

**TRABAJO ORIGINAL**

**EVOLUCIÓN DEL PESO E INDICADORES NUTRICIONALES DEL BALANCE  
NITROGENADO EN SANGRE DE VACAS DESTETADAS A LOS 60 Y 90 DÍAS  
POST-PARTO**

Coppo, José A. y Mussart, Norma B.

Cátedra de Fisiología, Facultad de Ciencias Veterinarias, UNNE,  
Sargento Cabral 2139, Corrientes (3400), Argentina. E-mail: jcoppo@vet.unne.edu.ar

**RESUMEN**

Con el propósito de conocer los efectos del destete precoz sobre los niveles séricos de algunos indicadores bioquímicos del balance nitrogenado, así como su relación con la ganancia de peso, se dispuso de 30 vacas cruzas cebú ( $\bar{x}$ : 375 kg) divididas en lotes control C (en lactación,  $n = 15$ ) y experimental E (destetadas a los 60 días *post-parto*,  $n = 15$ ). Bajo un diseño de medidas repetidas se efectuaron pesajes y extracciones de sangre en los días 0, 7, 14, 21, 28, 60 y 90. Al finalizar el estudio, en E se registraron valores significativamente más altos ( $p < 0,05$ ) de proteínas totales (7,90 versus 7,25 g/dl en C), albúminas (3,15 versus 2,89 g/dl) y urea (0,38 versus 0,29 g/l). Los valores de globulinas alfa, beta y gamma, así como la relación albúmina / globulinas, también resultaron más elevados en E, pero las diferencias fueron no significativas. Las vacas destetadas registraron mayores ganancias diarias de peso que las vacas lactantes (339 versus 130 g/animal). Las diferencias entre C y E comenzaron a ser significativas hacia los días 21 (valores bioquímicos) y 28 (peso vivo). Las variaciones del peso revelaron alto grado de asociación lineal con los datos del laboratorio. La mejoría del peso y los parámetros séricos en E se atribuyen al cese del drenaje lácteo de sustancias nitrogenadas.

**Palabras claves:** vacas cruzas cebú, lactancia, destete precoz, peso vivo, sangre, indicadores nitrogenados.

**SUMMARY**

To know the effects of early weaning on some nitrogen nutritional indicators serum levels, as well as its relationship to liveweight gain, 30 half-bred zebu cows ( $\bar{x}$ : 375 kg), divided in control lot C (nursing,  $n = 15$ ) and experimental lot E (weaned at 60 days *post-partum*,  $n = 15$ ), were used. Employing a repeated measures design, weighings and blood extractions were made in days 0, 7, 14, 21, 28, 60 and 90. When the study concluded, lot E registered significantly higher values ( $p < 0.05$ ) of total protein (7.90 versus 7.25 g/dl in C), albumin (3.15 versus 2.89 g/dl) and urea (0.38 versus 0.29 g/l). Alpha, beta, and gamma globulins values were also higher in E,

but differences were not significant. Weaned cows registered higher daily weight gain than nursing cows (339 versus 130 g/animal). Differences between C and E began to be significant on day 21 (biochemical values) and day 28 (liveweight). Weight variations revealed linear association high degree to laboratory data. Improvement of weight and serum nutritional parameters in E are attributed to milky nitrogen drainage cease.

**Key words:** half-bred zebu cows, nursing, early weaning, liveweight, blood, nitrogen indicators.

**INTRODUCCIÓN**

Fisiológicamente, la lactancia es un estado de homeorresis, un periodo en que el organismo se aparta de la homeostasis aumentando la tasa metabólica y priorizando la desviación de importantes cantidades de nitrógeno y otros nutrientes hacia la glándula mamaria (Coppo, 2001). En el nordeste argentino la vaca de cría produce unos 6-7 litros diarios de leche, que pueden aumentar en las cruzas "media sangre" (Mufarrije, 1993). Por cada litro de leche producida, la vaca perderá más de 30 g de proteínas, de los cuales 25 g corresponden a la caseína y 7 g a otros prótidos como lactoalbúminas, lactoglobulinas, mucina y enzimas. Si tales pérdidas no son compensadas por el ingreso de nitrógeno proteico o no proteico, la vaca deberá movilizar sus propias proteínas corporales, especialmente las musculares, en cuyo caso el balance nitrogenado será negativo y afectará el crecimiento y peso vivo del animal (Coppo, 2001). Desde el punto de vista del equilibrio nitrogenado, la lactancia es considerada como una etapa de catabolismo, al contrario de lo que acontece en el período inmediato anterior, la gestación avanzada, donde prevalece el anabolismo (Ostrowsky *et al.*, 1987).

El equilibrio entre el ingreso y el egreso de nitrógeno es esencial para asegurar la correcta nutrición del ganado (Koelsch, 2005). Si al egreso de nitrógeno vehiculado por la leche se le adicionan deficiencias de ingreso, como aquellas relacionadas con la escasa calidad/cantidad de pasturas, el balance nitrogenado negativo afectará la ganancia de peso (Arthington y Kalmbacher, 2003) y provocará cambios en ciertos indicadores bioquímicos de la sangre, como proteí-

nas totales (Mohar *et al.*, 1993), albúminas (Blum *et al.*, 2000), globulinas (Chorfi *et al.*, 2004) y urea (Encinias *et al.*, 2005).

Desde la óptica reproductiva, la lactancia conspira contra la rápida reanudación de la ciclicidad ovárica de la vaca (Schultz *et al.*, 2005). En las condiciones de cría extensiva imperantes en el nordeste argentino, el destete convencional se realiza a los 6-8 meses de vida del ternero, a diferencia del destete precoz, que en los bovinos carniceros se practica a los 60-75 días post-parto (Arias *et al.*, 1996). La suspensión temprana de la lactancia reduce los requerimientos nutricionales de la vaca y la ausencia del ternero acorta el anestro *post-parto*, optimizando la performance reproductiva de los vientres (Story *et al.*, 2000). El aprovechamiento de la pastura se torna más eficiente, pudiendo aumentarse la carga animal por hectárea e incluso diferirse la utilización de forraje para momentos de mayor necesidad; ello es singularmente importante en el nordeste argentino, donde la principal limitante de la producción animal es la deficiencia energético-proteica de las pasturas naturales (Peruchena, 1992; Balbuena *et al.*, 1998).

Si bien existen abundantes referencias sobre las ganancias de peso de las vacas precozmente destetadas, son escasas las investigaciones que abordan los cambios de los indicadores hemáticos del estado de nutrición nitrogenada. El objetivo del estudio fue indagar tales cambios en ganado media sangre cebú, especialmente las eventuales diferencias que pudieran registrarse entre vacas destetadas a los 60 y 90 días *post-parto*, en las condiciones de cría extensiva del nordeste argentino.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó bajo un diseño prospectivo de medidas repetidas (Steel y Torrie, 1992), considerando como variables independientes al *tratamiento* (destete precoz versus continuidad de la lactancia) y al *tiempo* (desarrollo, ontogenia), en tanto que los valores de laboratorio y el peso operaron como variables dependientes, siendo determinados en 7 ocasiones durante un lapso de 3 meses (diciembre a marzo).

Las unidades experimentales fueron 30 vacas de cría media sangre cebú, de tercera parición, 4-5 años de edad y 375 kg ( $\bar{x}$ ) de peso vivo, clínicamente sanas y fenotípicamente homogéneas, mantenidas sobre gramíneas naturales de ciclo corto y porte mediano (carga animal: 0,75/ha), en un campo ubicado en el Departamento Capital, Provincia de Corrientes. Todas las vacas habían parido dos meses atrás y amamantaban su ternero al pie. En el día 0 fueron aleatorizadamente divididas en lotes control C (continuidad de la lactancia) y experimental E (destete precoz), de 15 animales cada uno, identificados con caravanas. Ambos lotes permanecieron en potreros conti-

guos y fueron controlados a los 0, 7, 14, 21, 28, 60 y 90 días. La mayor frecuencia inicial (semanal) con relación a la final (mensual) se planificó previendo que los cambios bioquímicos pudieran ocurrir cercanamente al destete precoz; la prolongación de los controles hasta el tercer mes de ensayo se proyectó a efectos de constatar las diferencias entre ambos lotes, en cercanías de la fecha del destete convencional.

En condiciones basales y en horario matutino uniforme (7-8 AM), los animales fueron pesados individualmente y se les extrajo sangre por venopunción yugular. Mediante centrifugación se separó el suero, que se mantuvo refrigerado a 5°C hasta su procesamiento, realizado a las 3-4 horas post-extracción. En un espectrofotómetro Labora Mannheim 4010, termostatzado a 37°C, en cubetas descartables de 10 mm de paso de luz, utilizando reactivos Wiener Lab, se realizaron determinaciones de proteínas totales (técnica del biuret, lecturas a 505 nm) y urea (ureasa, 546 nm). Las fracciones seroproteicas fueron separadas por electroforesis en acetato de celulosa, con buffer de veronal sódico y coloración amidoschwartz (Biopur), para ser posteriormente valoradas en un densitómetro Citocon CT-440. La relación albúmina / globulinas se obtuvo por cálculo. Para todas las determinaciones se efectuó control de calidad interno utilizando patrones comerciales (Coppo, 2005).

Estadísticamente, en la muestra inicial (día 0) se constató la normalidad distributiva (test de Wilk-Shapiro) y la homogeneidad entre lotes (intervalos de confianza). Verificada la simetría gaussiana, se aplicaron estadísticas descriptivas paramétricas de tendencia central (media aritmética) y dispersión (desvío estándar). El análisis de la variancia (ANOVA) de medidas repetidas fue calculado informáticamente (*Statistica 1999*) e incluyó la significación de los efectos tratamiento y tiempo, así como la interacción entre ambos. Post-ANOVA, la significación de las diferencias entre C y E fue determinada por contrastes ortogonales. Los coeficientes de correlación se calcularon por el procedimiento de Pearson. Para todas las inferencias se estipuló un nivel de riesgo  $\alpha = 5\%$ , por debajo del cual se rechazó la hipótesis nula de igualdad (Steel y Torrie, 1992; Coppo, 2005).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores obtenidos se muestran en Tabla I. La distribución adoptó simetría gaussiana, posibilitando el uso de estadísticas paramétricas. Los intervalos de confianza iniciales se superpusieron cubriendo la media aritmética de ambos lotes, indicando homogeneidad poblacional. El control de calidad garantizó la exactitud y precisión de los datos.

Tabla 1. Valores obtenidos en vacas controles y experimentales ( $\bar{x} \pm DE$ ).

Parámetro	Día 0		Día 90	
	Lactantes	Destetadas	Lactantes	Destetadas
Peso (kg)	368,0 $\pm$ 32,9	384,8 $\pm$ 37,2	379,7 $\pm$ 33,7 <sup>a</sup>	415,3 $\pm$ 39,6 <sup>b</sup>
Proteínas totales (g/dl)	7,21 $\pm$ 0,38	7,24 $\pm$ 0,36	7,25 $\pm$ 0,41 <sup>a</sup>	7,90 $\pm$ 0,46 <sup>b</sup>
Albumina (g/dl)	2,79 $\pm$ 0,33	2,70 $\pm$ 0,37	2,89 $\pm$ 0,32 <sup>a</sup>	3,15 $\pm$ 0,38 <sup>b</sup>
Alfa globulina (g/dl)	0,78 $\pm$ 0,10	0,77 $\pm$ 0,14	0,83 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>	0,91 $\pm$ 0,23 <sup>a</sup>
Beta globulina (g/dl)	0,99 $\pm$ 0,27	1,01 $\pm$ 0,31	0,83 $\pm$ 0,21 <sup>a</sup>	1,03 $\pm$ 0,33 <sup>a</sup>
Gamma globulina (g/dl)	2,68 $\pm$ 0,25	2,73 $\pm$ 0,27	2,70 $\pm$ 0,34 <sup>a</sup>	2,81 $\pm$ 0,31 <sup>a</sup>
Relación albumina/globulinas	0,63 $\pm$ 0,11	0,60 $\pm$ 0,12	0,66 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>	0,67 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup>
Urea (g/l)	0,30 $\pm$ 0,11	0,32 $\pm$ 0,13	0,29 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>	0,38 $\pm$ 0,15 <sup>b</sup>

$\bar{x}$ : media aritmética, DE: desvío estándar. En cada fila, letras distintas indican diferencias finales significativas ( $p < 0.05$ ).

El ritmo nictameral y los cambios post-prandiales quedaron marginados del diseño debido a que las muestras se tomaron en horario matutino uniforme, con los animales en condiciones basales (Coppo, 2005). Los valores obtenidos enmarcaron en el intervalo de referencia correspondiente a la zona, raza y categoría de los animales (Coppo, 2001).

Los valores iniciales fueron estadísticamente semejantes en sendos lotes. Al culminar el ensayo, las vacas destetadas revelaron mayores ganancias de peso que las vacas en lactación ( $p < 0,05$ ). El lote experimental registró un aumento  $\bar{x}$

total de 30,5 kg (339 g/animal/día), mayor que el obtenido por el lote control, de 11,7 kg (130 g/animal/día). Para el peso, el ANOVA indicó que los efectos tratamiento y tiempo fueron significativos, no así la interacción entre ambos. En el lote E, los aumentos de peso correlacionaron significativamente con los incrementos plasmáticos de proteínas totales (0,83,  $p = 0,02$ ), albumina (0,88,  $p = 0,008$ ) y urea (0,93,  $p = 0,002$ ). Los contrastes ortogonales revelaron que las diferencias de peso entre C y E comenzaron a ser significativamente distintas a partir del día 28 (Figura 1).

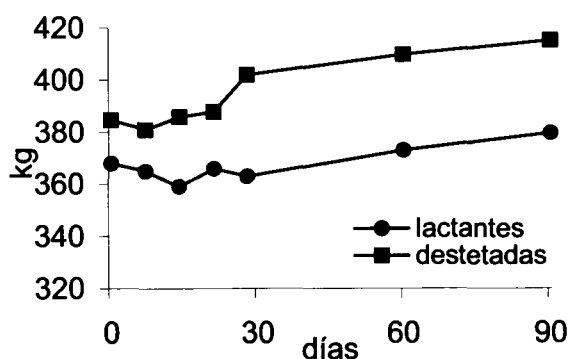


Figura 1. Evolución del peso en vacas controles y experimentales ( $\bar{x}$ ).

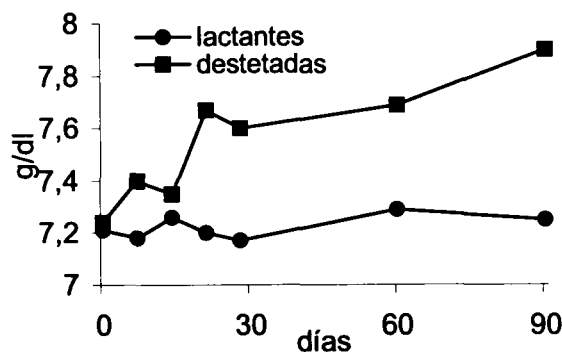


Figura 2. Evolución de proteínas totales en vacas controles y experimentales ( $\bar{x}$ ).

Coincidentemente, en otras investigaciones se demostró que las ganancias de peso de las vacas precozmente destetadas fueron superiores a las de aquellas que continuaron amamantando sus terneros (Schultz *et al.*, 2005). En experiencias anteriores, vacas destetadas a los 60 días *post-parto* alcanzaron pesos (583 kg) significativamente mayores a sus controles (541 kg) (Story *et al.*, 2000). En nuestro país, la ganancia diaria de peso en vacas sometidas a destete precoz también fue mayor (432 g/animal) que las manejadas con destete convencional (126 g/animal) (Sciotti *et al.*, 1996). En otros países tales diferencias fueron de 380 versus 170 g/animal (Myers *et al.*, 1999). Como se advierte, dichas ganancias de peso no se alejan de las obtenidas en el presente estudio.

Las concentraciones séricas de proteínas totales, albúmina y urea, inicialmente homogéneas en C y E, al concluir el estudio resultaron significativamente más altas en E que en C. Los efectos tratamiento y tiempo fueron significativos, en tanto que su interacción fue no significativa excepto para la evolución de la albúmina. Los cambios bioquímicos fueron más precoces que el aumento de peso, pues comenzaron a ser significativos a partir del día 21, tanto para proteínas totales (Figura 2), albúmina (Figura 3) y urea (Figura 4). En E se constataron asociaciones lineales significativas entre proteínas totales y albúmina (0,92,  $p = 0,003$ ), proteínas totales y

urea (0,88,  $p = 0,009$ ) y urea y albúmina (0,95,  $p = 0,001$ ).

Los niveles séricos de globulinas alfa, beta y gamma también fueron mayores en E al finalizar el ensayo, aunque las diferencias entre lotes fueron no significativas. La relación albúmina / globulinas, más alta en E, indicó que la elevación de las proteínas totales ocurrió a expensas del aumento de albúmina (Coppo, 2001).

El diseño empleado previó que el criterio de partición preponderante entre los lotes fuera la continuidad (C) o el cese temprano de la lactación (E), de manera que el aumento de los indicadores de estado nitrogenado en E deben atribuirse al destete precoz, específicamente a la interrupción del drenaje de sustancias nitrogenadas a través de la secreción láctea.

Ello adquiere singular importancia teniendo en cuenta el rol que tales sustancias ejercen sobre el organismo. Las proteínas confieren presión coloidosmótica a la sangre, intervienen en el equilibrio acidobase y la coagulación, muchas poseen actividad enzimática y otras se comportan como fracciones del complemento o reactantes de fase aguda (Coppo, 2001). Un buen nivel de proteínas totales en suero indica un correcto estado nutricional y metabólico (Blum *et al.*, 2000), en tanto que su disminución puede asociarse con situaciones de hiponutrición (Rodríguez *et al.*, 1985; Sansinanea *et al.*, 1999).

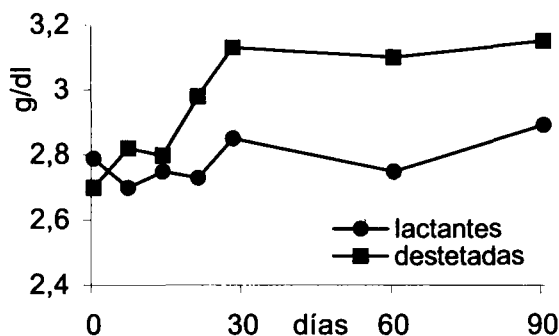


Figura 3. Evolución de albúminas en vacas controles y experimentales ( $\bar{x}$ ).

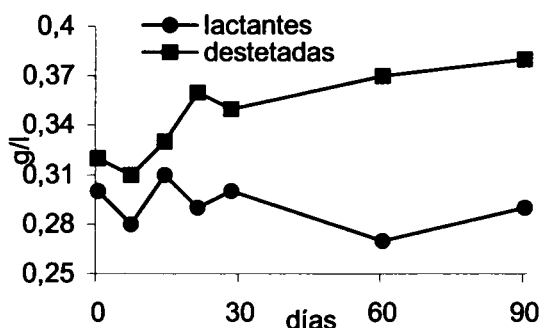


Figura 4. Evolución de urea en vacas controles y experimentales ( $\bar{x}$ ).

La albúmina, además de transportar ácidos grasos, calcio y bilirrubina, es quizás la proteína más relacionada con la nutrición nitrogenada, desde el momento que es capaz de transferir o intercambiar aminoácidos con los tejidos (Coppo, 2001). Por ello, la concentración sérica de albúmina es frecuentemente utilizada para evaluar el impacto nutricional y metabólico de la dieta del bovino (Blum *et al.*, 2000; Kida, 2003). En el *post-parto*, los altos valores hemáticos de albúmina serían predictores del rápido reinicio de la ciclicidad ovárica (Reist *et al.*, 2003). En la desnutrición declinan marcadamente los niveles de albúmina (Coppo, 2001; Coppo *et al.*, 2003). Las alfa globulinas son las encargadas de vehicular lípidos, vitaminas y hormonas; las beta globulinas transportan metales pesados como hierro, cobre y cinc, en tanto que las gamma globulinas operan en la defensa inmunitaria (Coppo, 2001). Las globulinas séricas, especialmente las gamma globulinas, brindan importante información sobre el estado de salud del bovino (Chorfi *et al.*, 2004); en terneros su disminución se asocia significativamente con una mayor tasa de mortalidad (Mohar *et al.*, 1993).

La urea es el metabolito resultante de la detoxificación hepática del amoníaco; este último es el residuo final del metabolismo de las proteínas. En los rumiantes la urea es devuelta al rumen por vía sanguínea y salival, constituyendo un importante sustrato para la síntesis bacteriana de aminoácidos. Además interviene en el mantenimiento de la presión osmótica y en la generación de hiperosmolaridad en la médula renal (Coppo, 2001). El nivel plasmático de urea disminuye en dietas con escaso contenido de nitrógeno (Rodríguez *et al.*, 1985) y viceversa (Blum *et al.*, 2000; Kida, 2003; Reist *et al.*, 2003; Encinias *et al.*, 2005). No obstante, es desfavorable que el valor hemático de urea se eleve por encima de su intervalo de referencia pues ello estaría indicando exceso de amoníaco ruminal y desaprovechamiento del nitrógeno dietario por haber sido superada la capacidad de síntesis proteica de los microorganismos (Balbuena *et al.*, 1998), como sucede al suplementar ganado con productos de elevada concentración proteica, por ejemplo

semilla de algodón, cuando la pastura posee adecuada tasa nitrogenada (Coppo y Mussart, 2000). Además, existe correlación significativa entre las tasas de urea en sangre y leche; en esta última secreción, la concentración de urea puede utilizarse para detectar desbalances nitrogenados (Hojman *et al.*, 2005).

#### CONCLUSIONES

En las vacas estudiadas el destete precoz se trajo en mayores ganancias de peso e incremento de los niveles de indicadores del metabolismo nitrogenado ( $p < 0,05$ ). Las modificaciones bioquímicas fueron más tempranas (día 21) que los aumentos de peso (día 28). Dado que los lotes C y E se distinguieron entre sí primordialmente por el cese o continuidad de la lactancia, los cambios registrados en E se atribuyen a la interrupción del drenaje de sustancias nitrogenadas a través de la secreción láctea. La mayor disponibilidad de nitrógeno se asoció con el mayor desarrollo corporal de las vacas destetadas, tal como lo demuestra el alto grado de asociación lineal registrada entre el peso y aquellos indicadores bioquímicos cuyas diferencias finales fueron significativamente más altas en E.

#### Agradecimientos

Los trabajos se realizaron con subsidios SGCYT-UNNE (17B/041) y CONICET (PIP 577). Se agradece a Wiener Lab la provisión de reactivos y la colaboración prestada por los Dres. A. Slanac, M. Revidatti y A. Capellari.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Arias, A.A.; Revidatti, M.A.; Capellari, A.; Slobodzian, A. 1996. Técnicas para la intensificación de la ganadería de cría en el noroeste de la Provincia de Corrientes. Manejo del destete precoz. Actas Ciencia & Técnica UNNE 2: 427-430.
- Arthington, J.D.; Kalmbacher, R.S. 2003. Effect of early weaning on the performance of three-year-old, first-calf beef heifers and calves reared in the subtropics. J. Anim. Sci. 81: 1136-1141.

- Balbuena, O.; Arakaki, L.C.; Stahringer, R.C.; D'Agostini, A.; Gándara, F.R.; Kucseva, C.D. y Velazco, G. 1998. Valor alimenticio de la semilla de algodón comparada con maíz-urea en la suplementación invernal de novillos en pastoreo. *Prod. Anim.* 18: 30-31.
- Blum, J.W.; Bruckmaier, R.M.; Vacher, P.Y.; Munger, A.; Jans, F. 2000. Twenty-four-hour patterns of hormones and metabolites in week 9 and 19 of lactation in high-yielding dairy cows fed triglycerides and free fatty acids. *J. Vet. Med. A Physiol. Pathol. Clin. Med.* 47: 43-60.
- Chorfi, Y.; Lanevski-Pietersma, A.; Girard, V.; Tremblay, A. 2004. Evaluation of variation in serum globulin concentrations in dairy cattle. *Vet. Clin. Pathol.* 33: 122-127.
- Coppo, J.A.; Mussart, N.B. 2000. Nutritional indicators changes and organic damages in cottonseed supplemented steers. *Rev. Facena* 14: 1-6.
- Coppo, J.A. 2001. *Fisiología Comparada del Medio Interno*, Ed. Dunken, Buenos Aires, 297 p.
- Coppo, J.A.; Mussart, N.B.; Revidatti, M.A.; Capellari, A.; Slanac, A.L. 2003. Growth delay and proteic malnutrition in early weaned calves. *Prod. Anim.* 23: 1-11.
- Coppo, J.A. 2005. *Fundamentos y Metodología de la Investigación Científica*, Ed. Moglia, Corrientes, tomo II, 470 p.
- Encinias, A.M.; Lardy, G.P.; Leupp, J.L.; Encinias, H.B.; Reynolds, L.P.; Caton, J.S. 2005. Efficacy of using a combination of rendered protein products as an undegradable intake protein supplement for lactating, winter-calving, beef cows fed bromegrass hay. *J. Anim. Sci.* 83: 187-195.
- Hojman, D.; Gips, M.; Ezra, E. 2005. Association between live body weight and milk urea concentration in holstein cows. *J. Dairy Sci.* 88: 580-584.
- Kida, K. 2003. Relationships of metabolic profiles to milk production and feeding in dairy cows. *J. Vet. Med. Sci.* 6: 671-677.
- Koelsch, R. 2005. Evaluating livestock system environmental performance with whole-farm nutrient balance. *J. Environ. Qual.* 34: 149-155.
- Mohar, F.; Fuste, E.; González, M.D. 1993. Las proteínas totales del suero sanguíneo del ternero recién nacido y su relación con la mortalidad. *Vet. Arg.* 10: 571.
- Mufarregge, D. 1993. Distribución estacional de nutrientes minerales para el ganado en pastizales del nordeste argentino. *Informe Anual INTA Mercedes (Corrientes, Argentina)*, p.102-107.
- Myers, S.E.; Faulkner, D.B.; Ireland, F.A.; Berger, L.L.; Parrett, D.F. 1999. Production systems comparing early weaning to normal weaning with or without creep feeding for beef steers. *J. Anim. Sci.* 77: 300-310.
- Ostrowski, J.E.; Romano, L.A.; Vicentini, G. 1987. El puerperio fisiológico de la vaca. *Med. Vet.* 68: 155-176.
- Peruchena, C.O. 1992. Nutrición de bovinos sobre pastizales de baja calidad de la región NEA. *Anales de la I Jornada de Nutrición Bovina, Facultad Ciencias Veterinarias UNNE, Corrientes*, p. 22.
- Reist, M.; Erdin, D.K.; von Euw, D.; Tschumperlin, K.M.; Leuenberger, H.; Hammon, H.M.; Morel, C.; Philipona, C.; Zbinden, Y.; Kunzi, N.; Blum, J.W. 2003. Postpartum reproductive function: association with energy, metabolic and endocrine status in high yielding dairy cows. *Theriogenology* 59: 1707-1723.
- Rodríguez, E.J.; Carande, V.G.; Rodríguez, V.A. 1985. Efecto de la restricción y la realimentación sobre la concentración de metabolitos sanguíneos. *Prod. Anim.* 5: 12.
- Sansinanea, A.; Cerone, S.; García, C.; Virkel, G.; Auza, N. 1999. El estado nutricional condiciona la capacidad antioxidante hepática. *Anales IV Reunión Latinoamericana de Fisiología Veterinaria, Buenos Aires*, p. 10.
- Schultz, C.L.; Ely, D.G.; Aaron, D.K.; Burden, B.T.; Wyles, J. 2005. Comparison of an early and normal weaning management system on cow and calf performance while grazing endophyte-infected tall fescue pastures. *J. Anim. Sci.* 83: 478-485.
- Sciotti, A.E.; Carrillo, J.; Melucci, L.M.; Cano, A. 1996. Efecto del destete precoz en vacas primíparas y de última parición sobre los pesos y ganancias de peso de los terneros y sus madres. *Anales del XX Congreso Argentino de Producción Animal (Río Hondo, Argentina)*, p. 33.
- Steel, R.G.; Torrie, J.H. 1992. *Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach*, 2<sup>nd</sup> ed., McGraw-Hill, New York, 715 p.
- Story, C.E.; Rasby, R.J.; Clark, R.T.; Milton, C.T. 2000. Age of calf at weaning of spring-calving beef cows and the effect on cow and calf performance and production economics. *J. Anim. Sci.* 78: 1403-1413.