prevención y seguridad de los alimentos

EMILIO J. GIMENO

Todo alimento debe cumplir con cuatro requisitos fundamentales.

Debe ser:

SALUDABLE: primordial y excluyente.

NUTRITIVO: necesario.

AGRADABLE: conveniente.

ECONÓMICO: posible.

Clasificación de los alimentos por reino:

ORIGEN ANIMAL: carnes y derivados por especie, leches por especie y derivados. Pescado fresco e industrializado. Huevos y productos de granja.

ORIGEN VEGETAL: productos de la huerta y frutas. Cereales. Derivados industrializados.

MINERALES: uso alimentario, médico.

Identificación de contaminación y morbilidad:

Microbiológicas: bacterias (psicrófilas -3 a 5°C) (mesófilas 10 - 40°C) (termófilas 43 a 66°C); virus (ej. rorovirus, hepatitis A); hongos (ej. mohos y levaduras; crecen a 0°C).

Parásitos de varios géneros y especies.

Químico-tóxico: ej. residuos de medicamentos, residuos pesticidas, de origen ambiental, marea roja (saxitoxina de los dinoflagelados).

Radiactivas.

Etapas que deben controlarse en la cadena del alimento animal: **producción, industrialización, comercialización y consumo**. En cada una de las etapas de la cadena alimentaria pueden ocurrir contaminaciones diversas y deterioros que generan patologías. Ellas se originan por errores, ignorancia o desatención de los responsables, incluido el consumidor.

Etapas en la producción:

Carnes: etapas de cría, re-cría, engorde, transporte y matanza animal. Transformación en carne atendiendo la refrigeración, procesados, manufactura e industrialización, comercialización, consumo. Contaminación endógena: ej. *Escherichia coli*, enterotóxicas, salmonellas, brucellas, *M. tuberculosis*, *B. anthracis*, *Trichinella*; contaminación exógena por incorrecta manipulación.

Lácteos: tambo, refrigeración, pasteurización y procesos industriales, consumo (ej. *Listeria*, *Estafilococcus*, *Coli-aerogenes*).

Pescado: captura, acuicultura, industrializaciones de conservas, salado-secado, refrigeración, transporte, consumo (ej. *Vibrio parahaemolyticus*, *Norovirus*, hongos).

Fallas de operaciones en etapas de procesamiento que pueden afectar al alimento: durante las etapas de procesado, debido a contaminaciones o fallas, se altera la calidad del proceso y se facilita el desarrollo de agentes etiológicos causantes de morbilidades diversas. Las tecnologías de prevención son el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) y el Análisis de Riesgo, que deben ser aplicados a los alimentos, según el caso.

La **refrigeración** debe ser bien diseñada. Es crítica en todas las etapas de manipulación del alimento: deterioro por bacterias y hongos (bacterias psicrófilas).

Puede haber operaciones incorrectas en la **cocción** (ej. salmonellas estables +60° C por 2 min), en el pasteurizado y esterilización (ej. toxinas del *Cl. botulinum* resiste 100° C por 15 min y las esporas 120° C por 5 min), en los procesos de secado (ej. *Staphilococcus aureus* puede ser estable al secado).

En las etapas de **manufactura y elaboración**, un alimento puede alterarse por razones de mal control de las condiciones que determinan la tecnología, según el proceso, el tipo de alimento y condiciones. Ej.: fallas en el proceso de curado por bacterias halófilas o en ahumado por la producción de benzopireno (cancerígeno) o errores de formulación de ingredientes en el proceso.

En las etapas de **almacenamiento**, pueden ocurrir fallas de refrigeración, ya sea en los niveles de temperatura y humedad que puede requerir el proceso, y fundamentalmente contaminaciones por los errores en las condiciones de higiene y manipulación en su conservación (mohos, *E. Coli*, *Staphylococcus*, microorganismos psicrófilos).

En las etapas de **distribución y comercialización** deben cubrirse los mismos requerimientos que se exigen en su almacenamiento. En las etapas de consumo, preparación y cocina debe respetarse una tecnología y un arte que no afecte las condiciones sanitarias y organolépticas. En esta etapa es esencial las precauciones en el cuidado de la refrigeración domiciliaria.

Control ambiental. Tanto en su etapa de origen animal, como en las de su procesamiento, deben controlarse las condiciones del alimento en sus relaciones con:

Agua: debe controlarse su potabilidad en su fuente de origen, en su almacenamiento y en sus procesos de purificación. Lo mismo y fundamentalmente en los posibles deterioros por efluentes y tratamientos de aguas de desecho, que pueden recontaminar un proceso de elaboración del alimento (*V. colerae*) (Metales pesados).

Suelo y contaminantes: aspectos minerales y biológicos que pueden afectar a los alimentos y sus procesamientos (*Cl. botulinum*).

Aire y contaminantes: poluciones atmosféricas que también pueden afectar en las distintas etapas de producción de un alimento (gérmenes suspendidos en polvos y sustancias, pesticidas, radiactivos).

La atención médica frente a los problemas sanitarios derivados de los alimentos. Toxo-infecciones alimentarias, una realidad todavía vigente

OLINDO MARTINO

Creo redundante insistir que hoy, todavía, la problemática vinculada con las toxoinfecciones alimentarias continúa siendo motivo de severa reflexión. ¿Es acaso por desconocimiento de sus intrincados mecanismos? ¿Es debido, además, a vicios en la información, producción, distribución y, como es de esperar, a la demora en el reconocimiento precoz del padecimiento o en el descuido en la vigilancia epidemiológica? Creo mejor dejar a un lado el discurso y aceptar francamente que todo padecimiento originado por un alimento contaminado, o mal procesado, involucra una constelación de hechos y circunstancias que, en más de una ocasión, son producto de la desidia.

Dado que esta compleja temática será abordada durante la jornada de hoy en sus aspectos productivos, eco-epidemiológicos, bio-microbiológicos, clínicos, preventivos y antropológicos, apenas las menciono con la expresa intención de compartir con esta audiencia la verídica importancia del tema a tratar.

En verdad, el escenario que propicia la vigencia de una toxoinfección alimentaria representa una genuina historia natural, con su escenario y su elenco de actores. No podemos olvidar los trágicos espectáculos que tuvimos que enfrentar los argentinos frente a recordadas epidemias de fiebre tifoidea, hepatitis viral, botulismo, cólera y, en la actualidad, los reiterados brotes de triquinosis que se suceden en diferentes localidades de la provincia de Buenos Aires.

Porque, más allá de su significado sanitario, debemos admitir que enfrentar una adversidad epidemiológica de origen alimentario, representa al fin de cuentas un desalineo multifactorial donde tinglado y actores se mancomunan en complicidad para mostrarnos escenas y episodios. ¿Acaso puede olvidarse la trágica epidemia de botulismo ocurrida en la ciudad de La Plata allá por la década del 50, con su elevada tasa de letalidad, donde la fuente de infección estuvo representada por la insólita presencia de ajíes morrones sumergidos en aceite estancado y cubiertos por una terrosa arpillera contaminada con esporos botulínicos? ¿Acaso puede omitirse la explosiva epidemia de cólera desencadenada en las marginadas colonias indígenas wichi en el extremo norte de la provincia de Salta, producto de la pobreza y la falta de agua potable? En estas tristes emergencias sanitarias se conjugaron factores esenciales que conspiraron con la adecuada elaboración de los alimentos, la provisión de agua sin riesgos, la ausencia de letrinas sanitarias, la demora en el diagnóstico, el analfabetismo y la falta de educación sanitaria. Finalmente, la psicosis colectiva arrastrando un caos social y limitando la correcta toma de decisiones hacia una adecuada vigilancia epidemiológica. Como podrá apreciarse, un escenario ecológico con muchas debilidades y escasas fortalezas preventivas.

Frente a tamañas falencias sanitarias locales y de conducción política, no faltó sin embargo la irrenunciable vocación de servicio prestada por médicos asistenciales, sanitaristas de terreno, agentes sanitarios rastreando cada área amenazada, y la inestimable colaboración del ingeniero agrónomo y del médico veterinario especializados en higiene alimentaria. Finalmente, la labor generosa y sensible del siempre dispuesto asistente social.

La existencia de un vicio operativo en cualquiera de los esenciales eslabones de una cadena alimentaria es responsabilidad de todos. Y debe aplicarse desde el cumplimiento de una estricta metodología de producción a nivel industrial hasta la imprescindible educación sanitaria a nivel individual y colectiva. Con especial atención me refiero al personal manipulador de alimentos al comportarse, por ejemplo, como fuente de infección de *Staphylococcus metilino*

resistente, ubicuos en manos y fosas nasales; o también la práctica de ciertas conductas culinarias populistas sostenidas por el folclore animológico de algunos pueblos. Puntualmente me refiero a la preparación del apetecible ceviche, fuente de transmisión del bacilo colérico y de larvas de *Gnathostoma spinigerum*, sin olvidar por cierto la presencia de *Escherichia coli* verotoxigénica en el reservorio vacuno y en la leche no pasteurizada. Además de la preocupante existencia de áreas endémicas de teniasis, cisticercosis y triquinosis, mantenidas por la indiferencia y falta de educación sanitaria de miniproductores regionales.

Hoy estamos aquí para mostrar los avances logrados en este siempre preocupante tema de salud pública. Con aquello logrado, a partir de nuestras conclusiones, aportaremos seguramente ideas orientadas a vencer nuestras debilidades que en parte, sin lugar a dudas, se arrinconan en la desordenada esquina de la vigilancia de la cadena alimentaria. Aunque entre los argumentos válidos creo que ello, también, es debido al poco esfuerzo desplegado en debatir el importante sustantivo que representa la educación para la salud, pero bajo la óptica de la medicina antropológica. Esta inquietud se remonta a mis largos años como médico itinerante donde siempre me preocupó la inocultable poca llegada de la palabra educadora en aquellas comunidades marginadas, empobrecidas, poco instruidas donde la piedra ancestral del folclore animológico estaba fuertemente arraigado. En consecuencia, los hábitos y formas de vida, fuertemente arraigados, obstaculizaban cambios radicales de conducta. Es allí donde más vacila la educación sanitaria ya que se halla obstruida por la tradición y el costumbrismo histórico. Como ejemplo recuerdo que, durante mi labor como médico infectólogo en la epidemia de cólera en Perú, mientras aconsejábamos a los pobladores en riesgo abstenerse de comer ceviche crudo, por el riesgo de contraer la enfermedad, la respuesta que habitualmente recibíamos era: «mis abuelos también lo comían y no les pasaba nada...». A ojos vista y a pesar del evidente riesgo de vida que imponía el inesperado evento sanitario, era más fuerte el mensaje ancestral que la trágica realidad epidemiológica.

Finalmente, no creo equivocarme al sostener que el meollo que congrega este todavía debatido tema se concentra en dos vocablos simples pero señeros: compromiso y educación. Compromiso hacia una correcta industrialización y comercialización de los alimentos, por parte de las instituciones responsables. Educación, igualitaria, extensiva, solidaria y formativa hacia una conciencia ciudadana. Porque aceptemos, de una vez por todas, que donde no hay educación no cabe alentar un progreso individual ni colectivo, y donde no germina el progreso no existe dignidad ya que en la condición humana instruida radica el optimismo y la esperanza para vivir. Y finalizo con esta bellísima estrofa del poeta americano Walt Whitman, referida al crecimiento personal: «No dejes que termine el día sin haber crecido un poco. No te dejes vencer por el desaliento. La vida es desierto y oasis. Nos derriba, nos lastima, nos enseña, nos convierte en protagonistas de nuestra propia historia. Tú puedes aportar una estrofa, pero no dejes nunca de soñar porque en sueños es libre el hombre».

Me atrevo a decir que en este importante problema que hace a la salud pública, garantizar una alimentación adecuada también representa un sueño de alcanzar una vida digna y plena. Única forma de ejercitar la libertad.

La aplicación del riesgo en la inocuidad de los alimentos

HÉCTOR J. LAZANEO

DMV, MS, PhD

Especialista en Inocuidad y Calidad de Alimentos

Consultor Internacional en Carne

Los programas de higiene de los alimentos de origen animal han adquirido una enorme importancia, tanto desde el punto de vista de las regulaciones para su control como para el intercambio comercial, ya sea local, regional o internacional, debido al reconocimiento de que las enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA) constituyen una amenaza para la salud del consumidor y significan una importante causa de disminución de la productividad económica en todo el mundo.

El suministro de alimentos inocuos y de calidad satisfactoria, que nos permita alcanzar niveles adecuados de nutrición en la población, debe estar basado en sistemas eficaces de control e inspección de dichos alimentos. Básicamente, se trata de lograr la protección del consumidor frente a alimentos contaminados, descompuestos o adulterados, perjudiciales para la salud y que puedan ser presentados de modo fraudulento.

Las exigencias para la comercialización de los alimentos en el ámbito internacional cada vez más se rigen por requerimientos basados más en la inocuidad de los productos que en mecanismos de protección no tarifaria. La gran complejidad de los aspectos relacionados con la inocuidad de los alimentos y la demanda en aumento, por parte de los consumidores, para alcanzar un nivel de protección más alto frente a los peligros biológicos y químicos, están forzando a la industria y a los organismos competentes de control a

adoptar un encare más científico y basado en el riesgo, para manejar la higiene de los alimentos.

La aparición del análisis de riesgo como una disciplina formal en la inocuidad de los alimentos se ha debido tanto a la necesidad de control interno de algunos países, como a la implementación del Acuerdo Sanitario y Fitosanitario (SPS), dentro del ámbito de la Organización Mundial de Comercio (OMC).

De acuerdo con el concepto establecido, se define el riesgo como la función de la probabilidad y de la gravedad de un efecto adverso para la salud, como consecuencia de la presencia, en los alimentos, de agentes biológicos, químicos o físicos que sean perjudiciales para la salud del consumidor. Asimismo, se considera al análisis de riesgos como el proceso integrado por tres componentes: evaluación de riesgos, gestión de riesgos y comunicación de riesgos.

Cualquiera sea el origen de la producción y elaboración de la carne, es imprescindible establecer sistemas de aseguramiento de la calidad e inocuidad de los productos en cada segmento de la cadena alimentaria y en cada sector de la industria cárnica. La calidad e inocuidad de la carne comienza en la explotación agropecuaria y continúa a lo largo de la cadena de elaboración y distribución, hasta el almacenamiento y preparación final por los consumidores o la industria de servicios alimentarios. Este criterio constituye la base del concepto del aseguramiento de la calidad e inocuidad del alimento, desde el predio hasta el plato del consumidor.

En los últimos años, la industria ha desarrollado criterios más concretos en relación con la calidad e inocuidad de la carne, a través de la aplicación de sistemas de control como el análisis de peligros y control de puntos críticos (HACCP). El sistema HACCP ofrece mayores garantías, en lo que respecta a la inocuidad de los alimentos, que los controles de calidad tradicionales basados en el muestreo y ensayo de productos terminados, pues es enfocado hacia la identificación de peligros significativos y de puntos críticos donde el control debe aplicarse para prevenir, eliminar o reducir a un nivel aceptable todos aquellos elementos que signifiquen un peligro para la inocuidad del alimento. Cuando se considera la aplicación de sistemas

HACCP en la industria de la carne, debe tenerse en cuenta la capacidad de respuesta de los distintos niveles de la industria pues, en algunos casos, pudiera ser aconsejable la utilización de criterios más fácilmente adoptables, como los indicados en los Principios Generales de Higiene de Alimentos del *Codex Alimentarius*.

Escherichia coli productor de toxina Shiga: Un ejemplo y desafío

GERARDO LEOTTA

IGEVET - Instituto de Genética Veterinaria «Ing. Fernando N. Dulout»
(UNLP-CONICET La Plata), FCV-UNLP, Av. 60 y 118, La Plata (1900) Buenos Aires

Email: gerardo.leotta@gmail.com

Escherichia coli productor de toxina Shiga (STEC) es un patógeno asociado a enfermedades transmitidas por alimentos. El principal serotipo vinculado a casos de Síndrome Urémico Hemolítico (SUH) a nivel mundial es *E. coli* O157:H7. Este serotipo es el prototipo de un grupo de más de 400 serotipos de STEC, aunque se desconoce su potencial riesgo de asociación con enfermedad en el hombre. La prevalencia de serotipos asociados a enfermedad severa difiere según la región, y es posible que emerjan nuevos serotipos asociados a SUH (STEC O104:H4). En Argentina, el SUH es endémico y constituye la primera causa pediátrica de insuficiencia renal aguda y la segunda de insuficiencia renal crónica. Se producen alrededor de 500 casos nuevos por año con un importante subregistro. En los últimos años se demostró que el 75 % de los casos fueron ocasionados por STEC, siendo O157:H7 el serotipo más frecuente. Otros serogrupos asociados con casos de enfermedad son O145, O121 y O26. En cuatro oportunidades se reportaron casos clínicos asociados al consumo de carne bovina, tres de ellos causados por STEC O157:H7 y uno por O26:H11. Los rumiantes en general, y el ganado vacuno en particular, son un importante reservorio de STEC. En Argentina se realizaron numerosos trabajos respecto del impacto de STEC O157:H7 y no-O157 en la cadena de producción de la carne bovina, particularmente en frigoríficos exportadores. Actualmente, se están investigando distintas estrategias para reducir la portación de STEC en el ganado

bovino, tales como vacunas y probióticos. Si bien la carne puede contaminarse durante el proceso de faena, esta contaminación puede ser reducida con la implementación de un sistema HACCP, POES y BPM en instancias pre-operacionales y operacionales. Es posible fortalecer las buenas prácticas con medidas de intervención, como agua caliente, agua electroactivada o ácidos orgánicos. Estas intervenciones solo pueden ser aplicadas en plantas frigoríficas que cumplan con un sistema de aseguramiento de la calidad en todo su proceso. A comienzos del siglo XXI, se demostró que en algunas cadenas de comidas rápidas se elaboraban productos contaminados con *E. coli* O157:H7 y que al optimizar sus sistemas de control y verificación redujeron a cero su presencia. Sin embargo, poco se conocía sobre la contaminación de carne en comercios minoristas. Al implementar el Programa Carnicerías Saludables en varios municipios de Argentina fue posible mejorar la calidad microbiológica de la carne mediante la identificación de problemas que afectan su inocuidad y la implementación de buenas prácticas. Entre estas acciones se destacan la capacitación y el reconocimiento de los principales serogrupos de STEC asociados a enfermedad severa en Argentina como peligro biológico. En este contexto, el Código Alimentario Argentino fija como criterio obligatorio para carne picada fresca, chacinados frescos, hortalizas y alimentos listos para el consumo la ausencia de *E. coli* O157:H7. En 2015 la Comisión Nacional de Alimentos (CONAL) aprobó la propuesta para incorporar la ausencia de los serogrupos de STEC O26, O103, O111, O121 y O145 a los criterios microbiológicos para estas matrices alimentarias. Si bien la carne bovina no es el único alimento asociado con enfermedades causadas por STEC, es fundamental continuar trabajando para asegurar la calidad de la carne vacuna Argentina destinada a consumo interno y a exportación.

Resumen de los comentarios sobre el pasado reciente de la agricultura y de la ganadería en el área del Mercosur y de sus perspectivas

LUCIO RECA

ANAV

I. Producción

En los últimos quince años el desenvolvimiento del sector primario en la región del Mercosur ha sido muy dispar como consecuencia tanto de factores endógenos como exógenos que afectaron con diversa intensidad a los países de la región.

Entre los resultados favorables se debe destacar el crecimiento regional de la agricultura, traccionado por la soja, particularmente importante en Uruguay y Paraguay, donde las políticas públicas favorecieron la incorporación de la soja en el esquema productivo. En cambio, en Argentina la política agropecuaria fue adversa al sector. La política fiscal (retenciones a las exportaciones con tasas extractivas) y cambiaria (atraso del tipo de cambio) condujo a un virtual estancamiento de la producción de granos. Por su parte, en Brasil el crecimiento de la agricultura fue sustentado por una fuerte expansión del área cultivada y en menor grado de los rendimientos.

En cuanto al comercio exterior de carnes, Brasil disputa con India por el liderazgo como exportador de carnes para satisfacer una demanda creciente de los países en vías de desarrollo, particularmente en Asia. Por su parte, el estancamiento a largo plazo de la ganadería argentina ha continuado, de modo que virtualmente la Argentina ha casi desaparecido de los mercados internacionales. Un crecimiento balanceado de la producción de carnes y de granos

debiera ser un objetivo prioritario de la política agropecuaria argentina.

El crecimiento de la producción láctea en el período 2000-2015 fue del 9 % en Argentina, del 32 % en el mundo y del 86 % en Brasil. La rotundez de las cifras torna superfluo cualquier comentario.

II. Cambio climático

Paulatinamente la sociedad va tomando conciencia de la importancia de tomar las medidas posibles para la mitigación de los efectos de los cambios en las temperaturas y los regímenes de lluvia en la región. Las estrategias diseñadas parten de supuestos de que las temperaturas medias no crecerán más de cuatro grados centígrados.

III. Nuevos desarrollos en materia alimentaria

El crecimiento de la población mundial y de sus ingresos implicará una fuerte presión sobre la oferta alimentaria. Esta, a su vez, estará acotada por los efectos perjudiciales a la agricultura del cambio climático. En los EE. UU. se han producido, experimentalmente, alimentos sustitutivos de los actuales basados en procedimientos totalmente novedosos. Dada la trascendencia potencial de este tema, el mismo será sucintamente presentado al auditorio.

Mitigación de riesgos: herramientas y gestión integral del riesgo en la cadena global de alimentos

THIERRY WOLLER

La globalización del comercio, la consolidación de la industria agroalimentaria, los avances de la ciencia y de la tecnología, y el cambio en los patrones de consumo, generan nuevos desafíos para los sistemas sanitarios. Estos deben dar cumplimiento a las medidas sanitarias y fitosanitarias, para asegurar estándares de inocuidad y de sanidad agropecuaria que generen confianza en los consumidores y comercializadores. Como consecuencia, el sistema institucional y el marco legal correspondiente, se han ampliado y se han hecho más complejos, y su cumplimiento y vigilancia se han hecho más estrictos, especialmente en los países desarrollados.

La integración de los diferentes sistemas sanitarios que contribuyen a las garantías sanitarias, en concordancia con las políticas de Estado, con las políticas sanitarias agropecuarias, con el Plan Estratégico de Inocuidad Alimentaria que incluye los lineamientos estratégicos (principios) y con la valoración del riesgo, se enmarcan dentro de un Sistema Integral de Inocuidad de los Alimentos alineado con las medidas sanitarias y fitosanitarias, que permite asegurar el paraguas de la inocuidad en el país.

En el marco internacional, los sistemas integrales de inocuidad de los alimentos, actualmente, requieren que no sólo se evalúen y controlen al final de los procesos las condiciones de sanidad e inocuidad de los productos agroalimentarios, sino que la gestión de la inocuidad con toda su institucionalidad sea capaz de demostrar a

través de acciones desarrolladas con el enfoque «de la granja a la mesa» la reducción del riesgo a lo largo de cada etapa para lograr la mínima incertidumbre en aspectos de sanidad e inocuidad. Este propósito requiere un planteamiento preventivo, de estructura integrada y sistemática, con la capacidad suficiente para ofrecer la seguridad que los consumidores y el comercio requieren, velando por la inocuidad a lo largo de toda la cadena, con independencia de que los alimentos sean producidos localmente o se importen de terceros países y reconociendo la naturaleza interdependiente de la producción de alimentos.

Para lograr cumplir con los programas que conforman la gestión de la inocuidad, el sector privado debe asumir su responsabilidad sobre la inocuidad de los productos agroalimentarios que produce y comercializa y los organismos sanitarios su responsabilidad como «regulador» de las obligaciones que tienen los operadores y como «verificador» que el sector privado cumple con sus responsabilidades.

Las políticas estratégicas del país, plasmadas en un Plan Estratégico Nacional de Inocuidad de los Alimentos, deben garantizar a los consumidores el acceso a alimentos inocuos, frente a los riesgos potenciales. Exige determinar los riesgos para la salud de los consumidores vinculados con las materias primas, las prácticas agrícolas y las actividades de procesamiento y comercialización de los alimentos, requiere medidas reglamentarias eficaces para gestionar estos riesgos y hace necesario el establecimiento y funcionamiento de sistemas de vigilancia y control para verificar y garantizar la aplicación de dichas reglamentaciones.

El análisis de riesgo es la herramienta adecuada para dimensionar los riesgos, de forma tal que la gestión de los riesgos se realice con programas de mitigación ajustados a las necesidades y la verificación de su eficiencia y eficacia se realice con auditorías e inspecciones basadas en el riesgo, así como a través de planes y programas de vigilancia y control ajustados en función del riesgo.

Las correcciones y acciones correctivas requeridas, cuando surjan de no conformidad a lo establecido, deberán depender de una gestión

que incluya los procedimientos de recupero (corrección), la gestión de crisis y célula de crisis (acciones correctivas), el sistema de alerta rápida (comunicación), así como acciones en los programas y/o planificación estratégica de la inocuidad de los alimentos.

Uno de los riesgos significativos en los alimentos en su estado primario es la presencia de contaminantes, que debe reducirse al máximo con objeto de prevenir los riesgos para la salud pública. Estos contaminantes son el resultado de condicionamientos ambientales o de tratamientos sufridos por los alimentos desde su producción y pueden constituir un riesgo para la salud del consumidor. La introducción en el mercado de productos alimenticios que contengan una cantidad inaceptable de sustancias residuales y contaminantes debe ser evitada.

La verificación de la eficiencia y eficacia de los programas de mitigación de riesgo se realiza a través de programas de inspecciones y auditorías, y se validan a través de análisis basados en programas de vigilancia y control de residuos, contaminantes e higiene de los alimentos.

Red de Seguridad Alimentaria CONICET

CARLOS VAN GELDEREN

Hasta hace poco tiempo, la mayoría de los sistemas tendientes a regular la inocuidad de los alimentos se basaban en definiciones legales de alimentos no inocuos, programas de cumplimiento de normas para retirar del mercado estos alimentos y sancionar a las partes responsables después de los hechos. Estos sistemas tradicionales no han sido capaces de responder a los desafíos existentes y emergentes para la seguridad de los alimentos, debido a que no brindan ni estimulan un enfoque científico y preventivo.

En nuestros días, y como consecuencia de la emergencia y reemergencia de enfermedades que afectan la producción y los alimentos, el mundo científico, los organismos internacionales y las autoridades sanitarias han redescubierto los principios de «una medicina, una salud» e iniciaron una etapa de transformaciones para poder enfrentar con éxito estos desafíos y los que vendrán a través de la Seguridad Alimentaria, que implica el concepto de cadena alimentaria «del campo al plato» y la articulación de las distintas disciplinas científicas involucradas en busca de una salud sustentable para todos: humanos, animales y ecosistemas.

Como herramienta eficaz se introdujo el análisis de riesgo, el cual está basado en un mejor conocimiento científico de las ETA y sus causas. Este enfoque brinda una base de prevención para las medidas regulatorias dirigidas a la inocuidad de los alimentos. Conocer las cadenas agroalimentarias y las variables que impactan sobre la presencia de un peligro en un alimento, son factores necesarios para sustentar científicamente las medidas de gestión del riesgo de modo

de optimizar las capacidades existentes para controlar o erradicar las enfermedades.

Esto se ve reflejado en el acuerdo SPS de la OMS que establece el uso de estándares para la inocuidad de los alimentos y la preservación de la salud pública, animal y protección vegetal, que deben estar basados en ciencia y análisis de riesgo.

Con el fin de contribuir técnicamente a la resolución de los temas prioritarios para el país en seguridad alimentaria, analizar datos generados por los gestores del riesgo, generar información científica, identificar peligros en las cadenas alimentarias y realizar evaluaciones de riesgo, en el 2014 se constituyó la Red de Seguridad Alimentaria del CONICET, que entre otras tareas deberá promover líneas de investigación para resolver problemas de la comunidad y el sector productivo, recopilar y generar información objetiva que permita aportar el último conocimiento científico disponible para que los gestores de riesgo puedan redactar la legislación y realizar las verificaciones sobre seguridad alimentaria pertinentes.

La Sanidad Animal como base de la producción y la economía en el Uruguay

FEDERICO FERNÁNDEZ

Se presenta al Uruguay como un país de base económica fuertemente agropecuaria. Así lo señalan todos los indicadores desde los orígenes de la nación. Especialmente, la ganadería tiene más de 400 años de historia, el doble de tiempo de lo que se tiene como país soberano. Se evidencia la importancia del sector agropecuario en la economía nacional del Uruguay y en su aporte al desarrollo del país y bienestar de su población.

Las enfermedades animales tienen efectos directos e indirectos sobre la producción animal y la economía nacional. Así, ocurren pérdidas en el valor de los productos de origen animal, disminución de la producción, muertes y también disminución de la fertilidad, cambios en la estructura poblacional y baja eficiencia de la conversión. Otros costos implican costos adicionales en el uso de medidas sanitarias y el uso de vacunas y fármacos. La pérdidas de mercados compradores de productos exportables es de extrema importancia, como pudo observarse en ocasión de ocurrir insucesos sanitarios hace unos años en el país. Suceden costos intangibles en las economías, difíciles contablemente; tal es el caso del impacto en la seguridad alimentaria, referida como el acceso de alimentos a la población, los impactos ambientales, el costo de oportunidad de las inversiones, bienestar animal y *stress* emocional en campañas que implican sacrificio sanitario de animales o con alta mortalidad.

Se entiende que como consecuencia de la importancia de la salud animal en la producción pecuaria nacional y consiguientemente en la economía del país, las políticas sanitarias adquieran máxima relevancia. La sanidad animal es un bien público en el sentido de que existen acciones generales que generan beneficios sin que nadie pueda ser excluido y no resultan más caras porque las utilice una persona más.

En consecuencia, se presentan las políticas sanitarias como sostenibles, estables, transparentes y socializables. Además se contemplan las viabilidades técnicas y económicas, y están alineadas a la realidad regional. De ese modo se protege el estatus sanitario que es considerado como patrimonio nacional.

Residuos de medicamentos veterinarios en alimentos de origen animal. Un problema que se puede evitar

TERESITA HEINZEN

Uruguay, país agroexportador, con más de 120 mercados abiertos para el sector cárnico. Solo la carne contribuye al 40 % de las exportaciones uruguayas. Ha desarrollado un Programa de Control de Medicamentos Veterinarios y Contaminantes, pionero en la región.

El Programa Nacional de Residuos Biológicos comienza en el año 1978, con la investigación de plaguicidas. Año a año hasta la fecha se han ido agregando diferentes analitos, y hoy se investigan más de cien sustancias en los alimentos de origen animal.

Tal como lo indica en su capítulo 6 el Código Sanitario de los Animales Terrestres, la mejor manera de garantizar la inocuidad y la calidad de los alimentos es aplicar una estrategia integrada y multidisciplinaria en toda la cadena alimentaria. Esto es posible a través de métodos basados en riesgo. La aplicación de estos sistemas se ha extendido en diferentes países al rubricar el Acuerdo de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (MSF), de la Organización Mundial de Comercio (OMC). En el acuerdo se reconoce como normas internacionales a las emanadas de la OIE con respecto a la sanidad animal y las del *Codex Alimentarius* referentes a la inocuidad de los alimentos. La OIE considera como una de sus prioridades la regulación de los productos medicinales veterinarios en lo que respecta tanto a salud animal como a salud pública. Los productos medicinales veterinarios forman parte del Plan Estratégico de la OIE (2011-2016), ya que son considerados como herramientas indispensables para toda política eficaz de sanidad y bienestar

animal. Trabajan en forma conjunta con la Comisión del *Codex Alimentarius* y sus comités sobre las normas que protegen a los consumidores de los peligros que se pudieran haber originado en la etapa de producción de la cadena alimentaria.

Uruguay trabaja activamente en ambos organismos internacionales enviando a sus técnicos oficiales con posturas país muy bien elaboradas y comprometidas con la realidad productiva, realzando el prestigio de nuestros alimentos.

Si bien el productor agropecuario es el primer eslabón en la cadena agroalimentaria, cuando se trata del uso responsable de medicamentos veterinarios es el veterinario el que debe prescribir dicho medicamento y capacitar al aplicador.

Origen de los residuos

- Tratamientos terapéuticos.
- Aplicación de sustancias prohibidas.
- Contaminantes ambientales.
- Impacto por la presencia de residuos.

En salud pública. Algunos productos son genotóxicos, por sí mismos o por sus metabolitos, otros carcinogénicos, teratogénicos, productores de discrasias sanguíneas, resistencia a antimicrobianos, hipersensibilidad, etc.

Comercio de los alimentos/Exportación. Los mercados cada vez son más exigentes con respecto a la inocuidad. El disponer de programas de control de residuos nos permite contribuir a la equivalencia del sistema de inspección y poder certificar nuestros alimentos. Evitar rechazos o abrir nuevos mercados. El mal uso de un producto veterinario puede transformarse en niveles de residuos que excedan lo permitido (LMR) y por lo tanto transformarse en un alimento no apto para el consumo humano o para la producción de otro alimento. En Uruguay la autoridad competente para el control es el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca, a través del Programa Nacional de Residuos Biológicos (PNRB).

El Programa de Carne existe desde el año 1978, posteriormente se agregaron el de Leche y Productos Lácteos (1997) y el de Miel (1999). Este programa funciona como un sistema que involucra a todos los técnicos oficiales con tareas perfectamente ensambladas.

Objetivo: garantizar a los consumidores de alimentos de origen animal que éstos sean inocuos, libres de la presencia de residuos de medicamentos veterinarios, pesticidas y contaminantes ambientales o conteniéndolos en cantidades compatibles con la salud.

La herramienta que se utiliza es el muestreo, y es ejecutado por la autoridad competente. La característica es que es oficial y nacional: no existe doble criterio; se aplica tanto para alimentos de consumo interno como para exportación.

Sustancias investigadas

- Prohibidas.
- Medicamentos veterinarios: antibióticos, antiparasitarios, tranquilizantes, antiinflamatorios, otros.
- Contaminantes ambientales: pesticidas, metales pesados, micotoxinas.

Conclusiones

Es muy dinámico, sometido permanentemente a auditorías externas de diferentes mercados compradores. Actualmente se hacen unas 12.000 muestras anuales y se investigan más de cien analitos.

Hay escasas muestras en violación, lo que es una fortaleza de nuestro programa, y cuando esto ha ocurrido se estudia caso a caso y se aplican sanciones.

Desafíos tecnológicos que hacen que el personal del laboratorio esté en permanente capacitación. Los niveles de detección son cada vez más bajos.

El éxito del programa depende además del control de las medidas preventivas que se apliquen y es aquí donde la profesión veterinaria liberal debe colaborar en la implementación de buenas prácticas ganaderas.

El veterinario es quien debe elaborar el Plan Sanitario:

- Prescripción de los medicamentos veterinarios.
- Instruir al aplicador.
- Uso racional de los productos veterinarios.

El productor es responsable:

- de la gestión higiénico-sanitaria de su establecimiento;
- del almacenamiento correcto de los medicamentos veterinarios;
- del manejo medioambiental de los envases;
- de capacitar al personal.

El productor debe poder demostrar que sus animales o productos vienen de un sistema bajo control propio.

Ambos deben hacer uso responsable de los medicamentos veterinarios.

Buenas prácticas de uso de los productos veterinarios:

- Usar sólo medicamentos veterinarios registrados ante la autoridad competente.
- Leer atentamente las etiquetas antes de la aplicación de los productos.
- Verificar la integridad del embalaje y vigencia del producto.
- Almacenar en las condiciones especificadas por el fabricante.
- No hacer desvío de uso, utilizar en la especie indicada por el fabricante.

- Administrar la dosis correcta.
- Respetar los tiempos de espera o retirada especificados en la etiqueta.
- Cuando se utilicen asociaciones de productos o sustancias el tiempo de espera será el mayor de las drogas utilizadas.
- Si hay especificaciones de peso, pesar los animales. Respetar vía de administración recomendada.
- Calibrar y revisar periódicamente durante la dosificación los instrumentos.

El éxito de un programa de control de residuos depende de todo lo expuesto; es más económico producir con todas las garantías de inocuidad que sacar al mercado un producto que va a ser rechazado en algún punto de la cadena por no reunir las condiciones exigidas.

La certificación de alimentos y su justificación económica

ADOLFO BORTAGARAY SABARRÓS

DMTV, MBA

E-mail: bortagaray@ng.com.uy

Objetivo

Contribuir a generar un marco conceptual de la certificación que aporte a los asistentes a las jornadas más elementos para analizar las potenciales oportunidades de los programas de certificación.

Antecedentes

Frecuentemente se plantea la certificación de determinados atributos de los alimentos como una oportunidad de diferenciación y agregado de valor.

Uruguay, como país productor de alimentos, ha acompañado el desarrollo global de los programas de certificación, con varios casos que han tenido distinta evolución.

En general hay una tendencia a pensar que por el solo hecho de que un producto sea certificado se le está agregando valor, y eso no siempre es así. La presentación apunta a desarrollar un marco teórico de la certificación de alimentos, que cubra los aspectos técnicos pero también considere su justificación económica.

Desarrollo

Hacer una aproximación a la certificación dando respuesta a las siguientes preguntas: ¿Qué es? ¿Por qué surge? ¿Qué valor agregado aporta al consumidor?

Se clasifican los diferentes tipos de certificación y se brindan ejemplos de programas implantados en nuestro medio, buscando vincular los conceptos teóricos con los casos prácticos, e incorporando la perspectiva del productor y consumidor.

El Síndrome Urémico Hemolítico (SUH) en Uruguay. Reflexiones clínicas, familiares y sociales. Aspectos microbiológicos

FELIPE SCHELOTTO, GUSTAVO VARELA Y JOSÉ GRUNBERG

El SUH es una entidad estudiada inicialmente en nuestra región por el pediatra e investigador argentino Carlos Gianantonio. Se define por la tríada clásica de anemia hemolítica microangiopática, trombocitopenia e insuficiencia renal aguda. Afecta por igual a niños habitualmente eutróficos de diferentes clases socio-económicas. Impacta sobre diversos órganos con riesgo de secuelas y potencial evolución a la insuficiencia renal crónica. La bacteria *Escherichia coli* productora de toxina Shiga (STEC) ha sido asociada con la etiopatogenia del SUH, y su origen reconocido es en especial la carne bovina.

Si bien se cuenta con productos biológicos y farmacológicos en evaluación, no disponemos de una medicación segura para enfrentar la enfermedad, que debe combatirse con medidas para salvar la vida, para sustituir la falla orgánica mediante la diálisis aguda o crónica, la resección del intestino necrosado, etc.

En este panorama adquieren entonces especial relevancia las medidas de prevención de la contaminación cruzada de los alimentos, su manipulación adecuada para evitar la presencia de STEC en los que son más atractivos para los niños, el consumo de carne picada con cocimiento completo, el lavado de manos como gesto básico de restricción de riesgos.

El SUH debe atenderse desde un concepto unitario de salud que abarque los distintos seres vivos involucrados, el reservorio animal, la conducta humana de riesgo, el enfermo en su universo, que

por enfermo y por niño precisa del cuidado y el amor en su entorno, incluido el equipo asistencial. La resiliencia ante el SUH es una construcción necesariamente colectiva y dinámica para enfrentar la adversidad.

El SUH no es todavía en Uruguay una enfermedad de denuncia obligatoria, lo cual dificulta su estudio sistemático. Procurando la captación ordenada de casos para su estudio microbiológico, hemos estimado que su incidencia anual es de unos 5/100.000 niños menores de 5 años. No se han registrado brotes epidémicos.

En un lapso de diez años se estudiaron en nuestro laboratorio 43 muestras de materias fecales obtenidas de 43 niños con diagnóstico de SUH. El 75 % fueron del sexo femenino; el rango de edad fue de 8 meses a 8 años y el promedio fue de 2 años y 5 meses. La mayoría de los casos (76 %) ocurrieron en los meses cálidos del año (enero-marzo, y octubre-diciembre). El 60 % de estos niños tenían cobertura de salud privada y el 65 % provenían del interior de país. La mayoría (80 %) presentaban el antecedente de diarrea con sangre previo a la aparición del SUH y casi el 70 % habían recibido al menos una dosis de algún antibiótico antes de obtener la muestra de heces. El 60 % de estos niños requirió tratamiento dialítico en la etapa aguda.

En 13 de las 43 muestras estudiadas no hubo crecimiento bacteriano, y en varias otras resultó muy escaso, debido probablemente al tratamiento antibiótico previo. En 7 de 30 niños en los que sí hubo crecimiento recuperamos ocho cepas STEC. Un niño presentó co-infección por dos serogrupos STEC diferentes, O26 y O145. Un aislamiento no fue serotipificado y era productor de STX2; solo una de las siete cepas restantes fue de serotipo O157:H7 (*stx2/stx2vh-a; eae* γ 1). De las otras seis, una fue de serotipo O111:HNM (*stx1/2; eae* γ 2); dos fueron O145:HNT (*stx2; eae* β 2) y tres fueron de serogrupo O26: dos O26:H11 *stx1, eae* β y β 1 respectivamente; una O26:HNM (*stx1/2; eae* β 1). Todas estas cepas STEC poseían los genes *eae* y *ehxA* y fueron sensibles a todos los antimicrobianos ensayados. Se aislaron de casos de diarrea aguda sin sangre dos cepas STEC adicionales de serogrupo O26 y una O153. Se identificaron además dos

casos de infección urinaria por STEC O157:H7 en pacientes añosas que no desarrollaron SUH.

La investigación de STEC en materias fecales de más de 400 bovinos mostró un 42 % de cultivos positivos, de los cuales 67 fueron serotipificados. Ninguno correspondía al serogrupo O157; varios al serogrupo O26 y el resto a serogrupos O163, O178 y una diversidad de serotipos, en su mayoría eae negativos.

Numerosas cepas de STEC O157:H7 han sido aisladas de alimentos en los últimos quince años; cuatro en un estudio sistemático de carne picada bovina desarrollado por nuestro equipo, y decenas recuperadas en cultivos rutinarios de inspección industrial y enviadas a nuestro laboratorio del Instituto de Higiene para identificación molecular. La mayor parte de las cepas O157 examinadas mostraron capacidad citotóxica, secuencias LEE habituales incluyendo eae γ I, y genes plasmídicos de virulencia, lo cual confirma la circulación en Uruguay de cepas virulentas de serotipo A, serotipo O157:H7. Las cepas de este serotipo recuperadas de enfermedad humana en Argentina y Uruguay (y también las recuperadas de alimentos y animales en Argentina) son stx2(vh-a)+stx2EDL933, pero la gran mayoría de los cultivos uruguayos procedentes de alimentos y productos animales portan solo una variante de genes stx2, habitualmente el subtipo stx2(vh-a). Estas cepas se han considerado a nivel internacional como probablemente menos virulentas que las que portan a la vez secuencias stx2(vh-a)+stx2EDL933 de toxinas. Esto puede contribuir a explicar la diferente incidencia de la infección humana en ambos países, y la predominancia en Uruguay de los casos asociados a STEC no-O157. El perfil en PFGE de los cultivos uruguayos O157 que han sido analizados no coincide tampoco con el de las cepas prevalentes en Argentina.

Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA) en Uruguay

FELIPE SCHELOTTO

Depto. de Bacteriología y Virología, Instituto de Higiene

Universidad de la República (*)

Las ETA son importantes en nuestro país por motivos sanitarios y también económicos, ya que Uruguay vende al exterior 5 a 10 veces lo que consume en alimentos.

Sus causas más importantes son en general la materia prima contaminada y la inadecuada manipulación en la elaboración de los alimentos, de la producción al consumo. Los agentes causales más frecuentes son biológicos, habitualmente microbianos, y muy secundariamente químicos, por ingestión de productos tóxicos. Esta noción no forma parte del conocimiento común del personal sanitario.

Son enfermedades de notificación obligatoria inmediata, tipo A, de acuerdo a la normativa nacional, pero existe subregistro y debilidades en su estudio detallado, en aspectos clínicos, epidemiológicos y de laboratorio; estos últimos corresponden al Ministerio de Salud Pública (MSP) en muestras humanas, y a los gobiernos departamentales en lo relativo al examen de alimentos y servicios. Los laboratorios especializados, como el del Instituto de Higiene (UdelaR), complementan y promueven estos estudios, sin buena aceptación o correspondencia del MSP.

Los patógenos causales habitualmente estudiados son *Salmonella* y *Staphylococcus aureus*, que son en ese orden los más frecuentemente involucrados en brotes notificados. *Salmonella Enteritidis* y *Salmonella Typhimurium* son los serotipos prevalentes. La

caracterización detallada de las cepas recuperadas de *S. aureus* en muestras alimentarias o ambientales en relación con brotes o análisis de inspección muestra que la mayoría son productoras de enterotoxinas, en general más de una variante por cepa, y que la más frecuente es la variedad g seguida por la c y la a.

En cuanto a otros patógenos, en los últimos años el Departamento de Laboratorios del MSP ha confirmado un brote de transmisión hídrica en el interior del país causado por *Shigella sonnei*, que es la especie de *Shigella* prevalente fuera del área metropolitana, donde predomina *Shigella flexneri*.

El resto de los potenciales agentes causales, en particular los virotipos de *E. coli* diarreogénico, no son investigados de modo sistemático, salvo por excepción cuando la magnitud o la severidad de los casos lo impone. Tampoco los parásitos eucariotas.

Hemos documentado en 2014 en nuestro laboratorio la etiología de un brote causado por *E. coli* enteroinvasiva, serogrupo O96 en una localidad del interior, que causó especial alarma. No se han producido brotes de diarrea con sangre causados por *E. coli* productora de toxina Shiga (STEC), cuya vigilancia sostenemos en nuestro departamento. Los casos de Síndrome Urémico Hemolítico han sido aislados, con predominio de STEC no-O157.

Hemos identificado en 2012 un brote de diarrea y manifestaciones asociadas en lactantes hospitalizados y otros pacientes, causado por *Yersinia enterocolitica* serogrupo O:3, biotipo 4, con resistencia a varios antimicrobianos.

El estudio de algún brote esporádico de botulismo que ocurre es referido normalmente a países vecinos.

La etiología viral (rotavirus, adenovirus, norovirus y otros) ha sido confirmada por instituciones públicas y privadas en casos individuales de enfermedad diarreica u otra, pero no han configurado brotes definidos de origen alimentario.

Listeria monocytogenes ha sido aislada de numerosos pacientes debilitados, inmunocomprometidos, embarazadas, y en muchas

muestras de alimentos o establecimientos de elaboración, pero sólo en una ocasión fue posible relacionar epidemiológicamente el paciente infectado y el posible alimento de origen. El perfil de serotipo de las bacterias de origen tanto humano como alimentario es mayoritariamente 4b o 1/2b, y secundariamente 1/2a; el perfil de bandas en la electroforesis de campo pulsado PFGE permite la comparación fina de los aislamientos alimentarios con los humanos y el control secuencial de aislamientos en los establecimientos de elaboración.

(*) Equipo de trabajo: Gustavo Varela, Virginia Machado, Valeria Braga, María Noel Bianco, María Inés Mota, Leticia Caiata, Gabriela Algorta, Felipe Schelotto.

Intoxicaciones de origen medicamentoso y agroquímicos

JORGE OSCAR ERRECALDE

Médico Veterinario. Médico. BVSc (Hons). M. Med.Vet. (Pharm et Tox)
Dr. en Ciencias Veterinarias

La producción de alimentos se perfecciona cada vez más en función de la obtención de alimentos de calidad para satisfacer mercados exigentes. El mundo requiere no solamente mayor cantidad de alimentos, sino que, paulatinamente, las exigencias de calidad aumentan.

Entre los principios activos que persisten en el organismo tenemos drogas diversas (especialmente antibióticos), pesticidas, contaminantes ambientales (dioxinas, bifenilos policlorados) y tóxicos naturales (aflatoxinas). Los métodos de detección de contaminantes han evolucionado en los últimos años lo suficiente como para detectar concentraciones bajísimas de medicamentos u otras sustancias en tejidos o leche. Esto nos obliga a redefinir el término residuo. La sola presencia de sustancias extrañas detectables con los métodos analíticos actuales no es suficiente argumento para denunciar la presencia de residuos. En realidad, esos residuos deben estar presentes en concentraciones por encima de un determinado nivel de seguridad.

La toxicidad consecuencia de una prolongada exposición a concentraciones muy bajas de una o más de estas sustancias o una exposición a dosis más elevadas en corto tiempo, tanto por la alimentación con productos contaminados, como por el contacto directo (manipulación, aplicación, inhalación o ingestión), da lugar a un proceso que puede repercutir tanto en enfermedades toxicológicas agudas, como en acumulación y enfermedades crónicas.

Indiscutiblemente el uso racional de fármacos en los animales, de plaguicidas en el medio ambiente y el correcto manejo de residuos patogénicos son herramientas fundamentales para evitar toxicidades indeseables. Se trata de un terreno dinámico, en que el avance del conocimiento va volviendo obsoletas las viejas recetas farmacológicas.

Las resistencias bacterianas, por ejemplo, son un problema muy serio, producto del uso poco racional tanto en animales como en humanos. Otras patologías toxicológicas y alérgicas se suman a esto.

La experiencia indica que si se siguen estrictamente las instrucciones del elaborador, tanto los fármacos inyectables como los plaguicidas se vuelven herramientas seguras y de gran ayuda productiva. Pero esto debe ser utilizado respetando buenas prácticas veterinarias y agrícolas, dentro de sistemas sostenibles.

Podemos decir que nos encontramos frente a una escalera, la escalera de la seguridad. El primer peldaño es la seguridad del paciente. El segundo es la seguridad del operador. La seguridad del consumidor, que ha adquirido importancia en estos últimos años es una pieza esencial en la escalera de la seguridad sobre la que nos hemos extendido a lo largo de este trabajo. Finalmente, la seguridad del medio ambiente, sobre la que, lentamente, pareciera que la sociedad se concientiza. La colaboración entre productores, técnicos y científicos de ámbitos agropecuarios, industriales, académicos y autoridades será fundamental en la disminución de la contaminación química de los productos alimenticios y en la seguridad del medio ambiente.

El hombre, el superpredador de las cadenas tróficas, es quien genera el problema y claramente quien más puede verse afectado por los residuos de fármacos, plaguicidas y otros contaminantes ambientales.

Tendencias en la Gestión de la Inocuidad

RICARDO MAGGI

Esta cuestión aborda la problemática que plantean los factores de riesgo que pueden encontrarse y/o asociarse a los productos agroalimentarios, además de aquellas enfermedades de los animales que pueden transmitirse a las personas a través de los alimentos. Su incidencia e impacto en los alimentos y por ende en la salud pública, implica una atenta mirada a nuevos criterios y procedimientos para el control, destacándose como premisa la necesaria preparación y capacitación con que deben contar los operadores de las empresas faenadoras o procesadoras de alimentos para el desarrollo, implementación y sustento de las buenas prácticas de manufactura o fabricación, programas de higiene y desinfección y el HACCP.

El Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) aparece como la herramienta idónea, diseñada para el control de los riesgos alimentarios, aspecto que ha sido incorporado en el Reglamento de Inspección de Productos, Subproductos y Derivados de Origen Animal del SENASA, a ser implementado progresivamente en todos los establecimientos tipo ciclo I y ciclo II de carnes rojas, blancas y productos de la pesca, marcando la tendencia a los controles preventivos por parte de la DNICA.

A su vez los prerrequisitos precitados y el HACCP, instalados y fortalecidos en las empresas, sientan las bases, especialmente en las exportadoras, hacia sistemas de gestión de la calidad e inocuidad, como la norma ISO 22.000.

Es de destacar la importancia de la relación causa-efecto a los fines de identificar las causas raíz de las contaminaciones que puedan surgir en una línea de proceso, identificadas por los muestreos microbiológicos, integrando la cuestión analítica no ya importante como medio de determinación del destino de un lote sino como medio de detección de fallas de proceso, lo que implica un enfoque preventivo por parte de las empresas. El servicio oficial, por su parte, actúa realizando una tarea de control de controles, cuidando las capacidades de las empresas para desempeñar su rol de «autocontrol».

Los controles oficiales para el *ante y post mortem* de los establecimientos ciclo I de todas las especies revisten un destacada actividad, puesta de relevancia con énfasis en el congreso de Carnes de Canadá (Niagara Falls, 2007), destacado en los reglamentos de la UE, EE. UU., entre otros importantes compradores de alimentos.

Los fenómenos de urbanización sugieren un aumento de la demanda de alimentos de calidad, donde la inocuidad es la condición que debe estar presente incondicionalmente para que su comercialización y consumo sea confiable, lo que merece un esfuerzo mancomunado de las empresas operadoras y los organismos de control para adecuar controles en función de los riesgos que actualmente preocupan, destacándose, entre otros, el que produce el síndrome urémico hemolítico.

Buenos Aires, 8/9/2015

Tercera auditoría de Calidad de Carne Vacuna del Uruguay

AUGUSTO BORCA

DMTV, DCDC, INAC

Calidad es un concepto o percepción que puede definirse de distintas formas. Dentro de las definiciones más aceptadas figura «como el conjunto de características cuya importancia relativa le confiere al producto un mayor grado de aceptación y un mayor precio frente a los consumidores o a la demanda del mercado» (Colomer Rocher, 1988).

Desde el punto de vista del consumidor se puede asociar la calidad de un producto a aspectos vinculados con lo higiénico-sanitario, lo nutricional, lo organoléptico y la presentación del producto, considerando también su condición subjetiva o imaginaria, funcional o tecnológica.

Existen antecedentes a nivel de la industria cárnica que muestran la incidencia de problemas de calidad (hematomas, decomisos, pH inadecuado) en el valor potencial de los cortes cárnicos, afectando los costos de producción y su comercialización, reduciendo su consistencia y por ende la demanda de los mercados. Esto termina generando pérdidas de competitividad de toda la cadena cárnica uruguaya, aspecto que puede ser mitigado con la cuantificación de estas ineficiencias para la generación de estrategias que ayuden a minimizar las restricciones en la calidad del producto cárnico, con la mejora de la relación beneficio/costo de producción.

Desde el año 2002, el INAC conjuntamente con la Universidad de Colorado (EE. UU.) e INIA, llevan a cabo cada cinco años Auditorías de Calidad de Carne, para determinar y cuantificar los principales

factores responsables de las pérdidas de valor. La finalidad de estas Auditorías es visualizar los avances con respecto a las limitantes detectadas, la presencia de nuevos defectos de calidad y la evaluación de las estrategias definidas. Acorde con esto, en el año 2013 se procedió a ejecutar la 3ª Auditoría de Calidad de Carne del Uruguay.

Fase I - Encuestas de percepción

En la auditoría 2013 el análisis tuvo como base una encuesta a agentes ubicados en aquellos eslabones de la cadena cárnica donde el producto es adquirido desde un eslabón anterior. En este caso, el foco estuvo dirigido a registrar la percepción que cada eslabón del proceso productivo tenía sobre la calidad del producto que adquiere y el valor que le asigna a los diferentes atributos de esa calidad. El diseño de la encuesta permitió identificar no solamente aquellos atributos que, a su juicio, conforman la calidad sino también su importancia relativa en los distintos eslabones de la cadena.

Las respuestas fueron clasificadas de manera que todos los atributos mencionados pudieran ser asignados, en forma excluyente, a una sola de un limitado número de categorías de calidad. Esto permitió utilizar una combinación de técnicas cualitativas y cuantitativas para el análisis de los resultados.

Fase II

El relevamiento de la información de la Auditoría de Calidad de Carne Vacuna 2013 fue realizado a nivel de diez plantas frigoríficas, las cuales se seleccionaron por comprender el 75 % de la faena nacional de establecimientos habilitados para la exportación. Fue llevada a cabo en dos rondas, con dos días de evaluación por ronda y por planta. La primera ronda se realizó entre el 15 de abril y el 18 de junio de 2013 (otoño) y la segunda desde el 8 de octubre hasta el 18 de diciembre de 2013 (primavera). Se evaluaron un total de 22.044 animales, que correspondieron a las categorías de novillos, vacas y vaquillonas.

Se dispusieron seis zonas de evaluación en el transcurso del proceso de faena donde fueron evaluados los principales problemas de calidad de producto relacionados con la pérdida de valor (ej. edad de faena, hematomas, cortes oscuros, pH, etc.)

Luego de obtenidos los resultados se cuantificaron las pérdidas en función de la frecuencia de aparición de los defectos, teniendo en cuenta pérdidas directas e indirectas por re-destino del producto de inferior calidad.

Se llevó a una pérdida promedio por animal faenado en el año 2013 y luego a la faena anual para toda la cadena.

Se realizó una comparación con las auditorias anteriores para tener una idea de la evolución de los problemas de calidad.

Fase III

Esta instancia de la Auditoría tiene como propósito presentar los resultados de las Fases I y II a representantes de la cadena cárnica y recoger su percepción e identificar y priorizar estrategias para atacar la solución a los problemas identificados.

En una primera parte se buscó identificar los principales problemas y elaborar un *ranking* de acuerdo a su importancia.

Se buscó analizar el grado de acuerdo o discrepancia en la visión del grupo e identificar otros temas o problemas que tuvieran importancia con la «calidad» y a criterio del grupo no hubieran sido considerados.

En segunda instancia se identifican acciones y compromisos; seleccionando los tres problemas más importantes se identificaron: causa, acciones principales a realizar, involucrados en la solución y líder, a modo de lineamientos para un plan de acción a futuro.

Síndrome Urémico Hemolítico en el hombre

OLINDO MARTINO

El Síndrome Urémico Hemolítico (SUH) representa una grave toxoinfección alimentaria causada por la cepa específica de *Escherichia coli* O157:H7; afecta con predilección a niños, ocasionándoles insuficiencia renal, plaquetopenia y alteraciones en la coagulación. En la Argentina, la incidencia es de cerca de 500 nuevos casos por año en niños menores de 5 años con una tasa de letalidad que oscila entre el 2 y 4 % de los casos. Las fuentes de infección más importantes son: carne de vacuno insuficientemente cocida, leche no pasteurizada, jugo de carne cruda, productos de granja, frutas y verduras, y manos, superficies y utensilios mal higienizados. Si bien los cerdos, las aves, los perros y los gatos no son reservorios importantes, se demostró que la interacción entre mascotas y niños es un factor de riesgo para el contagio. Su incidencia parece mayor en verano. La toxina Shiga (Stx), también identificada como verotoxina, produce enteritis necrotizante, anemia hemolítica microangiopática, trombosis plaquetaria y, electivamente, insuficiencia renal aguda como consecuencia de lesión específica de los túbulos renales debido a la elevada expresión de los receptores de la toxina identificados como Gb3. La Stx afecta además a la microvasculatura, neuronas y a las células de la glía. Al parecer existe una tendencia genética autosómica recesiva e hipocomplementemia que explicaría casos familiares de SUH en los niños. Se expresa clínicamente por comienzo agudo, fiebre, vómitos, dolor abdominal, diarrea sanguinolenta, lesiones purpúricas en la piel, insuficiencia renal, anemia hemolítica, convulsiones, hiperbilirrubinemia indirecta, LDH elevada,

hematuria, proteinuria, oligoanuria, creatina elevada, coagulación intravascular diseminada. El diagnóstico diferencial debe plantearse con púrpura trombocitopénica trombótica, sepsis por Gram negativos con activación de la coagulopatía por consumo, meningitis por meningococo, anemia hemolítica, disentería bacilar. En el tratamiento hay que abstenerse de administrar antibióticos ya que estos liberan mayores cantidades de Stx. Está indicada la diálisis y la eventual transfusión de hematíes desplammatizados. Las medidas preventivas básicas se centran en asegurar la correcta cocción de la carne, evitar el consumo de hamburguesas en menores de 5 años, especial cuidado en el uso de utensilios para cortar y preparar la carne cruda, garantizar la pasteurización de la leche y derivados, evitar la ingestión de jugos de fruta no pasteurizados, asegurar la correcta higiene de manos antes, durante y después de la preparación de alimentos, garantizar el correcto lavado de manos en los niños con agua jabón y/o lavandina luego de tener contacto con animales mascota, consumir exclusivamente agua potable, lavarse las manos con agua y jabón luego de ir al baño, evitar bañarse en aguas prohibidas o sospechosas de estar contaminadas con aguas fecales o en contacto con desechos de animales.

Conclusiones

La IV Reunión Interacademias, en la que participaron las nacionales de Agronomía y Veterinaria y de Medicina de Argentina, y las de Veterinaria y Medicina del Uruguay, fue realizada el 13 de noviembre de 2015, bajo el lema «La Seguridad Alimentaria y la Salud Pública». Se ratificó en el desarrollo de su programa el serio problema que significa para la Salud Pública el desconocimiento, errores y omisiones en la fase primaria de la producción, como en las tecnologías de la manufactura, el almacenamiento, comercialización y consumo de los alimentos de origen animal.

En sus diversas etapas de actividad, existen peligros de diverso tipo. Sea por los orígenes de contaminaciones, como por el mal uso de temperaturas, además de los errores de procesamiento que conllevan a producir estados mórbidos para la salud del consumidor, que derivan en intoxicaciones, parasitosis o fallas digestivas, y transforman a ese alimento en algo nocivo al ser consumido. El concepto «del campo al plato» incluye una cadena de actividades que exige responsabilidades en todos sus estamentos, incluyendo además del privado, el ámbito de municipios, provincia, y nación, y que coordinadamente deben trabajar en la prevención y control, generando una complejidad normativa funcional de difícil abordaje.

Como mitigación a estos riesgos y peligros latentes, existen varias acciones que dependen de la función preventiva y curativa de los profesionales de los organismos públicos y privados que tienen la responsabilidad social de velar por la salud de sus individuos. En esas funciones se deben utilizar tecnologías disponibles que permitan detectar, prever, descubrir y tratar las causantes de morbilidad, a nivel tanto individual como colectivo, generando el concepto de una salud como función de la asociación de distintas profesiones tanto en la esfera médica humana como veterinaria.

Junto a la labor asistencial profesional, se deben desarrollar la educación preventiva en el productor, para producir animales sanos y sin rastros de sustancias contaminantes, en el industrial y el comerciante para prevenir riesgos de deterioro y asegurar su inocuidad; sin descuidar el conocimiento en el propio consumidor, para cuidar un alimento en el mantenimiento de sus condiciones sanitarias, nutritivas y organolépticas. Al mismo tiempo se deben desarrollar conocimientos y tecnologías como buenas prácticas agrícolas y de manufacturas, trazabilidad y herramientas de mitigación por control de peligros (HACCP) y análisis de riesgos, la detección temprana de la contaminación microbiológica, la atención primaria de la salud en forma y tiempo adecuados y sobre todo la educación de todos los componentes de la cadena.

Ratificamos que todo este cuadro se basa en la coordinación operativa, oficial y privada, en salud animal y su prevención, con la activa participación de los responsables del sector privado y de los entes públicos. La solución del problema debe abarcar los encargados de la producción animal generadora de alimentos, los responsables de la industrialización y comercialización, en todos sus niveles, así como a los encargados del control y de la atención de la salud. Se debería disponer de un programa informático interconectado de vigilancia de estas zoonosis, para prevenir riesgos en la salud humana y animal, basado en el concepto ya mencionado de «Una Salud». Se deben integrar saberes, conceptos interdisciplinarios y criterios de legislación comunes con este objetivo. En conclusión, se debe lograr el desarrollo de conocimientos, que deben impartirse desde las escuelas, junto con la promoción de la comunicación a la sociedad en todas sus formas y aspectos.

Dado la alta asimetría encontrada en la ecuación información científica/conocimiento público, es aconsejable promover un medio público (página web) con la información resguardada y actualizada y el respaldo de un organismo oficial de alta confiabilidad, con clara identificación de las evidencias científicas y sus relatores.

En este último sentido, es oportuno señalar el impacto del consumo de carnes rojas sobre la salud humana, que tuvo el Informe Técnico del Centro Internacional de Investigaciones sobre Cáncer (CIIC) de la OMS. Dicha publicación tuvo amplísima repercusión en los medios masivos de difusión en el mundo, a pesar de no aportar conclusiones científicas rigurosas, no consistentes con los hechos científicos conocidos hasta hoy. Es peligroso y contraproducente el uso que producen informaciones erróneas y las Academias de Argentina y Uruguay reunidas en esta oportunidad, hacen una exhortación a las autoridades nacionales y privadas, así como a las organizaciones internacionales involucradas, para que promuevan investigaciones metodológicas, basadas en evidencias científicas contundentes, pero que adecuen la metodología de la información al riesgo real y adviertan sobre el peligro de comunicaciones no bien orientadas, que desorienten sobre la salud de la población.

Conclusiones de la V Reunión de Interacademias Rioplatenses

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) define que «la Seguridad Alimentaria existe cuando todas las personas tienen acceso en todo momento (ya sea físico, social, y económico) a alimentos suficientes, seguros y nutritivos para cubrir sus necesidades nutricionales y las preferencias culturales para una vida sana y activa».

El logro de la inocuidad de los alimentos como medio para proteger la salud pública y promover el desarrollo económico continúa siendo un importante desafío en los países tanto en desarrollo como desarrollados.

Más de la mitad de los patógenos que afectan al ser humano provienen de los animales; es por ello que la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) propuso el concepto de «una sola salud» que abarca toda la cadena de producción de alimentos «de la granja a la mesa». Resulta de integrar el control sanitario del hombre, los animales y el ecosistema generando una herramienta eficaz para el control y prevención de la transmisión de enfermedades.

Del punto de vista epidemiológico en medicina humana, las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) se caracterizan por presentar una incidencia elevada, ser una causa de morbilidad/mortalidad y pérdida económica en las poblaciones, mostrar una tendencia en aumento del número de casos individuales y brotes a nivel mundial y nacional. Paralelamente, se ha identificado un aumento de cepas resistentes de algunos agentes en comunidad a nivel mundial, y se dispone de información necesaria para establecer y ejecutar políticas sanitarias adecuadas. Se dispone de un sistema de vigilancia epidemiológica de estas afecciones, cuyo propósito es

disponer de un sistema seguro de alerta que permita una respuesta rápida para impedir la propagación de la enfermedad y detectar precozmente brotes. Sin embargo, la FAO reconoce la debilidad de los sistemas de vigilancia en numerosos países, los cuales en ocasiones son insuficientes y estimulan el subregistro de las ETA. «No es posible corregir aquellas problemáticas que desconocemos».

Las ETA son un indicador directo de la calidad de los alimentos que consumimos. Se pueden clasificar en: tipo infección y tipo intoxicación. Dentro de las ETA tipo intoxicación encontramos las que ocurren por contaminación de los alimentos con sustancias químicas (plaguicidas, metales, aditivos, conservantes) o las producidas por alimentos que pueden contener naturalmente sustancias tóxicas (moluscos, vegetales, hongos). La identificación o confirmación etiológica es fundamental para el diagnóstico y planteo terapéutico pero requiere de laboratorios de alta tecnología, no fácilmente disponibles. El tratamiento de algunas de estas intoxicaciones requiere de disponibilidad de antídotos no siempre accesibles. Esto requiere de coordinaciones permanentes con la autoridad sanitaria.

Entre las ETA de origen infeccioso se encuentra Salmonelosis, cuyo agente etiológico es *Salmonella* spp. El género *Salmonella* spp. se divide en dos especies, *S. enterica* y *S. bongori*. En este grupo encontramos todos los serotipos no tifoideos causantes de gastroenteritis aguda principalmente y con alto porcentaje de bacteriemia en los pacientes inmunosuprimidos. Estos serotipos pueden adquirirse a partir de múltiples reservorios animales, incluyendo el consumo de alimentos de origen animal, especialmente huevos, pollo, carne picada y productos lácteos, productos frescos contaminados por desechos animales, contacto con animales o su medio ambiente y agua contaminada. Se pueden manifestar de diferentes maneras: estado de portador crónico asintomático, gastroenteritis y fiebre entérica, complicaciones de localización extraintestinal, bacteriemia e infección vascular. Es un microorganismo relativamente fácil de identificar ya que crece en las botellas de hemocultivos, tanto en condiciones aeróbicas como anaeróbicas. Se requiere tratamiento en las siguientes circunstancias:

enfermedad severa que requiere hospitalización, niños menores de 6 meses o adultos mayores de 50 años, bacteriemia, presencia de prótesis, valvulopatía cardíaca, arteriosclerosis severa y pacientes con cáncer u otra inmunosupresión (VIH, trasplantados, etc). La emergencia de resistencia a los antimicrobianos es un problema creciente en el tratamiento de las infecciones por *Salmonella*. Las primeras opciones para el tratamiento de la bacteriemia por *Salmonella* en Uruguay son las fluorquinolonas. En Argentina, los brotes de salmonelosis están asociados con alimentos preparados artesanalmente o en forma casera. La infección por este microorganismo, a pesar de no ser una enfermedad de notificación obligatoria, constituye una de las principales causas de ETA. En los últimos años, el serotipo más frecuente en infecciones humanas fue *Salmonella Typhimurium*.

Una de las ETA más controversiales de las últimas décadas es la encefalopatía espongiforme bovina (EEB), detectada por primera vez en 1986 en el Reino Unido. La misma se transformó en una epizootis con más de 180.000 animales diagnosticados clínicamente con la enfermedad y con la posibilidad de la existencia de una cantidad mucho mayor en estado subclínico. Estudios epidemiológicos sugieren que EEB fue transmitida y el agente amplificado en la población bovina por el uso de harina de carne y hueso usado como suplemento alimentario. Esta epizootis fue probablemente facilitada por cambios introducidos en la generación de harina de carne y hueso permitiendo que el agente de EEB persistiera en tal alimento bovino. El origen de la epizootis en vacunos no pudo ser comprobado en forma fidedigna. Así el origen de EEB se sospecha podría tener un origen bovino u ovino. Harina de carne y hueso de origen en el Reino Unido han sido exportados internacionalmente, por lo tanto es importante el estudio epidemiológico de estas enfermedades en forma mundial. La cantidad de casos de EEB ha disminuido en forma considerable y hoy en día es una enfermedad rara. El agente infeccioso de EEB ha sido responsable del desarrollo de encefalopatías espongiformes en gatos y animales exóticos alojados en zoológicos. Las enfermedades causadas por acumulación de proteína prion,

también denominadas encefalopatías espongiformes transmisibles, afectan también a los humanos. En humanos son enfermedades de baja prevalencia (1 caso por millón por año), no hay tratamiento y son fatales en el 100 % de los casos.

Muchas enfermedades son toxigénicas y/o transmisibles por causa de una mala manipulación en la etapa de producción. Por ejemplo, una pasteurización o una cocción insuficiente pueden ocasionar enfermedades como el botulismo o una enterocolitis con serias derivaciones. Más aún si se trata de una cadena de frío mal atendida, que ocasiona comúnmente el deterioro de un alimento.

La idea es motivar para aplicar medidas correctivas y además informar a la población sobre los riesgos que involucra una mala preparación o mantenimiento de un alimento. Es importante desarrollar técnicas adecuadas para prevenir fallas, instrumentando controles confiables en aspectos vulnerables de la elaboración de un alimento, aplicándolas a los productos de consumo interno o exportación, con un criterio de único estándar. También es necesaria la utilización de las técnicas de trazabilidad para detectar fallas en toda la cadena alimentaria y resolver problemas de *recall* (revocación, retirada y recuperación).

Es importante desarrollar el conocimiento y responsabilidad ética en el productor y en el fabricante, sea en la condición industrial o artesanal, para comprender que la salud de buena parte de la población está en sus manos y que de su proceder depende la salud diaria de ella. Por ejemplo, a comienzos del siglo XXI, se demostró que en algunas cadenas de comidas rápidas se elaboraban productos contaminados con *E. coli* O157:H7 y que al optimizar sus sistemas de control y verificación redujeron a cero su presencia, en aquellas cadenas y empresas que han cumplido con rigurosidad en la aplicación de las normas y sistemas de gestión de calidad e inocuidad. Sin embargo, poco se conocía sobre la contaminación de carne en comercios minoristas. Las empresas alimentarias son las máximas responsables de su comercialización en el mercado y deben disponer el diseño y puesta en operación de protocolos de limpieza y

desinfección exigentes para los procesos, equipos e instalaciones y en la conservación de los alimentos en un confiable sistema de higiene integral.

En plantas frigoríficas que cumplan con un sistema de aseguramiento de la calidad en todo su proceso y tengan implementado un programa de sanidad oficial e integral, se podrían utilizar intervenciones para mejorar la calidad microbiológica del producto final. En las políticas agroalimentarias clásicas, la inocuidad y calidad de los alimentos era una responsabilidad indelegable del Estado, y actualmente, se ha migrado hacia un patrón de corresponsabilidad productor-gobierno, para aspirar hacia un modelo de compromiso del productor y un Estado verificador del cumplimiento de esa responsabilidad.

Con este criterio de responsabilidad compartida, los establecimientos habilitados han debido desarrollar programas de aseguramiento de la inocuidad, fundamentalmente con programas de prerrequisitos: Buenas Prácticas de Fabricación (BPF) y Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES), así como programas de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC o HACCP en inglés).

Con el objetivo de asegurar la inocuidad de los alimentos a lo largo de toda la cadena alimentaria, es necesario innovar e introducir mejoras constantemente en los sistemas nacionales de control de los alimentos, basando las reglamentaciones en el riesgo y unificándolas con normas internacionales (Codex). Si bien en algunos casos, las inspecciones reglamentarias aún continúan centrándose en el producto final y se efectúan en respuesta a un problema, existe un convencimiento a nivel mundial de que se debe transitar hacia un control con enfoque preventivo y en inspecciones basadas en el riesgo. Esta modalidad permite no sólo un control mucho más racional, apuntando a los patógenos y alimentos de importancia, sino también a una mejor distribución de los recursos destinados a su control.

La mayoría de los sistemas tradicionales tienden a regular la inocuidad de los alimentos en base a definiciones legales de alimentos no inocuos, programas de cumplimiento de normas para retirar del mercado estos alimentos y sancionar a las partes responsables después de los hechos. Estos sistemas tradicionales no son capaces de responder a los nuevos desafíos existentes y emergentes para la seguridad de los alimentos debido a que no brindan ni estimulan un enfoque preventivo. Como alternativa al enfoque anterior, se produjo durante la última década una transición hacia el análisis de riesgo, el cual está basado en un mejor conocimiento científico de las ETA y sus causas.

Las medidas de gestión del riesgo que instrumenten tanto las empresas productoras de alimentos como los organismos encargados de controlar su inocuidad, deben tener programas basados en ciencia. Un aspecto crítico del análisis de riesgo es la existencia de una separación funcional entre los evaluadores del riesgo y los gestores del riesgo. Este es necesario si se desea garantizar la independencia de los preceptos eminentemente científicos (evaluación de riesgo) de las políticas y valores considerados por los aspectos regulatorios (gestores del riesgo).

Lo anterior requiere un mejor conocimiento de las cadenas agroalimentarias e identificar los factores de riesgo potencialmente asociados a la presentación de un peligro en un alimento. En este sentido, el análisis de riesgo se ha convertido en la piedra angular para el establecimiento de esas medidas, ofreciendo un marco para evaluar, gestionar y comunicar eficazmente los riesgos. Las innovaciones en la gestión con incorporación de eficiente manejo, modernas tecnologías y la imprescindible educación, determinarán la disminución de los riesgos asociados a la variabilidad y diversidad de los procesos de elaboración y consumo de los alimentos. Actualmente debe coordinarse una estrecha colaboración entre las diversas partes interesadas, desde el productor primario, el industrial procesador y el responsable de la comercialización, para que junto con las autoridades regulatorias oficiales, coordinadas en todos sus niveles, nacionales, departamentales, provinciales o municipales, se

normative, fiscalice y eduque. Es necesario que se perfeccione y amplíe la capacidad para elaborar programas de control o erradicación de enfermedades en el nivel primario como en las etapas de procesado e industrialización, basados todos en principios científicos, reconocidos y validados.

Un tema trascendente, que hace a la funcionalidad de los programas, es la trazabilidad a todo lo largo de la cadena alimentaria. Desde la producción para identificar su origen hasta el expendio, pasando por las etapas de producción. La trazabilidad garantiza el conocimiento de la calidad sanitaria; permite seguir el cumplimiento de los procesos, reconociendo los quiénes, el dónde y el cuándo. Se puede así hacer un seguimiento de responsabilidades y etapas. La trazabilidad no garantiza por sí misma la calidad, pero si podemos saber quién, dónde y cuándo se produjo un potencial desvío, debemos actuar para corregirlo y prevenirlo, respaldando un proceso de calidad.

En Uruguay, la trazabilidad individual del total del ganado vacuno ofrece confiabilidad en la comercialización de carnes, mejora la gestión productiva y el control sanitario, proporciona una herramienta de gran valor para las transacciones comerciales y alimentarias domésticas y externas de la cadena «del campo al plato».

Finalmente, debemos reconocer que todo proceso complejo como el alimentario, exige que este acompañado por la *educación*. En este contexto, es el Estado quien debe identificar los peligros que afectan a nuestras poblaciones, y con base en este conocimiento establecer estrategias para gestionar y comunicar los riesgos. Mediante el reconocimiento de las ETA que afectan a las poblaciones de Argentina y Uruguay, y su debida comunicación, será posible establecer ciertos objetivos en educación. El Estado y el productor deben conocer los peligros inherentes a la producción y verificación para la obtención de un alimento seguro. Ello involucra el conocimiento de los peligros inherentes a cada cadena de elaboración de alimentos. Por parte de los productores establecer procedimientos que garanticen la inocuidad de los alimentos elaborados, y por parte del Estado establecer sólidas

estrategias de verificación. Finalmente, la educación al consumidor, para no cometer errores al almacenarlo, cocinarlo, enfriarlo y/o manipularlo según los procedimientos que garanticen su higiene y seguridad en el consumo. **La educación de todos es un proceso que comienza en la escuela, sigue en el campo, la fábrica, el transporte, el comercio y el hogar.** Esa educación es la base de un principio ético que debe regir en todo aquel que participa en una cadena de producción de alimentos.

**∞ BALANCE
DEL EJERCICIO 2016**

DENOMINACION: **ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**

Domicilio Legal: AVENIDA ALVEAR 1711, 2do piso – CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES

C.U.I.T.: 30-62755081-9

OBJETO: Científico

FECHA de autorización del Poder Ejecutivo Nacional: Dto. 3642 del 27 de diciembre de 1957

EJERCICIO Nro 58 iniciado el 1ro de Enero y finalizado el 31 de Diciembre de 2016


ESTADO DE SITUACION PATRIMONIAL AL 31 DE DICIEMBRE DE 2016

| | 31/12/16 | 31/12/15 |
|------------------------------------|--------------|--------------|
| ACTIVO | | |
| ACTIVO CORRIENTE | | |
| Disponibilidades (Notas 1 y 2) | 308.867,65 | 288.904,26 |
| Créditos (Nota 2.3.) | 300,00 | 0,00 |
| Inversiones | 3.359.800,00 | 2.760.600,00 |
| TOTAL DEL ACTIVO CORRIENTE | 3.668.967,65 | 3.049.504,26 |
| ACTIVO NO CORRIENTE | | |
| Bienes de Uso (Anexo I y Nota 1) | 2.110,19 | 4.362,82 |
| Inversiones | 0,00 | 0,00 |
| TOTAL DEL ACTIVO NO CORRIENTE | 2.110,19 | 4.362,82 |
| TOTAL DEL ACTIVO | 3.671.077,84 | 3.053.867,08 |
| PASIVO | | |
| PASIVO CORRIENTE | | |
| Deudas (nota 1) | 0,00 | 12.390,00 |
| TOTAL DEL PASIVO CORRIENTE | 0,00 | 12.390,00 |
| TOTAL DEL PASIVO | 0,00 | 12.390,00 |
| PATRIMONIO NETO | | |
| TOTAL (Según Estado respectivo) | 3.671.077,84 | 3.041.477,08 |
| TOTAL DEL PASIVO Y PATRIMONIO NETO | 3.671.077,84 | 3.053.867,08 |

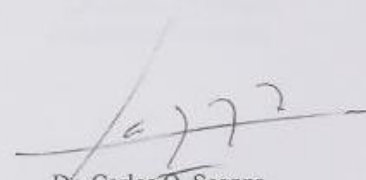
Las notas y Anexos que se acompañan forman parte integrante de este estado.

El informe se extiende en documento aparte.

Firmado para su identificación.


Adrián Alejandro Griggio
Contador Público (U.Moron)
C.P.C.E.C.A.B.A. T° 229 F° 62

Dr. Jorge O. Errecalde
Académico Tesorero


Dr. Carlos O. Scoppa
Académico Presidente

DENOMINACION: **ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**
 Domicilio Legal: AVENIDA ALVETAR 1711, 2do piso – CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES
 C.U.I.T.: 30-62755081-9
 OBJETO: Científico
 FECHA de autorización del Poder Ejecutivo Nacional: Dto. 3642 del 27 de diciembre de 1957
 EJERCICIO Nro 58 iniciado el 1ro de Enero y finalizado el 31 de Diciembre de 2016

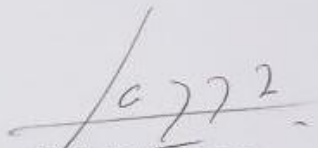
**ESTADO DE RECURSOS Y GASTOS CORRESPONDIENTES AL EJERCICIO
 FINALIZADO EL 31 DE DICIEMBRE DE 2016**

| | 31 DI 2016 | 31 DI 2015 |
|--|---------------------|---------------------|
| RECURSOS ORDINARIOS | | |
| Recursos para Fines Generales - Operativos (Anexos II y V) | 1.897.763,81 | 1.172.819,23 |
| Recursos para Fines Especificos (Anexo II) | 378,00 | 0,00 |
| Otros Recursos para Fines Generales (Anexo II) | 0,00 | 70.150,00 |
| Donaciones | 0,00 | 0,00 |
| | <u>1.898.141,81</u> | <u>1.242.969,23</u> |
| GASTOS ORDINARIOS | | |
| De Administración (Anexo III) | 1.865.488,42 | 1.154.094,88 |
| De Asignación Específica (Anexo III) | 0,00 | 0,00 |
| Amortización de Bienes (Anexo I) | 2.252,63 | 6.413,64 |
| Superávit / Déficit Operativo | <u>30.400,76</u> | <u>82.460,71</u> |
| Resultados Financieros Netos y por Tenencia (Anexo IV) | <u>599.200,00</u> | <u>955.383,19</u> |
| Superávit Final del Ejercicio | <u>629.600,76</u> | <u>1.037.843,90</u> |

Las notas y Anexos que se acompañan forman parte integrante de este estado.
 El informe se extiende en documento aparte.
 Firmado para su identificación.


 Adrián Alejandro Griggio
 Contador Público (U.Moron)
 C.P.C.E.C.A.B.A. T° 229 F° 62

Dr. Jorge O. Errecalde
 Académico Tesorero


 Dr. Carlos O. Scoppa
 Académico Presidente

DENOMINACION: **ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**
 Domicilio Legal: AVENIDA ALVEAR 1711, 2do piso – CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES
 C.U.I.T.: 30-62755081-9
 OBJETO: Científico
 FECHA de autorización del Poder Ejecutivo Nacional: Dto. 3642 del 27 de diciembre de 1957
 EJERCICIO Nro 58 iniciado el 1ro de Enero y finalizado el 31 de Diciembre de 2016

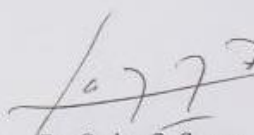
ESTADO DE EVOLUCION DEL PATRIMONIO NETO CORRESPONDIENTE AL EJERCICIO FINALIZADO EL 31 DE DICIEMBRE DE 2016

| | Año 2016 | Año 2015 |
|---|--------------|---------------|
| Reservas | | |
| Reserva para Ampliación de la Sede de la Academia | | |
| Al inicio del ejercicio | 2.334.817,90 | 1.296.974,00 |
| Aumento ejercicio | 629.600,76 | 1.037.843,90 |
| Al cierre del ejercicio | 2.964.418,66 | 2.334.817,90 |
| Resultados Acumulados | | |
| Al inicio del ejercicio | 706.659,18 | 706.659,18 |
| Superávit del ejercicio | 629.600,76 | 1.037.843,90 |
| | 1.336.259,94 | 1.744.503,08 |
| Transferido a Reservas | - 629.600,76 | -1.037.843,90 |
| Al cierre del ejercicio | 706.659,18 | 706.659,18 |
| Patrimonio Neto al cierre del ejercicio | 3.671.077,84 | 3.041.477,08 |

Las notas y Anexos que se acompañan forman parte integrante de este estado.
 El informe se extiende en documento aparte.
 Firmado para su identificación.


 Adrián Alejandro Griggio
 Contador Público (U.Moron)
 C.P.C.E.C.A.B.A. T° 229 F° 62

Dr. Jorge O. Errecalde
 Académico Tesorero


 Dr. Carlos O. Scoppa
 Académico Presidente

DENOMINACION: **ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**
 Domicilio Legal: AVENIDA ALVEAR 1711, 2do piso – CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES
 C.U.I.T.: 30-62755081-9
 OBJETO: Científico
 FECHA de autorización del Poder Ejecutivo Nacional: Dto. 3642 del 27 de diciembre de 1957
 EJERCICIO Nro 58 iniciado el 1ro de Enero y finalizado el 31 de Diciembre de 2016

ESTADO DE FLUJO DE EFECTIVO
CORRESPONDIENTE AL EJERCICIO FINALIZADO EL 31 DE DICIEMBRE DE
2016

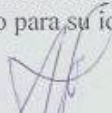
(Nota 1.4.e.)

| VARIACIONES DEL EFECTIVO | 31/12/16 | 31/12/15 |
|--|-------------------|---------------------|
| Fondos Disponibles al Inicio del Ejercicio | 3.049.504,26 | 1.998.893,49 |
| Fondos Disponibles al Cierre del Ejercicio | 3.668.667,65 | 304.9504,26 |
| Aumento / Disminución neto de fondos disponibles | 619.163,39 | 1.050.610,77 |
| <i>Fondos disponibles generados por las operaciones</i> | | |
| Ingresos Ordinarios Generales y Anteriores Cobrados (Anexos II y V) | 1.897.763,81 | 1.227.187,64 |
| Ingresos Ordinarios para Fines Específicos Cobrados (Anexo II) | 0,00 | 0,00 |
| Donaciones recibidas | 0,00 | 0,00 |
| Recupero de gastos | 378,00 | 70.150,00 |
| Aumento de cuentas a pagar | 0,00 | 12.390,00 |
| Disminución de Cuentas a Cobrar | 0,00 | 0,00 |
| Inversiones | 0,00 | 0,00 |
| Otros | 0,00 | 0,00 |
| <i>Fondos disponibles aplicados a las operaciones</i> | | |
| Devolución Partidas Presupuestarias no erogadas | 0,00 | 54.368,41 |
| Gastos de Administración Pagados (Anexo III) | 1.865.488,42 | 1.154.094,88 |
| Gastos para Fines Específicos Pagados (Anexo III) | 0,00 | 0,00 |
| Compras Bienes de Uso | 0,00 | 0,00 |
| Inversiones / colocación a Plazo Fijo | 0,00 | 0,00 |
| Aumento de cuentas por cobrar | 300,00 | 0,00 |
| Disminución de Cuentas a Pagar | 12.390,00 | 6.036,77 |
| Disminución de fondos reservados | 0,00 | 0,00 |
| Otros | | |
| <i>Fondos disponibles generados por efectos financieros</i> | | |
| Resultados Financieros positivos | 599.200,00 | 955.383,19 |
| Resultados Financieros negativos | 0,00 | 0,00 |
| Aumento / Disminución neto de fondos disponibles | 619.163,39 | 1050610,77 |

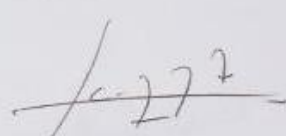
Las notas y Anexos que se acompañan forman parte integrante de este estado.

El informe se extiende en documento aparte.

Firmado para su identificación.


 Adrián Alejandro Griggio
 Contador Público (U. Moron)
 C.P.C.E.C.A.B.A. T° 229 F° 62

Dr. Jorge O. Errecalde
 Académico Tesorero


 Dr. Carlos O. Scoppa
 Académico Presidente

DENOMINACION: **ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**
Domicilio Legal: AVENIDA ALVEAR 1711, 2do piso – CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES
C.U.I.T.: 30-62755081-9
OBJETO: Científico

FECHA de autorización del Poder Ejecutivo Nacional: Dto. 3642 del 27 de diciembre de 1957
EJERCICIO Nro 58 iniciado el 1ro de Enero y finalizado el 31 de Diciembre de 2016

NOTAS A LOS ESTADOS CONTABLES AL 31 DE DICIEMBRE DE 2016


NOTA 1 - NORMAS CONTABLES LEGALES Y TÉCNICAS UTILIZADAS

Las normas contables más relevantes aplicadas por el ente en lo referente a la exposición a moneda constante en los estados contables correspondientes al ejercicio que se informa fueron las siguientes:

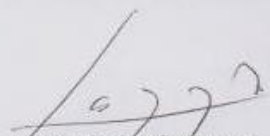
1.1 Modelo de presentación Los Estados Contables básicos han sido preparados de acuerdo con lo establecido por las resoluciones técnicas N°8 “Normas generales de exposición contable” y N°11 “Normas Particulares de Exposición Contable para Entes sin Fines de Lucro” de la Federación Argentina de Consejos Profesionales de Ciencias Económicas, según texto ordenado de “Normas profesionales de contabilidad, auditoría y sindicatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires”, aprobadas por resolución C.D. N°087/2003 por el Consejo Profesional de Ciencias Económicas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

1.2 Consideración de los efectos del cambio en el poder adquisitivo de la moneda: A partir de la sanción del Decreto N°664/03 del Poder Ejecutivo, la Inspección General de Justicia emitió la resolución general 94/2003 mediante la cual dispone que las entidades discontinuarán a partir del 1° de marzo de 2003, la aplicación del método de reexpresión en moneda homogénea establecido por la resolución técnica N°6, con las modificaciones introducidas por la resolución técnica N°19 de la Federación Argentina de Consejos Profesionales de Ciencias Económicas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Teniendo en cuenta lo enunciado en el párrafo anterior, la información contable principal se presenta según lo requerido por las normas legales vigentes, por lo que los estados contables han sido reexpresados en moneda homogénea hasta el 28 de febrero de 2003.

1.3 Criterios de medición: Las normas aplicadas responden a los criterios definidos por las resoluciones técnicas: N°16 “Marco conceptual de las normas contables profesionales” y N°17 “Normas contables profesionales: desarrollo de cuestiones de aplicación general” de la Federación Argentina de Consejos Profesionales de Ciencias Económicas, según texto ordenado de “Normas Profesionales de contabilidad, auditoría y sindicatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires”, aprobadas por resolución C.D. N°087/2003 por el Consejo Profesional de Ciencias Económicas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.


Adrián Alejandro Griggio
Contador Público (U.Moron)
C.P.C.E.C.A.B.A. T° 229 F° 62

Dr. Jorge O. Errecalde
Académico Tesorero


Dr. Carlos O. Scoppa
Académico Presidente

DENOMINACION: **ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**
Domicilio Legal: AVENIDA ALVEAR 1711, 2do piso – CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES
C.U.I.T.: 30-62755081-9

OBJETO: Científico

FECHA de autorización del Poder Ejecutivo Nacional: Dto. 3642 del 27 de diciembre de 1957
EJERCICIO Nro 58 iniciado el 1ro de Enero y finalizado el 31 de Diciembre de 2016

NOTAS A LOS ESTADOS CONTABLES AL 31 DE DICIEMBRE DE 2016
(Continuación)

1.4. Criterios de valuación aplicados

a) Activos en moneda local

Los activos en moneda local se valúan a su valor nominal.

b) Disponibilidades en moneda extranjera (dólares estadounidenses)

Las disponibilidades en moneda extranjera (dólares estadounidenses) están valuadas al tipo de cambio comprador del Banco de la Nación Argentina a la fecha de cierre de ejercicio, es decir: 15,70 pesos = 1 dólar.

c) Bienes de Uso

Los Bienes de Uso están valuados a su costo reexpresado menos la correspondiente amortización acumulada. El valor de los bienes mencionados, considerados en su conjunto, no supera su valor recuperable.

e) Estado de flujo de efectivo

Para la presentación del Estado de Flujo de Efectivo se ha adoptado la alternativa de considerar como fondos disponibles exclusivamente al saldo de los rubros caja y bancos.

NOTA 2 - COMPOSICION DE LOS RUBROS DEL ACTIVO

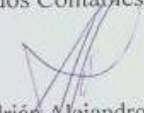
| | 31/12/16 | 31/12/15 |
|---|--------------|--------------|
| 2.1. Disponibilidades | | |
| Caja Moneda Nacional | 14.399,64 | 8.367,64 |
| Banco Nación Cta. Cte. en \$ | 291.853,78 | 275.927,98 |
| Banco Provincia Cta. Cte. en \$ | 2.614,23 | 4.608,64 |
| 2.2. Inversiones | | |
| Inversiones Moneda Extranjera ANAV (u\$s 214000,00 a u\$s1= \$ 15,70) | 3.359.800,00 | |
| Inversiones Moneda Extranjera ANAV (u\$s 214000,00 a u\$s1= \$ 12,90) | | 2.760.600,00 |
| 2.3. Créditos | | |
| Adelanto a proveedores | 300,00 | 0,00 |

NOTA 3 – Anexo III.

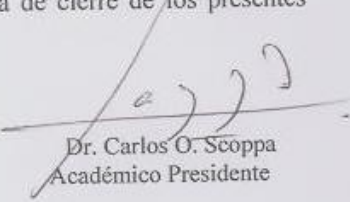
Se han desagregado las partidas integrantes de este anexo para el año 2016 por lo que la comparación de valores entre años solo procederá entre los valores totales de este Anexo.

NOTA 4 - HECHOS POSTERIORES AL CIERRE.

No se registraron hechos o acontecimientos posteriores a la fecha de cierre que pudieran modificar significativamente la situación patrimonial, a la fecha de cierre de los presentes Estados Contables, ni los resultados del ejercicio.


Adrián Alejandro Griggio
Contador Público (U.Moron)
C.P.C.E.C.A.B.A. T° 229 F° 62

Dr. Jorge O. Errecalde
Académico Tesorero


Dr. Carlos O. Scoppa
Académico Presidente

DENOMINACION: **ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**
 Domicilio Legal: AVENIDA ALVEAR 1711, 2do piso – CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES
 C.U.I.T.: 30-62755081-9

OBJETO: Científico

FECHA de autorización del Poder Ejecutivo Nacional: Dto. 3642 del 27 de diciembre de 1957

EJERCICIO Nro 58 iniciado el 1ro de Enero y finalizado el 31 de Diciembre de 2016

**CUADRO DE BIENES DE USO
 POR EL EJERCICIO FINALIZADO EL 31 DE DICIEMBRE DE 2016**

ANEXO I

| RUBROS | SALDOS AL INICIO | ALTAS BAJAS | SALDOS AL CIERRE | A MORTIZACION ES | | | NETO 31/12/15 |
|----------------------------|------------------------|----------------|------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | | | AL INICIO | DEL EJERCICIO | TOTAL | |
| Existencias Varias | 0,49 | 0,00 | 0,49 | 0,48 | 0,00 | 0,48 | 0,01 |
| Máquinas y Herramientas | 30,01 | 0,00 | 30,01 | 30,00 | 0,00 | 30,00 | 0,01 |
| Biblioteca | 2.110,16 | 0,00 | 2.110,16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2.110,16 |
| Muebles y útiles | 96.550,31 | 0,00 | 96.550,31 | 94.297,67 | 2.252,63 | 96.550,30 | 0,01 |
| TOTALES | 98.690,97 | 0,00 | 98.690,97 | 94.328,15 | 2.252,63 | 96.580,78 | 2.110,19 |

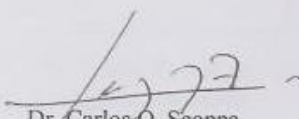
Las notas y Anexos que se acompañan forman parte integrante de este estado.

El informe se extiende en documento aparte.

Firmado para su identificación.


 Adrián Alejandro Griggio
 Contador Público (U.Moron)
 C.P.C.E.C.A.B.A. T° 229 F° 62

Dr. Jorge O. Errecalde
 Académico Tesorero


 Dr. Carlos O. Scoppa
 Académico Presidente


DENOMINACION: **ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**
 Domicilio Legal: AVENIDA ALVEAR 1711, 2do piso - CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES
 C.U.I.T.: 30-62755081-9
 OBJETO: Científico
 FECHA de autorización del Poder Ejecutivo Nacional: Dto. 3642 del 27 de diciembre de 1957
 EJERCICIO Nro 58 iniciado el 1ro de Enero y finalizado el 31 de Diciembre de 2016

**RECURSOS ORDINARIOS
 CORRESPONDIENTES AL EJERCICIO FINALIZADO AL 31 DE DICIEMBRE DE
 2016**

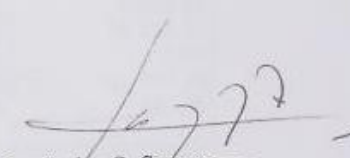
ANEXO II

| | PARA FINES | | DIVERSOS | TOTAL | TOTAL |
|---|--------------|----------------|--------------|----------------|------------------|
| | GENERALES | ESPECIFICOS | | 31/12/16 | 31 Dic 2015 |
| Donaciones Recibidas | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Reintegro de gastos Por eventos institucionales | 0,00 | 378,00 0,00 | 0,00 0,00 | 378,00 0,00 | 70150,00 0,00 |
| Subsidios (Anexo V) | 1.897.763,81 | 0,00 | 0,00 | 1.897.763,81 | 1172819,23 |
| Totales | 1.897.763,81 | 378,00 | 0,00 | 1.898.141,81 | 1242969,23 |

Las notas y Anexos que se acompañan forman parte integrante de este estado.
 El informe se extiende en documento aparte.
 Firmado para su identificación.


 Adrián Alejandro Griggio
 Contador Público (U.Moron)
 C.P.C.E.C.A.B.A. T° 229 F° 62

Dr. Jorge O. Errecalde
 Académico Tesorero


 Dr. Carlos O. Scoppa
 Académico Presidente

DENOMINACION: **ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**
 Domicilio Legal: AVENIDA ALVEAR 1711, 2do piso – CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES
 C.U.I.T.: 30-62755081-9

OBJETO: Científico

FECHA de autorización del Poder Ejecutivo Nacional: Dto. 3642 del 27 de diciembre de 1957
 EJERCICIO Nro 58 iniciado el 1ro de Enero y finalizado el 31 de Diciembre de 2016

**GASTOS GENERALES DE ADMINISTRACION
 CORRESPONDIENTES AL EJERCICIO FINALIZADO EL 31 DE DICIEMBRE DE
 2016**

ANEXO III

| | 31/12/16 | 31 Dic 2015 |
|--|---------------------|---------------------|
| <i>Por Actividades Institucionales Académicas y Científicas:</i> | | |
| Asambleas Plenarias | 85.122,00 | 41.948,00 |
| Incorporación Académicos | 31.064,20 | 2.230,00 |
| Viajes Académicos | 125.172,92 | 15.634,20 |
| Gastos protocolares | 18.870,64 | 16.064,46 |
| Locación de servicios: biblioteca | 46.844,00 | 77.057,00 |
| Otras actividades Académicas | 49.118,70 | 16.705,00 |
| Premios | 34.060,00 | 0,00 |
| <i>Por administración:</i> | | |
| Sueldos Personal | 609.621,35 | 471.198,81 |
| Cargas Sociales | 196.766,78 | 160.436,00 |
| Honorarios Profesionales | 181.907,00 | 137.916,00 |
| Servicios Públicos | 29.249,30 | 11.375,54 |
| Franqueo | 52.318,00 | 31.398,00 |
| Locaciones de servicios: limpieza | 71.500,00 | 47.626,00 |
| Abonos de mantenimiento operativo | 55.170,00 | 14.170,00 |
| Librería e Insumos | 27.343,00 | 14.572,50 |
| Mantenimiento Refacciones | 114.811,19 | 2.945,30 |
| Seguros | 2.182,06 | 1.664,50 |
| Servicios Varios | 67.794,12 | 53.638,16 |
| Gastos bancarios | 9.080,13 | 6.563,22 |
| Gastos generales | 22.033,76 | 19.317,72 |
| Publicaciones | 0,00 | 0,00 |
| Movilidad y traslados | 23.266,84 | 10.747,39 |
| Varios | 0,00 | 887,08 |
| TOTAL | 1.865.488,42 | 1.154.094,88 |

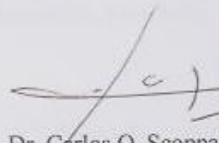
Las notas y Anexos que se acompañan forman parte integrante de este estado.

El informe se extiende en documento aparte.

Firmado para su identificación.


 Adrián Alejandro Griggio
 Contador Público (U.Moron)
 C.P.C.E.C.A.B.A. T° 229 F° 62

Dr. Jorge O. Errecalde
 Académico Tesorero


 Dr. Carlos O. Scoppa
 Académico Presidente

DENOMINACION: **ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**
 Domicilio Legal: AVENIDA ALVEAR 1711, 2do piso – CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES
 C.U.I.T.: 30-62755081-9
 OBJETO: Científico
 FECHA de autorización del Poder Ejecutivo Nacional: Dto. 3642 del 27 de diciembre de 1957
 EJERCICIO Nro 58 iniciado el 1ro de Enero y finalizado el 31 de Diciembre de 2016

**RESULTADOS FINANCIEROS NETOS Y POR TENENCIA
 CORRESPONDIENTES AL EJERCICIO FINALIZADO EL 31 DE DICIEMBRE DE
 2016**

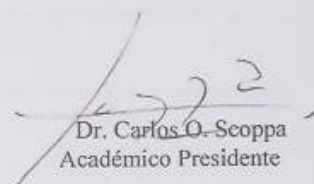
ANEXO IV

| DETALLE | 31/12/16 | 31 Dic 2015 |
|---|-------------------|-------------------|
| Intereses Positivos | 0,00 | 0,00 |
| Diferencias de Cotización Positivas ganadas | 599.200,00 | 955.383,19 |
| | 599.200,00 | 955.383,19 |
| Menos: | | |
| Intereses Negativos | 0,00 | 0,00 |
| Diferencias de Cotización Negativas perdidas | 0,00 | 0,00 |
| | 0,00 | 0,00 |
| TOTAL de Resultados Financieros y por Tenencia | 599.200,00 | 955.383,19 |

Las notas y Anexos que se acompañan forman parte integrante de este estado.
 El informe se extiende en documento aparte.
 Firmado para su identificación.


 Adrián Alejandro Griggio
 Contador Público (U.Moron)
 C.P.C.E.C.A.B.A. T° 229 F° 62

Dr. Jorge O. Errecalde
 Académico Tesorero


 Dr. Carlos O. Scoppa
 Académico Presidente

DENOMINACION: **ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**
 Domicilio Legal: AVENIDA ALVEAR 1711, 2do piso – CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES
 C.U.I.T.: 30-62755081-9

OBJETO: Científico


FECHA de autorización del Poder Ejecutivo Nacional: Dto. 3642 del 27 de diciembre de 1957
 EJERCICIO Nro 58 iniciado el 1ro de Enero y finalizado el 31 de Diciembre de 2016

**SUBSIDIOS DE LA TESORERIA GENERAL DE LA NACION RECIBIDOS
 DURANTE EL EJERCICIO FINALIZADO EL 31 DE DICIEMBRE DE 2016**

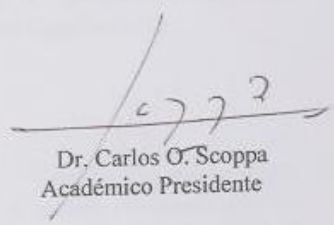
ANEXO V

| Fecha depósito | Comprobante | Importe | Corresponde a |
|----------------|-------------|-----------------|-------------------------------------|
| 04/02/2016 | | \$ 84.443,78 | Sueldos Enero de 2016 |
| 12/02/2016 | | \$ 52.733,00 | Gastos Enero de 2016 |
| 09/02/2016 | | \$ 84.443,78 | Sueldos Febrero de 2016 |
| 18/03/2016 | | \$ 84.443,78 | Sueldos Marzo de 2016 |
| 18/03/2016 | | \$ 52.733,00 | Gastos Febrero de 2016 |
| 22/03/2016 | | \$ 52.733,00 | Gastos Marzo de 2016 |
| 21/04/2016 | | \$ 84.443,78 | Sueldos Abril de 2016 |
| 26/04/2016 | | \$ 52.733,00 | Gastos Abril de 2016 |
| 23/05/2016 | | \$ 84.443,78 | Sueldos Mayo de 2016 |
| 23/05/2016 | | \$ 10.173,32 | Gastos Mayo de 2016 |
| 26/05/2016 | | \$ 42.559,68 | Gastos Mayo de 2016 |
| 16/06/2016 | | \$ 52.733,00 | Gastos Junio de 2016 |
| 16/06/2016 | | \$ 22.333,32 | Sueldos Junio de 2016 parcial |
| 16/06/2016 | | \$ 42.221,89 | 1er SAC proporcional de 2016 |
| 16/06/2016 | | \$ 62.110,46 | Sueldos Junio de 2016 parcial |
| 16/06/2016 | | \$ 5.911,06 | Sueldos Junio de 2016 ajuste |
| 25/07/2016 | | \$ 2.955,53 | 1er SAC proporcional de 2016 ajuste |
| 25/07/2016 | | \$ 98.799,22 | Sueldos Julio de 2016 |
| 29/07/2016 | | \$ 52.733,00 | Gastos Julio de 2016 |
| 05/08/2016 | | \$ 52.733,00 | Gastos Agosto de 2016 |
| 09/08/2016 | | \$ 110.621,35 | Sueldos Agosto de 2016 |
| 09/08/2016 | | \$ 52.733,00 | Gastos Septiembre de 2016 |
| 14/09/2016 | | \$ 110.621,35 | Sueldos Septiembre de 2016 |
| 16/09/2016 | | \$ 52.733,00 | Gastos Octubre de 2016 |
| 17/10/2016 | | \$ 110.621,35 | Sueldos Octubre de 2016 |
| 19/10/2016 | | \$ 43.401,86 | Gastos Noviembre de 2016 parcial |
| 17/11/2016 | | \$ 9.331,14 | Gastos Noviembre de 2016 parcial |
| 21/11/2016 | | \$ 110.621,35 | Sueldos Noviembre de 2016 |
| 23/11/2016 | | \$ 55.310,68 | 2do SAC 2016 |
| 07/12/2016 | | \$ 110.621,35 | Sueldos Diciembre de 2016 |
| 13/12/2016 | | \$ 52.733,00 | Gastos Diciembre de 2016 |
| 13/12/2016 | | \$ 1.897.763,81 | TOTAL |

Las notas y Anexos que se acompañan forman parte integrante de este estado. El informe se extiende en documento aparte.
 Firmado para su identificación.


 Adrián Alejandro Griggio
 Contador Público (U.Moron)
 C.P.C.E.C.A.B.A. T° 229 F° 62

Dr. Jorge O. Errecalde
 Académico Tesorero


 Dr. Carlos O. Scoppa
 Académico Presidente

DENOMINACION: **ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**
Domicilio Legal: AVENIDA ALVEAR 1711, 2do piso – CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES
C.U.I.T.: 30-62755081-9

OBJETO: Científico

FECHA de autorización del Poder Ejecutivo Nacional: Dto. 3642 del 27 de diciembre de 1957
EJERCICIO Nro 58 iniciado el 1ro de Enero y finalizado el 31 de Diciembre de 2016

INFORME DEL AUDITOR

Señores Miembros
de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

1. Informe sobre los estados contables

En mi carácter de Contador Público independiente, he auditado los estados contables de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria detallados en el apartado siguiente:

- Estado de Situación Patrimonial al 31 de diciembre de 2016,
- Estado de Recursos y Gastos por el ejercicio finalizado el 31 de diciembre de 2016,
- Estado de Evolución del Patrimonio Neto por el ejercicio finalizado el 31 de diciembre de 2016,
- Estado de Flujo de Efectivo por el ejercicio finalizado el 31 de diciembre de 2016,
- Notas 1 a 3 y Anexos I a V que forman parte integrante de los Estados Contables al 31 de diciembre de 2016, resumen de las políticas contables significativas y otra información explicativa.


Las cifras y otra información correspondientes al ejercicio económico terminado el 31 de diciembre de 2015 son parte integrante de los estados contables mencionados precedentemente y se las presenta con el propósito de que se interpreten exclusivamente en relación con las cifras y con la información del ejercicio económico actual.

2. Responsabilidad del órgano de dirección en relación con los estados contables

La Dirección es responsable de la preparación y presentación razonable de los estados contables adjuntos de conformidad con las normas contables profesionales argentinas y del control interno que la dirección considere necesario para permitir la preparación de estados contables libres de incorrecciones significativas.

3. Responsabilidad del auditor

Mi responsabilidad consiste en expresar una opinión sobre los estados contables adjuntos basada en mi auditoría. He llevado a cabo mi examen de conformidad con las normas de auditoría establecidas en la Resolución Técnica N° 37 de la Federación Argentina de Consejos Profesionales de Ciencias Económicas. Dichas normas exigen que cumpla los requerimientos de ética, así como que planifique y ejecute la auditoría con el fin de obtener una seguridad razonable de que los estados contables están libres de incorrecciones significativas.


Adrián Alejandro Griggio
Contador Público (U.Moron)
C.P.C.E.C.A.B.A. T° 229 F° 62

DENOMINACION: **ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**
Domicilio Legal: AVENIDA ALVEAR 1711, 3do piso – CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES
C.U.I.T.: 30-62755081-9

OBJETO: Científico

FECHA de autorización del Poder Ejecutivo Nacional: Dto. 3642 del 27 de diciembre de 1957
EJERCICIO Nro 58 iniciado el 1ro de Enero y finalizado el 31 de Diciembre de 2016

INFORME DEL AUDITOR – Continuación

Una auditoría conlleva la aplicación de procedimientos para obtener elementos de juicio sobre las cifras y la información presentadas en los estados contables. Los procedimientos seleccionados dependen del juicio del auditor, incluida la valoración de los riesgos de incorrecciones significativas en los estados contables. Al ejecutar dichas valoraciones del riesgo, el auditor tienen en cuenta el control interno pertinente para la preparación y presentación razonable por parte de la entidad de los estados contables, con el fin de diseñar los procedimientos de auditoría que sean adecuados en función de las circunstancias y no con la finalidad de expresar una opinión sobre la eficacia del control interno de la entidad. Una auditoría también incluye la evaluación de la adecuación de las políticas contables aplicadas y de la razonabilidad de las estimaciones contables realizadas por la Dirección de la entidad, así como la evaluación de la presentación de los estados contables en su conjunto. Considero que los elementos de juicio que he obtenido proporcionan una base suficiente y adecuada para mi opinión de auditoría.


4. Opinión

En mi opinión, los Estados Contables adjuntos presentan razonablemente, en todos sus aspectos significativos, la situación patrimonial de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria al 31 de diciembre de 2016, así como sus resultados, la evolución de su patrimonio neto y el flujo de su efectivo correspondientes a los ejercicios económicos terminados en esas fechas, de conformidad con normas contables profesionales argentinas.

5. Informe sobre otros requerimientos legales y reglamentarios

- a) Según surge de los registros contables de la entidad, al 31 de diciembre de 2016 no existe pasivo devengado ni exigible a favor del Sistema Integrado Previsional Argentino en concepto de aportes y contribuciones previsionales.
- b) He aplicado los procedimientos sobre prevención de lavado de activos de origen delictivo y financiación del terrorismo, previstos en la Resolución N° 420/11 de la Federación Argentina de Consejos Profesionales de Ciencias Económicas.

Buenos Aires, 03 de Marzo de 2017.


Adrián Alejandro Griggio
Contador Público (U.Moron)
C.P.C.E.C.A.B.A. T° 229 F° 62



Profesional de Ciencias Económicas
de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires



Buenos Aires 3/ 5/2017 01-0 T. 24 Legalización: N° 181030

LEGALIZAMOS, de acuerdo con las facultades otorgadas a este CONSEJO PROFESIONAL por las leyes 466 (Art. 2. inc. d y e) y 20.488 (Art. 21 inc. i) la actuación profesional de fecha

3/ 3/2017 referida a [redacted] de fecha 31/12/2016 perteneciente a ACADEMIA NACIONAL DE [redacted] 30-62755061-9 para ser presentada ante

actuación se corresponde con la que el Dr.

20-16171976-b tiene registrada en la matrícula CP T° 0229 F° 062 que se han efectuado los controles de matrícula vigente y control formal de dicha actuación profesional de conformidad con lo previsto en la Res. C 236/88, no implicando estos controles la emisión de un juicio técnico sobre la tarea profesional, y que

firma en carácter de socio de

[redacted]

LA PRESENTE LEGALIZACION NO ES VALIDA SI CARECE DEL SELLO Y FIRMA DEL SECRETARIO DE LEGALIZACIONES



Dr. DANIEL L. ZUNINO
CONTADOR PUBLICO (U.B.A.)
SECRETARIO DE LEGALIZACIONES

N° H 1725693