

ANALES DE LA ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMIA Y VETERINARIA. 2012. TOMO LXVI.  
BUENOS AIRES. ARGENTINA. ISSN 0327-8093  
PAG. 325-338

Incorporación del Académico Correspondiente Ing Agr Carlos Senigagliesi

## Conferencia

# La Agricultura Pampeana hoy. Un aporte en el análisis de su sustentabilidad

Ing Agr Carlos A. Senigagliesi

## CONCEPTUALIZACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD

El concepto Agricultura Sustentable (AS) comenzó a utilizarse a finales de la década de 1980. Anteriormente se hacía referencia a la Agricultura Conservacionista ya que se tenía en cuenta únicamente la preservación del medio ambiente, en particular del suelo.

Hoy entendemos por AS a la actividad que se realiza en un sistema de producción que tiene la condición de mantener la productividad y ser útil a la sociedad en el largo plazo, abasteciendo de productos a precio razonables.

En la utilización de esta terminología se distinguen básicamente dos enfoques. Uno que es más bien reduccionista prioriza el aspecto ambiental. Algunas definiciones dentro de este enfoque sostienen que la AS hace uso de los recursos naturales para satisfacer las necesidades de la humanidad preservándolos y/o mejorándolos evitando la degradación y asegurando un desarrollo productivo a largo plazo con altos rendimientos, utilizando tecnologías y prácticas de manejo que mejoren la eficiencia biológica del sistema (De Camino y Müller, 1993; Altieri y Nicholls, 2000).

Algunos autores justificaban incluso que debe mantenerse en la definición solo lo ambiental para no minimizar su importancia y que lo económico y social debería ser considerado como parte del contexto en que se desarrolla la agricultura (Crews et al, 1991).

El enfoque más amplio incorpora además de lo ambiental y productivo, elementos económicos, sociales y políticos. Algunas definiciones dentro de este enfoque como la de FAO, expresa que la AS además de asegurar la satisfacción de las necesidades humanas en forma continuada para la presente y las futuras generaciones preservando los recursos naturales, es técnicamente apropiada, económicamente viable y socialmente aceptable. (FAO, 1992, citado por Von Der Weid, 1994).

Otras definiciones profundizan más en lo económico y social. En ese sentido, establecen que los bienes y servicios provenientes de los sistemas de producción deben estar equitativamente distribuidos entre los participantes del proceso (IICA-GTZ, 1991), que alcancen una dimensión espacial beneficiando a las personas más allá de un país o región (Allen et al, 1991), incluyendo a todas las condiciones sociales de clase, género y raza (Allen y Sachs, 1993).

Es evidente que las definiciones sobre AS no son totalmente coincidentes debido a que reflejan los intereses particulares de los distintos grupos o sectores que la promueven, sean estos productores, ambientalistas, científicos agrícolas o investigadores sociales (Francis y Youngberg, 1990). Como resulta casi imposible consensuar una sola definición, numerosos autores prefieren considerarla como un marco de referencia proveniente de un enfoque holístico e interdisciplinario, flexible y adaptado a las condiciones particulares de cada país o región.

Actualmente la mayor parte de los estudiosos de la sustentabilidad de los sistemas de producción agropecuarios coinciden que para su análisis deben tomarse en cuenta los siguientes criterios:

- Ser ecológicamente válido. Esto es, debe tender al mantenimiento y restauración de los recursos naturales, lo que implica

que estos recursos se usen de manera de minimizar las pérdidas de nutrientes y energía y se reduzca o evite la contaminación.

-Ser económicamente viable. Esto es que los ingresos garanticen retornos suficientes que cubran los costos asegurando una fuente permanente de ingresos con altos niveles de productividad, a fin de darle viabilidad y continuidad al sistema.

-Ser socialmente justo. Esto es que el poder y los recursos sean distribuidos en forma equitativa, que se promueva la auto-gestión y que la participación garantice el control de los medios de producción y de los recursos naturales.

-Ser adaptable. Esto es que el sistema de producción sea capaz de adaptarse a los cambios externos, es decir, a las distintas políticas agropecuarias implementadas así como a las condiciones de mercado y a los procesos sociales y productivos que se presenten.

## **ESTADO ACTUAL DE LA AGRICULTURA PAMPEANA**

### *ANTECEDENTES*

La forma de producción en la región pampeana sufrió un proceso de agriculturización que se inició en la década del sesenta y se intensificó en los setenta. Se fue abandonando el modelo de producción mixto con agricultura y ganadería, que incluía la rotación con pasturas perennes por cuatro o cinco años período en el cual se recomponía la fertilidad química y las propiedades físicas reducidas por el ciclo agrícola.

Dos desarrollos tecnológico influyeron para que se consolidara la agricultura continua o permanente: la aparición de las variedades de trigo mexicanos provenientes del programa de mejoramiento del INTA, que aumentaron notablemente el potencial de

rendimiento del trigo y el advenimiento de la soja, cultivo que se adaptó a la siembra después del trigo conformando el sistema de doble cultivo trigo-soja, altamente productivo y rentable, desplazando a la ganadería y a otros cultivos como el maíz.

El exceso de laboreo, la quema de rastrojo de trigo para la siembra de la soja, el escaso o nulo uso de fertilizantes contribuyeron a acelerar la degradación físico química de los suelos y fundamentalmente, la erosión hídrica a niveles realmente muy preocupantes cuya manifestación no era solo la erosión laminar sino también en surcos y en cárcavas, afectando no solo a la tierra productiva sino también infraestructura y caminos. El proceso erosivo era común a otros países limítrofes y su gravedad impulsó a realizar acciones para tomar conciencia del problema. La academia Nacional de Agronomía y Veterinaria tuvo un rol fundamental organizando junto con el INTA en 1979, el Simposio Internacional sobre "La erosión hídrica de la Cuenca del Plata". Posteriormente en 1984, ambas instituciones organizaron la "Conferencia Nacional sobre Erosión y Conservación del Suelo" con un gran suceso por la calidad de los trabajos presentados y por la gran concurrencia a la misma. A esta tarea de motivación y concientización concurrió la publicación de un extenso trabajo "La conservación del suelo y del agua e inundaciones en la Cuenca del Plata. Operativo paraguas" de gran trascendencia.

En la parte operativa, el INTA realizó investigaciones y desarrollos tecnológicos desde los inicios de la década del 70, muchas de ellas en convenios con otras instituciones como la FAO y el INRA. En 1986 puso en marcha el Proyecto de Agricultura Conservacionista PAC, implementando actividades de experimentación, adaptación de tecnologías, capacitación y difusión en un área de unas 5 millo-

nes de has en el centro de la zona agrícola donde los problemas de degradación y erosión de los suelos eran más notorios, ubicada en el sur de Santa Fe, Sud Este de Córdoba, Sur Oeste de Entre Ríos y Nor Este de Buenos Aires. El conjunto de tecnologías adecuadas para frenar y revertir el proceso habían sido desarrolladas a nivel experimental y evaluadas en muy pocos lugares dentro del área. Este proyecto dio inicio a la difusión y adopción a escala importante de prácticas como la sistematización de suelos, el uso de fertilizantes, la labranza mínima y vertical para dejar cobertura de rastrojos y especialmente la siembra directa (Senigagliesi, 1988) Al final de la primera etapa del proyecto, en 1990, de unas pocas miles de has en siembra directa se habían cuantificado más de 90.000 has, cifra todavía poco relevante dado la magnitud del área problema pero muy significativa por la proporción de ese incremento.

En pocos años el crecimiento de esta tecnología fue exponencial por el desarrollo de sembradoras adaptadas a la siembra con rastrojo en superficie, la disponibilidad de herbicidas más eficientes y especialmente, por la aparición de la soja RR que permitió el uso del glifosato en post emergencia, facilitando y abaratando el control de malezas. También por acciones realizadas por diferentes instituciones como AAPRESID creada en 1989, la Fundación Producir Conservando, entre otras y el interés de las empresas proveedoras de insumos y maquinarias (Senigagliesi y Massoni, 2002).

### *ASPECTOS PRODUCTIVOS, TECNOLÓGICOS Y AMBIENTALES*

En los últimos 20 años, el área cultivada con granos pasó de 17,8 a 33,9 millones de has (+90%). De esa superficie, la soja es

53%, el maíz el 14%, el trigo el 13%, el girasol el 5% y el 14% con el resto de cultivos, cebada, sorgo, etc (<http://siia.gov.ar>). Vale decir que existen pocas posibilidades de una adecuada rotación ya que la soja, especialmente en el área pampeana central es el principal cultivo que se realiza.

Durante este período la producción pasó de 40 a 100 millones de hectáreas (+153%) por lo que el aumento de producción no se debió exclusivamente a un aumento de área sino también a una mayor productividad (de 2,24 a 2,97 tn/ha). El maíz creció en rendimiento unitario a una tasa de 78 kg/ha/año, la soja a 28 kg/ha/año y el trigo a 38 kg/ha/año. Este nivel de productividad y su evolución, que a priori resulta satisfactorio, en realidad está muy por debajo de lo posible en función de los recursos (suelo y clima) disponibles. Existen evidencias que muestran que por distintos desajustes en el paquete tecnológico utilizado, se están obteniendo 1000 kg/ha menos en soja y hasta 5000 kg/ha menos en maíz (Mendez, 2012)

Un estudio específico sobre brecha tecnológica y productividad muestra que, para el caso del cultivo principal, soja, solo en el 30 % del área sembrada (que representa el 36% de la producción) se aplica correctamente el paquete tecnológico que optimiza el rendimiento, mientras que en el 53% del área sembrada (que representa el 51% de la producción) utiliza un nivel tecnológico medio cuya productividad es un 19% inferior al nivel óptimo y un 17% del área (que representa el 13% de la producción) aplica un nivel tecnológico bajo cuyo rendimiento es un 39% inferior al obtenido con un nivel tecnológico alto (Cap y Gonzalez, 2002).

Un trabajo más específico referido a la producción por unidad de superficie más que al rendimiento de cada cultivo, realizado

en el área sur de Santa Fe, muestra que con el monocultivo de soja se obtiene un rendimiento promedio en torno a 3.550 Kg/ha/año. Con sistemas de producción que también incluye trigo y soja de segunda además de soja de primera, el rendimiento promedio se incrementa a 4.730 kg/ha/año y en otros sistemas más intensificados y diversificados, con soja de primera, trigo y soja de segunda y maíz, el nivel de productividad promedio se eleva a 7.833 kg/ha/año (Martínez y Cordone, 2008).

En síntesis, si se analizan a los sistemas de producción en términos de producción por ha/año, se tiene que con un solo cultivo por año (soja) la productividad es muy baja. De igual modo si la consideramos en términos de producción por mm de lluvia disponible, recurso tan o más escaso que la tierra, nos da una cifra promedio de aproximadamente 3 a 3,5 kg granos por mm lluvia. La razón principal, más allá de los desajustes en el paquete tecnológico, es la baja intensidad del uso del suelo, principalmente con soja. En la medida que se incluyan más cereales, de mayor productividad y se aumente la intensidad del uso del suelo (más de un cultivo por año), el nivel de productividad aumentará, con el consiguiente beneficio de un mayor aporte de carbono al suelo y de una mayor eficiencia del uso del agua disponible.

Respecto a las tecnologías de producción, llegamos a nuestros días con sistemas de producción en los que la siembra directa está adoptada en un 78.5% del área sembrada, con unas 25 millones de has. La aparición de las variedades de soja con resistencia genética al glifosato (RR) favoreció la expansión de la siembra directa.

Como es ampliamente conocido, este sistema de siembra sin laboreo del suelo tiene muchas ventajas, ya sea en la productividad de los cultivos (principalmente por mejor utilización del agua

disponible), en el resultado económico (por menor requerimiento de maquinaria, mano de obra y energía) y en la conservación del ambiente (conservación del suelo, balance de materia orgánica, menores emisiones de gases de efecto invernadero), especialmente cuando esta técnica está asociada a una correcta rotación de cultivos donde los cereales aportan importantes volúmenes de rastrojo (Senigagliaesi, 2004). Respecto a la erosión, uno de los problemas más graves de la década del ochenta, salvo en los suelos con pendiente mayor al 1,5-2 % y en años muy lluviosos (situación donde se requieren prácticas para reducir el escurrimiento del agua, como las terrazas y los desagües empastados, etc), la erosión hídrica se ha reducido en forma muy significativa.

La materia orgánica es formadora de estructura y de CIC, junto con el aporte de nutrientes y muchos otros compuestos útiles para el crecimiento de las plantas. El aporte de rastrojo contribuye a la vida del suelo a través de micro organismos: hongos, bacterias y micorrizas y de la meso y micro fauna: artrópodos, insectos y lombrices. Contribuye a mantener las propiedades físicas del suelo.

Por el predominio de la soja casi como único cultivo, el aporte de rastrojos para mantener estable o aumentar el stock de carbono en el suelo (COS) es insuficiente. Existen numerosos estudios que muestran el afecto a largo plazo sobre el COS de distintas rotaciones y sistemas de labranzas. Lattanzi y col, 2006, señalan que después de 30 años, la soja como monocultivo deja la menor cantidad de COS, con un nivel del 50% respecto al de un suelo virgen, mientras que rotaciones con alta proporción de gramíneas como Trigo, Maíz y Sorgo (TS-M; M-S; So-S) en siembra directa y con dosis de fertilizantes adecuadas, estabilizan el nivel de COS en un 60% respecto al suelo virgen. Rotaciones que incluyen pastu-

ras y cultivos agrícolas fueron las que proporcionan mayor aporte de COS, con un nivel del 65% respecto al suelo virgen. Utilizando la metodología de simulación con un modelo calibrado para la zona central de la región pampeana, también se ha demostrado la pérdida de COS en el largo plazo con monocultivo de soja. Andriulo e Irizar 2010, establecen que para esta región se requiere un aporte anual de carbono de alrededor de 4,5 tn para mantener el stock, vale decir entre 10 a 11 tn de materia seca proveniente de los rastrojos. Además de aportar a través de la soja menos de la mitad de la cantidad requerida, el tipo de material (relación C:N de 40:1 muy baja en comparación con gramíneas como maíz o sorgo que tienen relaciones C:N de 100:1) favorece la rápida descomposición sin llegar a formar componentes húmicos estables. Debería haber mayor proporción de maíz, trigo, sorgo en rotación con soja de manera de aumentar sostenidamente el aporte de carbono, pero las causas de la siembra casi exclusivamente de soja se deben a factores económicos que veremos más adelante.

En otro estudio utilizando la misma metodología, se evaluó que en un período de 40 años, en monocultivo de soja se tenía una pérdida de 4,21 tn/C/ha mientras que con una secuencia M/S (como doble cultivo) se tenía una ganancia de 5,21 tn/C/ha en el mismo período (Miranda y col, 2012).

Cordone y col, 2004, encontraron en el sur de Santa Fe que con el modelo productivo predominante de soja (7 años de soja de 1º, 2 años de trigo-soja y 1 año de maíz en una serie de 10 años), la pérdida neta de carbono era de 4,83 tn/ha en ese período. Con una secuencia maíz - soja de primera, la pérdida de carbono se redujo a 1,75 tn/ha. Solo con una secuencia de trigo/soja-maíz se tenía un balance positivo de carbono.

En un trabajo más reciente, con resultados semejantes en cuanto a la pérdida de COS (3,1 tn/ha en 10 años) y una pérdida de rendimiento acumulada de la soja en el mismo período de 705 kg/ha, la pérdida económica acumulada fue de 248 u\$/ha (81,3 u\$/tn COS), resultando los más afectados el productor primario por menor ingreso y el estado por menor percepción de impuestos con el 57,1% y el 29,25 respectivamente. En menor proporción la industria (13 %). Además de la pérdida por productividad, el costo calculado por emisión de CO<sub>2</sub> fue de 154 u\$/ha, por lo que la pérdida total ascendería a 402 u\$/ha en el período de 10 años (Trossero y col, 2012).

Un problema relacionado con el sistema de cultivo es la presencia de capas compactadas en los suelos. La ausencia de remoción, la presencia de maquinaria agrícola de mayor peso, el tránsito en húmedo, la falta de rotación de cultivos adecuadas (escaso aporte de residuos de cosecha por ausencia de gramíneas), el alto contenido de limo y bajo porcentaje de materia orgánica del horizonte superficial del suelo, producen un aumento de la densidad aparente formando capas compactadas entre los 10 y 20 cm de profundidad.

La compactación modifica el volumen y la organización de los poros del suelo, altera el estado de agregación y las interacciones existentes entre las fases sólida, líquida y gaseosa, disminuyendo la conductividad, la permeabilidad y la difusión del agua a través del sistema poroso. Reducciones en rendimiento de granos atribuible a alta impedancia mecánica han sido reportadas en varias especies cultivadas en un amplio rango de suelos, desde arenosos a arcillosos (Gerster, 2008).

Es un fenómeno de carácter acumulativo generado por la aplicación de cargas superficiales, cuyo principal causante es el trán-

sito de la maquinaria agrícola. Afecta asimismo el crecimiento radicular sobre todo en condiciones de baja humedad. Tanto por el impacto en la economía del agua como por el crecimiento de las raíces, la producción de los cultivos se ve afectada especialmente en años secos.

Los procesos naturales de recuperación de los suelos deteriorados por compactación, tales como ciclos de humectación-desecación, congelamiento-descongelamiento, actividad biológica, generación de poros por acción de raíces, incorporación de materia orgánica por la rotación de cultivos, no son suficientes en las condiciones de esta región. Por ello existe interés creciente en el uso de labores mecanizadas mediante implementos descompactadores (escarificadores, subsoladores), que se presentan como una alternativa viable en el corto plazo para corregir o atenuar los efectos negativos de la compactación.

Otro aspecto negativo del actual sistema de producción es la *insuficiente reposición de nutrientes*. Si bien se ha incrementado el uso de fertilizantes alcanzando cuatro millones de toneladas, se ha determinado que mediante la fertilización se repone solo el 35 % de los nutrientes extraídos, si bien las cifras de reposición son diferentes entre los nutrientes, siendo de 30% para el N, 39% para el P, 29% para el S y 1 % para el K (García, 2012).

La situación tiende a agravarse porque la soja es el cultivo en el que menos fertilizante se aplica en función de sus requerimientos, contribuyendo la relativamente baja respuesta del cultivo a la fertilización en comparación con otros como los cereales. Por cada tn de grano de soja, se van casi 100 kg de nutrientes (60 kg de N, 5.2 kg de P, 19.5 kg de K, 4.7 kg de S, 2.7 kg de Mg y 3.05 kg de Ca) de los cuales, solo el N es aportado en parte por el proceso de fijación

simbiótica (entre un 30 y un 70% de lo requerido) mientras que los demás nutrientes deben ser aportados por los fertilizantes.

En cuanto al panorama fitosanitario, una consecuencia del monocultivo es el incremento de la incidencia de las enfermedades en soja, lo que es muy evidente en las foliares de fin de ciclo como la mancha marrón, la mancha morada y la mancha en ojo de rana. Asimismo las podredumbres de raíz y tallo (muerte súbita y *macrophomina*). El rastrojo en superficie favorece la persistencia de algunas enfermedades en cereales, como la mancha amarilla y el *fusarium* en trigo y las podredumbres de tallo y espiga en maíz, incrementando el nivel de incidencia y de daños en el cultivo (Carmona, 2012). En el caso de plagas, el mayor efecto se observa por el rastrojo en superficie, siendo las orugas cortadoras, los gusanos blancos y algunos moluscos como las babosas las que son favorecidas en esos ambientes aumentando el nivel de daños. El manejo integrado (MIP) que constituye una alternativa para el control de las plagas en forma razonable, usando el producto más adecuado en función del umbral de daño económico contribuyendo de esa manera a la preservación del ambiente, no está siendo utilizado en la medida de las posibilidades y de la tecnología disponible (Massaro, 2012).

En cuanto a las malezas, a partir de la aparición el uso de variedades en soja con el gen RR y posteriormente en maíz, se generalizó una sola alternativa de control de malezas en base al uso casi exclusivo del glifosato. Esto produjo un incremento notable en los últimos años de la población de malezas tolerantes a este herbicida, especialmente de amaranto, rama negra, raygras, viola y otras, causando serios problemas de pérdida de rendimiento y calidad e incrementos de los costos de producción (Fadda, 2012).

Otro aspecto necesario de analizar es lo relacionado a la contaminación y su impacto en el ecosistema y en la salud. Respecto a los nutrientes, que son fuente de contaminación en la mayor parte de los sistemas de producción intensificados, en las condiciones pampeanas pareciera ser que el problema no es demasiado importante dado la baja reposición de nutrientes por fertilización. Sin embargo, y en relación al N, se ha evaluado que especialmente en el otoño, período de precipitaciones abundantes, puede haber pérdida de nitratos hacia estratos inferiores del suelo y eventualmente alcanzar las napas. Se está trabajando para evitar esa pérdida a través de cultivos que cubran el suelo (cobertura) entre dos cultivos de cosecha los que absorben el exceso de N y a su vez, contribuyen al aporte de materia seca, siendo las gramíneas las más adecuadas (Restovich, 2010).

Otro componente del sistema de producción que preocupa es la contaminación por plaguicidas. De todos los utilizados, los herbicidas constituyen el 60% entre los cuales el glifosato es el más utilizado. Este producto ha generado y sigue generando muchas controversias la mayor parte de las cuales carecen de fundamento científico. Es un agroquímico de baja toxicidad (Clase IV) y recientemente un equipo interdisciplinario e interinstitucional elaboró un informe descartando la existencia de estudios serios que justifiquen la aplicación de medidas restringiendo su utilización. A pesar de ello, recientes estudios han mostrado algunas pérdidas por infiltración del producto o sus derivados en el suelo en concentraciones muy bajas, fenómeno asociado a aplicaciones seguidas por lluvias, lo cual indica la necesidad de precauciones para su uso (Sasal y col, 2010).

Otro tema que preocupa son las aplicaciones de los productos químicos en los alrededores de los centros poblados. Existen muchos

antecedentes de conflictos incluyendo ordenanzas municipales prohibiendo las aplicaciones hasta no menos de cierta distancia de la zona urbana. El problema radica básicamente en la tecnología de aplicación y a las precauciones que se deben tener para evitar derivas (dirección del viento, estado de la atmósfera: presión, humedad relativa). Más que medidas arbitrarias de restricción de aplicaciones en áreas periurbanas, lo que se impone es aplicar con un asesoramiento técnico responsable y capacitado. (Leiva, 2012, comunicación personal).

Las emisiones de gases de efecto invernadero han cobrado gran importancia en los últimos años por las consecuencias sobre el cambio climático. De los seis GEI, tres son generados en parte por las distintas actividades del sector agropecuario. El anhídrido carbónico es aportado por la combustión de combustibles fósiles, siendo muy importante su uso tanto en el proceso de producción como de transporte e industrialización de los productos agropecuarios. El metano proviene de fermentaciones anaeróbicas, de los arrozales y de los rumiantes. El óxido nitroso está asociado al uso de fertilizantes y al proceso de digestión del estiércol. Del total de GEI producidos en el país, el sector agropecuario es el más importante, ya que aporta alrededor del 30% del total (CEADS, 2012).