

Evaluación de indicadores tempranos de sustentabilidad nutricional desde el análisis de sistemas agropecuarios productivos de zonas áridas y semiáridas*

Scotti A., Stasi C.R., Guevara J.C., Visciglia M.J., Visciglia S.A.

Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CRICYT, Mza.), Laboratorio de Investigación y Desarrollo Municipalidad de San Rafael, Argentina

Resumen

Los parámetros bioquímicos propuestos como herramientas disponibles para la toma de decisiones con una perspectiva sistémica son la relación entre Nitrógeno ureico y Creatinina (Nu/Cr) y la relación entre Calcio y Creatinina (Ca/Cr) en orina basal. Estos parámetros permiten determinar alteraciones metabólicas y fisiológicas, reservas disminuidas y reservas recientemente agotadas. Todas ellas son condiciones que se encuentran por debajo del horizonte clínico y que permiten registrar fallas metabólicas producidas por déficit antes que aparezcan signos visibles de carencia, establecer conductas de realimentación, fijar patrones correctos de referencia para determinar recuperación y evaluar la utilidad de un programa alimentario y/o de una terapia. De todos los factores que inciden para que un animal sufra un proceso de déficit nutricional, el alimento es sólo uno de ellos. La deficiencia nutricional en general y la desnutrición como su caso particular son la resultante de las interacciones entre el individuo y su medio ambiente. En el periodo de prepatogénesis existe un equilibrio entre el agente que es el alimento, su huésped y los factores ambientales, si ese equilibrio se rompe, el animal ingresa al periodo de patogénesis y es en este periodo y por debajo del horizonte clínico que los estudios bioquímicos son particularmente útiles, cuando se quiere considerar una actitud preventiva frente a daños irreversibles. En el periodo de patogénesis avanzada estos parámetros también son útiles para la aplicación de programas ecológicos de conservación de animales en peligro de extinción debido a que en época invernal la medición de estos parámetros indica consumo proteico endógeno en restricción severa. El muestreo periódico de Nu/Cr y Ca/Cr en orina basal permite realizar la correlación entre velocidad de recambio del tejido óseo, crecimiento, utilización de proteínas, ingesta cálcico-proteica, asimilación cálcico-proteica, estado fisiológico y edad. Estos parámetros como indicadores del estado nutricional presentan características que nos permiten clasificarlos como apropiados por su sensibilidad y robustez:

Independientes de la masa corporal.

Sensibles en etapa subclínica para diagnóstico temprano antes de que aparezcan signos visibles de carencia.

Sensibles en etapa de recuperación sostenida es decir aumentan luego de cubrir los requerimientos de los depósitos corporales.

Sensibles en la evaluación de programas de suplementación alimenticia y/o terapias.

Sensibles en el monitoreo del estado nutricional en animales salvajes.

Sensibles en la aplicación de programas ecológicos de conservación de animales en extinción.

* Proyecto de Investigación y Desarrollo (PID 23189) financiado por FONCyT-SECyT Ministerio de Educación, Ciencia y Técnica de la Nación (2007-2010)

Resultados a transferir y plan de transferencia y adopción

Los resultados esperados en rumiantes descriptos anteriormente tienen un alto grado de transferencia en el ámbito científico en general y en los sectores involucrados en la producción ganadera en particular. Los resultados enumerados como 2, 3, 4 y 5 tienen un especial impacto en los fabricantes de alimento balanceado para la comprobación de los beneficios nutricionales del mismo. Como plan de transferencia se realizará un plan de difusión científica mediante *conferencias*, en Universidades, Cámaras ganaderas, Colegios profesionales, *publicaciones*, *Congresos*, *etc.* y se promocionarán los beneficios mediante la Dirección de Promoción Económica de la Municipalidad de San Rafael y el Laboratorio de Investigación y Desarrollo de la Municipalidad de San Rafael. También se convocará a las industrias de alimentos balanceados y a los profesionales en el campo de la Tecnología de Alimentos para ofrecer el servicio de control del resultado nutricional de sus productos.

Resultados preliminares –primer y segundo cuatrimestre de desarrollo

Durante la etapa de la preparación de los animales a muestrear se realizó inseminación artificial (I.A.) en bovinos aplicando un método nuevo que constituye un modelo de utilidad de la técnica de ELISA. Mediante este método se pueden medir hormonas en campo directamente sin utilizar equipamiento sofisticado y se puede determinar celo y preñez temprana (21-25 días post- I.A.). Se obtuvo una eficiencia en la técnica de I.A. del 78 %. El método se basa en la diferencia hormonal que existe comparando la medición de progesterona durante el celo y la preñez al día 21-25 post- I.A. Las mediciones bioquímicas se realizan aplicando una modificación de la técnica de ELISA que permite realizar las determinaciones en el campo y tomar decisiones para reinseminar sin perder ciclos reproductivos y sin toros de repaso. La medición en forma semicuantitativa de progesterona mediante la técnica de ELISA en campo puede hacerse mediante la observación visual de dos colores: azul y amarillo. El color azul implica la lectura sin corte de la cinética de la reacción y la lectura del color amarillo implica el corte con ácido clorhídrico. Se pueden observar cualquiera de los dos colores debido a que correlacionan bien entre ambos (coef. de correlación de Pearson= 0,9531). La medición en forma cuantitativa de progesterona se hizo mediante la técnica de RIA. Se seleccionaron tres niveles de observación visual para la técnica en campo a saber: nivel A, nivel B y nivel C según se detectara la intensidad de color: fuerte, mediano y débil (se pueden observar en la fig 1).

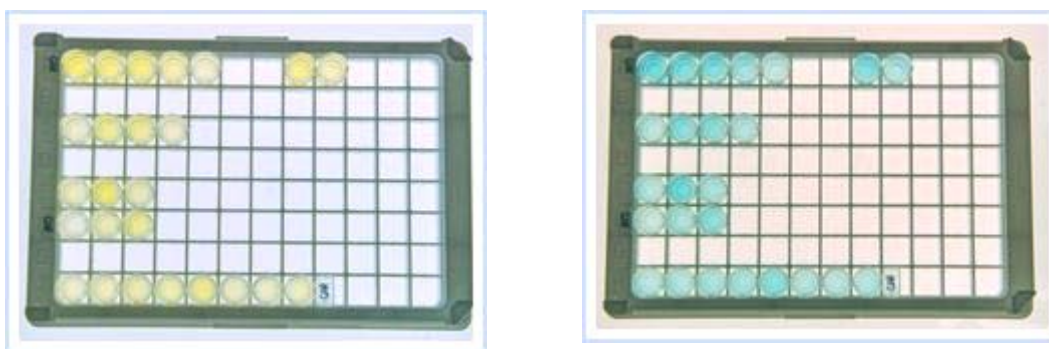


Fig. 1 Reacción de ELISA con diferentes colores de lectura (azul y amarillo) y con diversos niveles de intensidad de color. Ambas placas corresponden a las mismas muestras.

Se comparó con el resultado de RIA y se puede apreciar que para los niveles A y C hay diferencias significativas, mientras que para el nivel B, el intervalo de confianza se superpone al nivel A cuando se establece un modelo donde el color amarillo es tomado como factor anidado del color azul (Tabla 1). El modelo matemático que representa la variable de respuesta

(medición de progesterona) en función de los niveles de lectura visual (nivel A, B y C) medidos en dos colores diferentes (azul y amarillo) es el siguiente $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \alpha_m(\alpha_z)_j + \xi_{(ij)k}$

Tabla 1 : ANOVA

Univariate Tests of Significance for RIA

Over-parameterized model

Type III decomposition

	SS	Grados de lib	MS	F	p
Intercept	511,176	1	511,1755	32,65860	0,000000
azul	392,993	2	196,4965	12,55401	0,000008
amarillo(azul)	251,769	4	62,9421	4,02132	0,003729
Error	2989,550	191	15,6521		

MS: cuadrados medios SS: suma de cuadrados F: índice de Fisher p: p-value

Es decir que para reemplazar los resultados de progesterona realizados por RIA por la técnica de ELISA en campo podemos ver el color azul con tres niveles de clasificación A, B y C ($p=0,0000$) o podemos mirar el color amarillo para esos mismos niveles de clasificación ($p=0,0037$)

La correlación entre los resultados obtenidos en la lectura del color azul y la lectura del color amarillo en la técnica de ELISA semicuantitativa fue de 0,95 (coeficiente de Pearson).

Mediante el análisis de la fig 2 se puede determinar que ocurre para cada uno de los tres niveles mencionados:

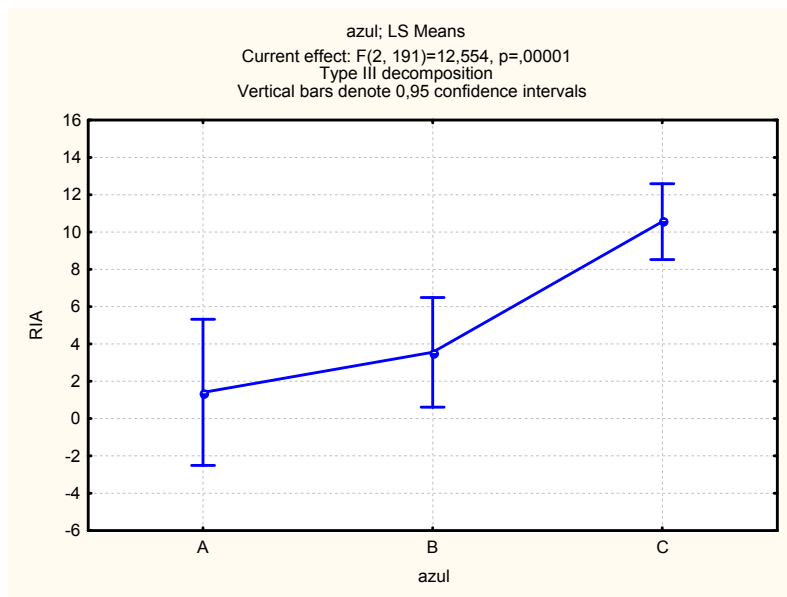


Fig. 2 Test de Tukey para ambas respuestas (RIA y ELISA) con sus correspondientes intervalos de confianza.

Observamos que los intervalos de confianza del nivel B y del nivel A se superponen, lo cual indica que no hay diferencias significativas entre la observación del nivel A y B.

Resultados experimentales desarrollados en el Centro El Divisadero

Tipo de terreno: médanos estabilizados

Animales: bovinos de raza Aberdeen Angus

Descripción:

A 33 vacas en servicio se les realizó inseminación artificial y luego de tres meses se puso toro de repaso (identificados con caravanas 47 y 49) nacidos en febrero de 2006 obtenidos por inseminación artificial hijos de X INTA.

La inseminación se realizó con dos esquemas diferentes de sincronización de celo con prostaglandina $F_2\alpha$: una inyección intramuscular cuando la progesterona medida en campo daba alta (nivel C), y otra sin medida de progesterona en campo con dos inyecciones de prostaglandina $F_2\alpha$ separadas por 11 días.

Los resultados de la inseminación artificial y reinseminación, con ayuda de la medida de progesterona realizada en el laboratorio del campo arrojaron un porcentaje de preñez del 73 % y a los tres meses se puso toro de repaso y se llegó al 94 % de preñez.

Los toros utilizados para la inseminación artificial fueron X INTA y PRINCIPE y los toros utilizados para el repaso son hijos de X INTA.

En las tablas de registro anexadas podemos observar los pesos y la condición corporal de estos animales adaptados a zonas áridas (200mm de agua anuales), cabe destacar que no se les ha dado ningún tipo de suplementación alimenticia.

caravanas	observación	abr-08 Cond. corporal	abr-08 peso	jun-08 Cond.corporal	jun-08 peso
1	vaca	2,75	475	3,252,25-	475
2	vaca	2,5	360	s/r	360
3	murió				
4	vaca	2,75	435	4,5- 5,5	435
5	murió				
6	vaca	2,5	370	s/r	370
7	vaca	2,5	350	2,5- 3,5	350
8	vaca	2,5	410	2,5- 4	410
9	vaca	2,25	425	2,25- 3	425
10	vaca	1,75	320	2,25- 3	320
11	vaca	2,25	395	2,5- 3,5	395
12	vaca	1,75	335	2- 2,5	335
13	vaca	2,25	350	2- 2,0	350
14	murió				
15	vaca	2,75	420	3,5- 5	420
16	murió				
17	vaca	2	390	s/r	390
18	vaca	2,5	370	2,5- 3,5	370
19	vaca	2	320	2,25- 3	320
20	vaca	2	315	s/r	315

21	vaca	2	280	2,25- 3	280
22	murió				
23	vaca	2,5	415	s/r	415
24	vaca	2,75	432	2,5- 3,5	432
25	vaca	2,25	360	2,75- 3,75	360
26	murió				
27	vaca	2,5	415	2,25- 3	415
28	murió				
29	vaca	2,25	355	2- 3,0	355
30	vaca	s/r	s/r	s/r	s/r
31	vaca	s/r	365/370	3- 4,0	365/370
32	vaca	2,25	385	2- 2,75	385
33	vaca	2,25	355	2- 2,75	355
34	vaca	2,25	s/r	2,75- 3,75	s/r
35	vaca	2,5	475	4- 5,0	475
36	vaca	2,5	345	2,25- 3	345
37	vaca	2,25	375	2,5- 3	375
38	vaca	2,75	300	2,5-3,0	300
39	vaca	2,5	350	2,75- 3,5	350
46	vaca	2,5	310	2,5- 3,5	310
101	vaca	2,5	380	2,5- 3,5	380
41	vaquillona	2,75	270	s/r	270
42	vaquillona	3	250	3,5- 4,5	250
43	vaquillona	2,25	325	s/r	325
44	vaquillona	2,25	345	s/r	345
45	vaquillona	2,5	290	3- 4,0	290
48	vaquillona	2,5	s/r	s/r	s/r
50	vaquillona	2,5	250	2,5- 3,5	250
202	vaquillona	2,75	175	2,75	175
206	vaquillona	2,75	200	2,75- 4	200
208	vaquillona	2,75	195	3,5	195
375	vaquillona	2,5	227	2,5- 3,5	227
376	vaquillona	2,5	205	2,5	205
377	vaquillona	2,5	235	2,5	235
378	vaquillona	2	s/r	s/r	s/r
380	vaquillona	2,5	210	2,5	210
390	vaquillona	2,25	220	2,25	220
391	vaquillona	2	210	2	210

201	ternera	sin nacer			s/r
203	ternera	sin nacer			30
204	ternera	sin nacer			30
205	ternera	sin nacer			20
207	ternero	sin nacer			s/r
209	ternera	sin nacer			35
210	ternera	sin nacer			25
251	ternera	sin nacer			s/r
252	ternero	sin nacer			s/r
253	ternero	sin nacer			s/r
255	ternera	sin nacer			s/r
261	ternera	sin nacer			35
296	ternera	sin nacer			s/r

Colaboraciones

Se agradece la colaboración de la Sra. Marcela Guillén en el recurso informático, acondicionamiento de muestras y puesta a punto de materiales de laboratorio.

Agradecimientos

Se agradece a la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Nación , Ministerio de Educación Ciencia y Tecnología de la Nación, la aprobación y financiamiento de este Proyecto de Investigación y Desarrollo (PID 23189) Convocatoria a Concurso Nacional 2004.

Bibliografía

1. Albin, R. and Clanton, D.1966. Factors contributing to the variation in urinary creatinine and creatinine- nitrogen ratios in beef cattle. J. Anim. Sci. 25 :107-112.
2. Anderson, D.M.1987. Direct measures of the grazing animal's nutritional status. Symposium Proceedings p. 40-57. Society for Range Management, Denver, USA.
3. Bender, A. 1998. Food Processing and Nutrition. New York, London, San Francisco, Academic Press, Inc., p. 6.
4. Bleiler, R.E. and Schedl, H.P.1962. Creatinine excretion: variability and relationship to diet and body size. J. Lab. Clin. Med. 59:945-955.
5. Blood, D., Henderson, J.and Radostis, D. 1986. Medicina Veterinaria. Nueva Editorial Interamericana. México. 1441 p.
6. Brieva, J.1993. Desnutrición Infantil: Importancia del Diagnóstico Temprano. Editorial de la Revista del Hospital de Niños Dr. Ricardo Gutiérrez
7. Broderick, G. A. and Merchen, N. R. 1992. Markers for Quantifying Microbial Protein Synthesis in the Rumen. J. Dairy Sci. 75 :2618-2632.
8. Cabanac, A.J., Ouellet, J.P., Crête, M. and Rioux, P. 2005. Urinary metabolites as an index of body condition in wintering white-tailed deer *Odocoileus virginianus*. Wildlife Biol. 11(1): 59-66 .

9. Closa, S.J., Cosarinsky, R. and Rio, M.E. 1980. The use of the urea nitrogen to creatinine ratio in the control of food programs. En: Proceedings Western Hemisphere Nutrition Congress VI, Los Angeles, CA. August , p.69.
10. Delgiudice, G. D, Mech, L.D. and Seal, U.S. 1990. Effects of Winter Undernutrition on Body Composition and Physiological Profiles of White-Tailed. Deer. *J. Wildlife Manage* 54:539-550.
11. Delgiudice G. D., Mech L.D. and Seal U.S. 1989. Physiological Assessment of Deer Populations by Analysis of Urine in Snow. *J. Wildlife Manage.* 53:284-291.
12. Guevara, J.C., Estevez, O.R. and Torres, E.R. 1996. Utilization of the rain-use efficiency factor for determining potential cattle production in the Mendoza plain (Argentina). *J. Arid Environ.* 33:347-353.
13. Guevara, J.C., Cavagnaro, J.B., Estevez, O.R., Le Houerou, H.N. and Stasi, C.R. 1997. Productivity, management and development problems in the arid rangelands of the central Mendoza plains (Argentina). *J. Arid Environ.* 35:575-600.
14. Guevara, J.C., Estevez, O.R., Stasi, C.R. and Monge, A.S. 1997. Monthly botanical composition of the diet of cattle in the rangeland of Mendoza plain, Argentina. *J. Arid Environ.* 36:655-660.
15. Guevara, J.C., Estevez, O.R., Silva, J.H. and Marchi, A. 1992. Adequacy of native range grasses to meet protein and energy beef cow requirements in the plain of Mendoza, Argentina. Proceedings of the 4° International Rangeland Congress. CIRAD(SCIST), Montpellier. Francia. p.696-699.
16. Guevara, J.C, Stasi, C.R., Estevez, O.R. y Marchi, A. 1993. Unidad Experimental y demostrativa de producción de bovinos en pasturas naturales de la llanura mendocina. 1990-92. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 13:63-64.
17. Harmeyer, J. and Martens, H. 1980. Aspects of Urea Metabolism in Ruminants with Reference to the Goat. *J. Dairy Sci.* 63:1707-1728.
18. Jameson, D.L. 1987. Monitoring for successful management. Symposium Proceedings. Society for Range Management . Denver. 1-3 p.
19. Kaneko, J.J. 1989. Clinical biochemistry of domestic animals. Academic Press, 900 p.
20. Kertz, F., Prewitt, L.R., Lane, A.G. and Campbell, J.R. 1970. Effect of Dietary Protein Intake on Creatinine Excretion and the Creatinine-Nitrogen Ratio in Bovine Urine. *Anim. Sci.* 30:278-282.
21. Kothmann, M.M. and Hinnant, R.T. 1987. Direct measures of the nutritional status of grazing animals. Symposium Proceedings Society for Range Management. Denver 17-22 p.
22. Lean, I.J., Bruss, M.L., Baldwin, H.F. and Truth, H.F. 1992. Bovine Ketosis: a review. *Il Biochem. Prevent. Vet. Bull.* 62: 1-13.
23. Liesegang, A., Chiappi, C. and Risteli, J. 2007. Influence of different calcium contents in diets supplemented with anionic salts on bone metabolism in periparturient dairy cows. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 91:119-120.
24. Morgante, M., Stelletta, C., Berzaghi, P., Ganesella, M. and Andrighetto, I. 2007. Subacute rumen acidosis in lactating cows: an investigation in intensive Italian dairy herds. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 91:226-234.
25. Marcilla, N.E., Rio, M.E., Sanahuja, J.C., Martinez Seeber, A. 1995. Aminoacidimbalance and body composition: Effect of natural imbalanced diets on plasma volumn and body composition. *Nutr. Rep. Int.* 12:185.
26. Masotta, H.T. y Berra, A. 1994. Relación suelo-paisaje en el Campo Experimental El Divisadero, Santa Rosa Mendoza (Argentina) . *Multequina* 3: 89-97.
27. McFarlane, H., Ogbalde, M.I., Reddy, S. and Adcock K.J. 1969. Biochemical assessment of protein-calorie malnutrition. *Lancet* 1: 392.
28. Mitchell, H.H. 1964. Comparative Nutrition of Man and Domestic Animals (vol II) New York, London, Academic Press, Inc. p. 392.
29. Monckeberg, F. 1956. Alteraciones bioquímicas en la desnutrición infantil. *Nutr. Bromatol. Toxicol.* 5: 31.

30. Moscardini, S., Wright, T.C., Luimes, P., McBride, B. W. and. Susmel, P. 1998. Effects of Rumen-undegradable Protein and Feed Intake on Purine Derivative and Urea Nitrogen: Comparison with Predictions from the Cornell Net Carbohydrate and Protein System. *J. Dairy Sci.* 81:2421- 2329.
31. National Research Council.1994. Necesidades nutritivas del Ganado vacuno de carne. Hemisferio Sur. Buenos Aires 104 p.
32. Nordin, B.F.C. 1959. Assessment of calcium excretion from the urinary calcium/creatinine ratio. *Lancet* 2: 368-371.
33. Parola, R., Macchi, E. Fracchia, E., Sabbioni, A.,. Avanzi, D. Motta, M., Accornero, P. and Baratta, M. 2007. Comparison between plasma and milk levels of leptin during pregnancy and lactation in cow, a relationship with β -lactoglobulin. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 91:240-246.
34. Portela, M.L., Rio, M.E. and Zeni, S. 1982 Utilización de la relación calcio creatinina urinaria como indicador del estado nutricional con respecto al calcio. *Arch. Latinoam. Nutr.* Vol. XXXIII N°3.
35. Portela, M.L., Rio, M.E. and Zeni, S. 1981. Calcium/creatinine ratio in basal urine and interrelationship with calcium intake and calcium nutritional status in children under three years of age. *Arch. Latinoam. Nutr.* Vol. XXXIV N°1.
36. Portela, M.L., Zeni, S., Piazza, N., Garcia, H. and Rio, M. E.1983. Calcium balance in infants recovering from undernutrition and dietary calcium-protein ratio. *Nutr. Rep. Int. Los Altos, California* 28:1091-1099.
37. Rio, M.E., Portela, M.L. and Closa, S.J.1981. Resultados de una experiencia piloto con una galleta de elevada densidad energética. *La Alimentación Latinoamericana* 198 PNITA N4, p. 68-71.
38. Roche, J.R., Morton, J. and Kolver, E.S. 2002. Sulfur and Chlorine Play a Non-Acid Base Role in Periparturient Calcium Homeostasis. *J. Dairy Sci.* 85:3444–3453.
39. Roche, J.R., Dalley, D., Moate, P., Grainger, C., Rath, M. and O'Mara, F. 2003. A Low Dietary Cation-Anion Difference Precalving and Calcium Supplementation Postcalving Increase Plasma Calcium But Not Milk Production in a Pasture-Based System. *J. Dairy Sci.* 86:2658–2666.
40. Sambucetti, M. E. 1978. Informe Técnico a la Provincia del Chaco: Plan Piloto de Alimentación Integral. Depto. de Bromatología y Nutrición Experimental, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires.
41. Scotti, A., Varona, M.C.1992. Evaluación Bioquímica del Estado Nutricional, Memorias del VI Congreso Argentino de Nutrición.
42. Silva Colomer, J.H., Guevara, J.C., Marchi, A., Estevez, O.R. and Stasi, C.R. 1991. Native grasses and the nutrition of the breeding cow in the arid plain of Mendoza ,Argentina. *J. Arid. Environ.* 20:113-118.
43. Slobodianik, N.H., Parada, N.M., Rio, M.E., Martinez Seeber, A. 1978. Efecto de la dieta sobre las proteínas plasmáticas, en un modelo experimental en ratas. *Medicina (Buenos Aires)* 38:679.
44. Slobodianik, N.H. 1981. Indicadores funcionales durante la recuperación nutricional: valor potencial de diferentes fracciones de las proteínas plasmáticas. *Revista A.B.A.* 45 (1):67-71.
45. Spencer, H. , Oasis, D. and Norris, C. 1998. Effect of a high protein (meat) intake on calcium metabolism in man. *Am. J. Clin. Nutr.* 31:2167-2180.
46. Thilsing-Hansen T., Jørgensen , R. J., Enemark, J. M. D. and Larsen, T. 2002. The Effect of Zeolite A Supplementation in the Dry Period on Periparturient Calcium, Phosphorus, and Magnesium Homeostasis. *J. Dairy Sci.* 85:1855–1862 .
47. Van den Bosch, S., Guevara, J.C., Tacchini, F.M. and Estevez, O.R. 1997. Nutrient content of browse species in the arid rangelands of the Mendoza plain (Argentina). *J. Arid Environ.* 37:285-298.
48. Van Niekerk, A. y Louw, B.P. 1982. Condition scoring as a guide to the nutritional status of the beef cow and its implications in reproductive performance. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 12:79.

49. Viart, P. 1977. Blood Volume in severe protein-calorie malnutrition. *Am. J. Clin. Nutr.* 30:334.
50. Widowson, E. M. and Mc Cance, R. A. 1970. Use of random specimens of urine to compare dietary intakes of African and British children. *Arch. Dis. Children.* 45:547-552.