

Determinación de fracciones de carbono edáfico en un sistema pastoril bovino de la Llanura Deprimida Salina de Tucumán, Argentina

Banegas, N.R.^{1,4}, Albanesi, A.S.²; Pedraza, R.¹; Nasca, J.A.³ y Toranzos, M.R.¹.

¹ Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad Nacional de Tucumán. Argentina

² Facultad de Agronomía y Agroindustrias. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Argentina.

³ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Leales. Tucumán. Argentina.

⁴ Becaria CONICET. Tucumán. Argentina. E-mail: natbanegas@yahoo.com.ar

Resumen

Las prácticas agropecuarias pueden afectar la producción y calidad del suelo por su influencia en la materia orgánica del mismo. El objetivo fue determinar los contenidos de carbono orgánico total (COT), carbono orgánico particulado (COPa), carbono orgánico pesado (COPE) y carbono orgánico ligero (COL) en un Entisol, cultivado con *Chloris gayana* cv Finecut de la Llanura Deprimida Salina tucumana. El trabajo se realizó en el Campo Experimental Regional Leales de INTA, en un sistema ganadero pastoril de 12 hectáreas. El diseño experimental fue de parcelas divididas. Los tratamientos fueron: PP: parcelas destinadas al pastoreo directo, carga 2 animales ha⁻¹. PR: parcelas destinadas a la confección de rollos. Se tomaron 4 muestras de suelo, a las profundidades: 0-5, 5-20, 20-40 y 40-60 cm, y se determinó COT por Walkey & Black, COPa (partículas entre 2000 y 53 µm), COPe (partículas menores a 53 µm), y COL (partículas entre 2000 y 250 µm). Los valores medios de COT, COL y COPe no presentaron diferencias significativas entre tratamientos y disminuyeron en profundidad. El COL representó una porción importante del COT. Los valores medios de COPa no presentaron diferencias significativas entre tratamientos, a excepción de la profundidad de 5 – 20 cm. El establecimiento de pasturas perennes aportó materia orgánica en los sistemas de manejo evaluados (pastoreo rotativo y confección de rollos). Las fracciones más importantes del COT fueron las más lábiles, asociadas a la macroagregación, evidenciando suelos poco desarrollados y ecosistemas de fragilidad importante, donde deben considerarse con mayor énfasis las prácticas sustentables de manejo.

Palabras clave: carbono, sistema pastoral, pastura tropical

Abstract

The farming practices can affect the production and ground quality due to its influence on the organic matter contents. The objective of the present work was to determine the total organic carbon contents (COT), particulate organic carbon (COPa), heavy organic carbon (COPE) and light organic carbon (COL) in a Entisol, cultivated with *Chloris gayana* cv Finecut of the Depressed Plain Saline of Tucuman. The work was made in *Campo Experimental Regional Leales de INTA*, in a pastoral cattle system of 12 hectares. The experimental design was of divided parcels. The treatments were: PP: parcels destined to the direct pasturing, stocking rate of 2 animals has⁻¹. PR: parcels destined to hay preparation. Four soil samples were taken from: 0-5, 5-20, 20-40 and 40-60 cm layers, and determined COT by Walkey & Black, COPa (particles between 2000 and 53µm), COPe (particles below the 53µm), and COL (particles between 2000 and 250µm). The average values of COT, COL and COPe did not present significant differences between treatments and diminished in depth. The COL represented an important portion of the COT. The average values of COPa did not present significant differences between treatments, with the exception of the depth of 5 - 20 cm. The establishment of perennial pastures contribute organic matter to the evaluated management system (rotational grazing and hay preparation). The most important fractions of COT were the most labile, associate to macroaggregation. Few developed grounds and fragile ecosystems were evident by these results, so sustainable management practices must be considered.

Key words: carbon, pastoral system, tropical pasture

Introducción

La alteración de las condiciones del suelo con las prácticas agropecuarias puede afectar significativamente la producción debido a su influencia sobre la distribución de la MO, la actividad microbiana y la dinámica de nutrientes. El manejo de los sistemas ganaderos afecta la cantidad y calidad de MO y los ritmos de mineralización (Jenkinson, 1992). En sistemas pastoriles manejados adecuadamente, la cosecha de forraje por parte del animal alcanza valores entre el 50-60% del total de materia seca aérea. La porción no consumida representa un importante retorno de nutrientes al suelo y su distribución es uniforme (Monteiro y Werner, 1997). Reportes de la FAO (2002) sostienen que el 70% de las tierras de pastoreo están o se encuentran en un proceso de degradación debido al sobrepastoreo, por lo que resulta de interés generar

prácticas de manejo del suelo y de las praderas para controlar los procesos de degradación (Bravo y Florentino, 1999). La propuesta de alternativas viables para el desarrollo ganadero de la Llanura Deprimida Salina de Tucumán está ligada estrechamente a la necesidad de ampliar la base de información disponible acerca de los sistemas de producción prevalecientes en dicha localidad, a fin planificar modelos de uso de la tierra para la sostenibilidad productiva de los sistemas de producción de la región (Nasca et al., 2006). La habilidad para manejar sistemas de producción sustentables depende en parte de la comprensión de las relaciones existentes entre las diferentes fracciones de MOS y la dinámica de las mismas. La cuantificación de las mencionadas fracciones es especialmente importante, ya que nos permitiría adoptar las mejores prácticas para la conservación del sistema. El objetivo del presente estudio fue determinar los contenidos de carbono orgánico total (COT), carbono orgánico particulado (COPa), carbono orgánico pesado (COPE) y carbono orgánico ligero (COL) en un Entisol, cultivado con *Chloris gayana* cv Finecut de la Llanura Deprimida Salina tucumana.

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en el Campo Experimental Regional Leales de INTA, localizado en el Dpto. de Leales, provincia de Tucumán, a 52 km al SE de la ciudad de San Miguel de Tucumán (27°11' L.S y 65°17' L.O) a una altitud de 335 msnm. La precipitación media anual es de 880 mm (1960-1999) concentrados de octubre a marzo. La temperatura media anual es de 19°C, siendo la media del mes más cálido 25°C y la del mes más frío 13°C. El clima es de tipo subtropical subhúmedo con estación seca, según la clasificación de Thornthwaite.

El ensayo fue realizado en un sistema ganadero pastoril, sobre una superficie de 12 hectáreas con *Chloris gayana* cvar. Finecut, de 7 años de implantación, sin signos de degradación: cobertura de la pastura del 80 %, número de matas: 12 plantas m⁻², producción de forrajimasa estimada: 6000 kg MS ha⁻¹ año⁻¹ y producción de mantillo: 4963 kg MS ha⁻¹. Dicha superficie estuvo dividida en potreros de 1 ha para posibilitar el adecuado control del pastoreo. En los mencionados potreros se delimitaron parcelas de 100 m² (sitios) siguiendo un diseño experimental de parcelas divididas. Los tratamientos fueron: 1) PP: pastura sometida a pastoreo directo. El pastoreo fue rotativo racional con una carga de 2 animales ha⁻¹. El tiempo de ocupación de los potreros fue de 10 días, y el período de descanso de 40 días. La suplementación invernal fue energético-proteica, mientras que la estival fue energética; y 2) PR: pastura sometida a la confección de rollos. Los animales no tuvieron ingreso a estos sitios. El corte de la pastura se realizó en el momento fenológico que se consideró oportuno para la elaboración de rollos. El suelo es un Entisol, cuyas características se detallan en la tabla 1.

Tabla 1. Características edáficas de los sitios evaluados.

		Profundidad (cm)			
		0-5	5-20	20-40	40-60
PP	Textura	Franco	Franco	Franco limoso	Franco
	pH (1:2,5 H ₂ O)	5,98	6,82	7,22	8,06
	CIC (meq 100 g ⁻¹)	12,4	12,4	14,4	15,8
	DA (g cm ³)	1,407	1,529	1,516	1,473
PR	Textura	Franco	Franco	Franco limoso	Franco
	pH (1:2,5 H ₂ O)	5,96	6,67	6,93	8,37
	CIC (meq 100 g ⁻¹)	13	13	14,8	16,2
	DA (g cm ³)	1,261	1,519	1,523	1,469

PP: Pastura para pastoreo directo, PR: Pastura para rollo, CIC: Capacidad de Intercambio Catiónico, DA: Densidad Aparente.

Se tomaron cuatro muestras de suelo en el mes de febrero, a las siguientes profundidades: 0-5, 5-20, 20-40 y 40-60 cm. Sobre las mismas se determinó COT por Walkey y Black (Page, 1982), COPa por dispersión en hexametáfosfato de sodio al 5 % separado por tamaño de tamices entre 2000 y 53 µm y determinado como COT (Cambardella y Elliot, 1992), COPe por dispersión en hexametáfosfato de sodio al 5% separado por tamaño de tamices por debajo de los 53 µm y determinado como COT (Cambardella y Elliot, 1992) y COL dispersión en agua y separado por tamaño de tamices entre 2000 y 250 µm y determinado como COT (Anderson e Ingram, 1989). Los resultados se analizaron por ANOVA y test de diferencia de medias (Duncan, p = 0,05).

Resultados y Discusión

Los valores medios de COT, en cada profundidad, no presentaron diferencias significativas entre tratamientos y disminuyeron en profundidad (Figura 1).

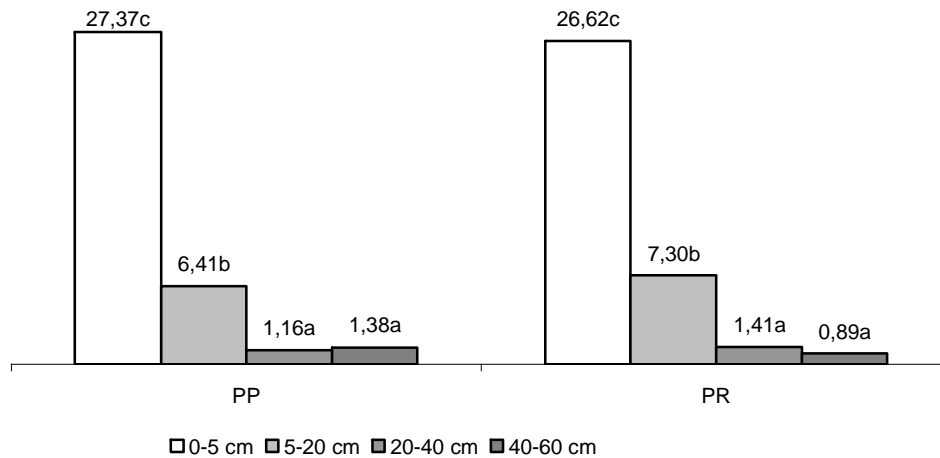


Figura 1. Carbono orgánico ligero del suelo (COT), expresado en g C kg^{-1} de suelo, en *Chloris gayana* cvar. Finecut. Referencias: PP: Pastura para pastoreo directo, PR: Pastura para rollo. Letras distintas indican diferencias significativas ($P=0,05$).

Los mayores contenidos de COT se evidenciaron en los primeros 5 cm de profundidad, en ambos sitios. Ello podría estar relacionado con una intensa actividad biológica, luego de 7 años de pastura implantada. La mayor actividad biológica en dicha profundidad es producto de un sistema radicular voluminoso, y una gran concentración de microorganismos en la rizosfera. Las raíces liberan compuestos orgánicos (rizodeposición) (Jones et al., 2004) los cuales son específicos para cada especie y cultivar vegetal (Singh et al., 2007). A través de estas secreciones, las plantas enriquecen la rizósfera (Duineveld et al., 1998, 2001) con microorganismos que están adaptados a utilizar estos compuestos. La rizodeposición es un fenómeno influenciado por la edad de la planta y su estado fenológico (Singh et al., 2007).

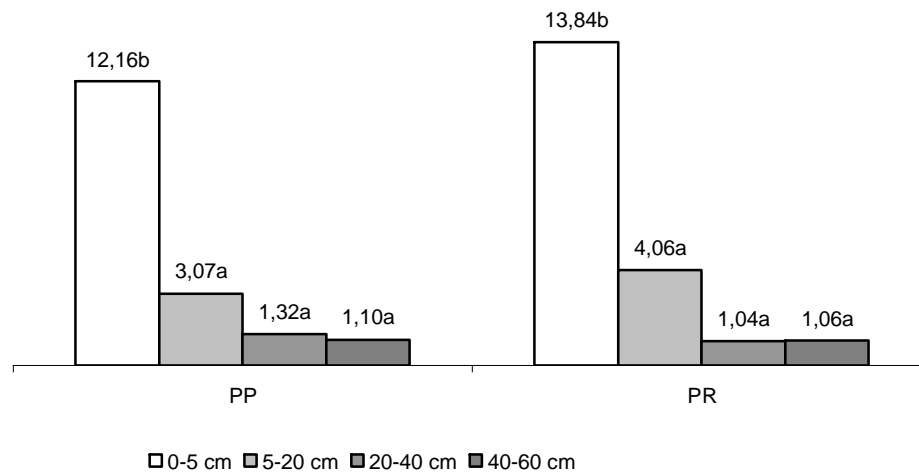


Figura 2. Carbono orgánico ligero del suelo (COL), expresado en g C kg^{-1} de suelo, en *Chloris gayana* cvar. Finecut. Referencias: PP: Pastura para Pastoreo directo, PR: Pastura para rollo. Letras distintas indican diferencias significativas ($P=0,05$).

La estratificación de COT ya fue mencionada con anterioridad por Oades (1995), quien estableció que la misma es consecuencia de un mayor ingreso de carbono en los primeros centímetros del suelo. La capa superficial del suelo recibe el material muerto depositado por la planta (mantillo) y, además, contiene una gran proporción de raíces (aproximadamente el 74% de la biomasa radicular) y microorganismos. El mantillo vegetal provee de fuentes primarias para la formación de MOS y la cantidad y la composición del mantillo son factores esenciales en los procesos de formación y humificación (Kögel-Knabner, 2002). Se suma a este

aporte, las raíces y la rizodeposición. Para Fisher et al. (1994) aquellas especies con sistema radicular profundo constituyen una opción para incrementar en buena medida la captura de carbono, ya que pueden redistribuir el carbono en las capas más profundas del suelo (Nepstead et al., 1991), donde se almacena y es menos susceptible a oxidación (Batjes y Sombroek, 1997). Los valores medios de COL no presentaron diferencias significativas entre tratamientos, disminuyeron en profundidad (Figura 2) y representaron una porción importante del COT.

Apezteguía et al. (2006) mencionan que la fracción liviana (FL) está compuesta por restos poco descompuestos de vegetales y animales, no está asociada con los componentes minerales del suelo, se recicla rápidamente, y tiene una densidad específica menor que la del complejo órgano mineral. Ello evidencia la escasa polimerización de una parte importante de la materia orgánica del suelo que puede ser rápidamente mineralizada. Los valores medios de COPa no presentaron diferencias significativas entre tratamientos, a excepción de la profundidad de 5-20 cm (Figura 3).

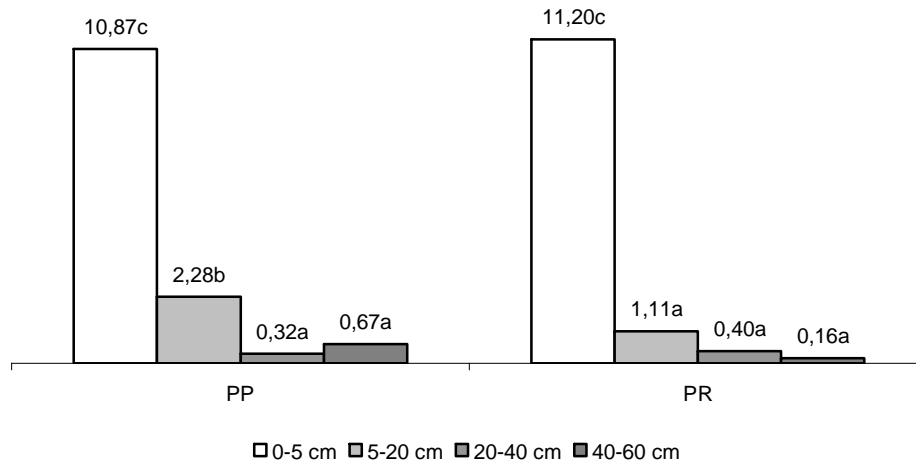


Figura 3. Carbono orgánico particulado del suelo (COPa), expresado en g C kg^{-1} de suelo, en *Chloris gayana* cvar. Finecut. Referencias: PP: Pastura para pastoreo directo, PR: Pastura para rollo. Letras distintas indican diferencias significativas ($P=0,05$).

Los valores medios de COPa representaron una porción importante del COT, confirmando que existió escaso C asociado a los microagregados y a las arcillas (Anriquez et al., 2005), tal como se registra en los valores medios de COPe (Figura 4).

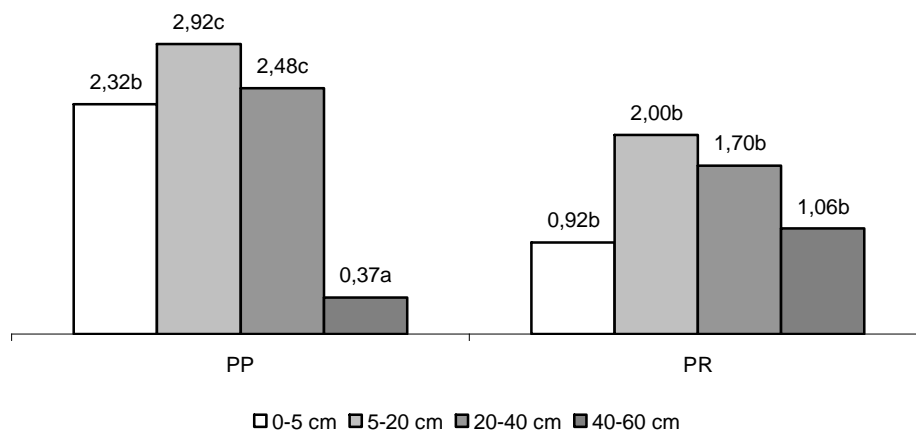


Figura 4. Carbono orgánico pesado del suelo (COPe), expresado en g C kg^{-1} de suelo, en *Chloris gayana* cvar. Finecut. Referencias: PP: Pastura para Pastoreo directo, PR: Pastura para rollo. Letras distintas indican diferencias significativas ($P=0,05$).

Los resultados de la figura 4 evidencian que existiría poco C protegido de la degradación microbiana, mejor estructura de macroagregados y una mayor habilidad para secuestrar materia orgánica (Cambardella y Elliot, 1992). Los valores medios de COPe aumentaron en profundidad, coincidente con la disminución del tamaño de fracción mineralógica del suelo (Tabla 1). Los valores medios de COPe presentaron aumentos significativos en las primeras profundidades de PP (Figura 4) y disminuciones

significativas en la profundidad de 40 a 60 cm. Los valores medios de COPE aumentaron en profundidad en ambos tratamientos, hasta los 40 cm, y posteriormente descendieron. Los contenidos determinados fueron mayores en PP, excepto a los 40 a 60 cm de profundidad. Esto podría estar asociado a las características del suelo y a condiciones de anegamiento previas a la fecha de muestreo.

Conclusiones

El estudio permitió verificar la similaridad entre las fracciones de C en ambos sistemas de manejo (pastura sometida a pastoreo directo y pastura sometida a confección de rollos) y de tipo de uso del suelo

Se destaca que las fracciones más importantes del COT fueron las más hábiles, asociadas a la macroagregación, evidenciando suelos poco desarrollados y ecosistemas de fragilidad importante, donde deben considerarse con mayor énfasis las prácticas sustentables de manejo.

Literatura Citada

- Anderson, J.E. y J. Ingram. 1987. The tropical soil biology and fertility programme, TSBF, C.A.B. Intern. (ed), Wallingford, UK. 171 p.
- Anriquez, A.; A. Albanesi, C. Kunst, R. Ledesma, C. López, A. Rodríguez Torresi y J. Godoy. 2005. *Ciencia de Suelo* 23(2): 145-157.
- Apezteguía, H.P., P. Campitelli; O. Bachmeier y R. Sereno. 2006. La fracción liviana de la materia orgánica en bosque nativo y suelos cultivados. XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 1 Reunión de la Región Anina. 19 al 22 de septiembre del 2006. Salta – Jujuy. Soporte magnético. ISBN-10:987-21419-5-9/ISBN-13:978-978-21419-5-0.
- Batjes, N.H. y W.G. Sombroek. 1997. Possibilities for carbon sequestration in tropical and subtropical soils. *Global Change Biology* 3(2): 161-173.
- Bravo**, C y A. Florentino. 1999. Nivel de cobertura, conservación y aguas bajo diferentes sistemas de labranza. *Revista de la Facultad de Agronomía, Maracay* 25: 57-74.
- Cambardella, C y E. Elliot. 1992. Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56: 777-783.
- Carvalho Mendes, I. y Bueno Dos Reis-Junior, F. 2005. Seminario Internacional Indicadores de calidad de suelos. 20 al 22 de abril del 2005. Marcos Juárez – Córdoba. Soporte magnético. ISBN – 1-25689563-458-8.
- Doran, J.W. y T.B. Parkin. 1994. Defining and assessing soil quality. In: Doran J.W., Coleman, D.C., Bezdicek, D.F. y Stewart, B.A., ed. *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison: Soil Science Society of America. p. 107-124.
- Duineveld, B.M., Rosado, A.S., van Elsas, J.D., van Veen, J.A., 1998. Analysis of the dynamics of bacterial communities in the rhizosphere of the chrysanthemum via denaturing gradient gel electrophoresis and substrate utilization patterns. *Appl. Environ. Microbiol.* 64: 4950-4957.
- Duineveld, B.M., Kowalchuk, G.A., Keijzer, A., van Elsas, J.D., van Veen, J.A., 2001. Analysis of bacterial communities in the rhizosphere of chrysanthemum via denaturing gradient gel electrophoresis of PCR-amplified 16S rRNA as well as DNA fragments coding for 16S rRNA. *Appl. Environ. Microbiol.* 67: 172-178.
- FAO. 2002. Captura de Carbono en los Suelos para un Mejor Manejo de la Tierra. En: *Informes sobre recursos mundiales de suelos*. Cap. 3. ISBN 92-5-304690-2. 73 p
- Fisher, M.J., Rao, I.M., Ayarza, M.A., Lascano, C.E., Sanz, J.I., Thomas R.J. and Vera, R.R. 1994. Carbon storage by introduced deep-rooted grasses in the South American savannas. *Nature (London)* 371: 236-238.
- Jenkinson**, D.S. 1992. La material orgánica del suelo: su evolución. En Wild, A. *Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas*. Madrid: Mundi Prensa.
- Jones, D.L., Hodge, A., Kuzyakov, Y., 2004. Plant and mycorrhizal regulation of rhizodeposition. *New Phytol.* 163: 459-480.
- Kögel-Knabner, I. 2002. The macromolecular organic composition of plant and microbial residues as inputs to soil organic matter. *Soil Biol. Biochem.* 34: 139-162.
- Monteiro, F.A. y J.C. Werner. 1997. Reciclagem de nutrientes nas pastagens. *Anais 14 Simpósio sobre o Manejo da Pastagem*. FEALQ. Piracicaba. Brasil: 55-84
- Nasca**, J. A.; Toranzos, M. y Banegas, N.R. 2006. “Evaluación de la sostenibilidad de dos modelos ganaderos de la Llanura Deprimida Salina (LDS) de Tucumán. Argentina”. *Revista Zootecnia Tropical*. Venezuela. 24(2): 121-136.
- Nepstead, D.C., Uhl, C. and Serrao, E.A.S. 1991. Recuperation of a degraded Amazonian landscape: Forest recovery and agricultural restoration. *Ambio*. 20: 248-255.

- Oades, J.M. 1995. Recent advances in organomineral interactions: implications for carbon cycling and soil structure. In 'Environmental impact of soil component interactions'. Vol. 1 (Eds PM Huang, J Berthelin, JM Bollag, WB McGill, AL Page) pp. 119-134. (Lewis Publishers: Boca Raton, FL.)
- Page A.L. (ed). 1982. Methods of soil análisis Page, A.L. (ed). Agronomy 9, ASA, SSSA
- Singh, B.K., Munro, S., Potts, J.M. and Millard, P. 2007. Influence of grass species and soil type on rhizosphere microbial community structure in grassland soils. *Applied Soil Ecology* 36: 147-155.
- Viglizzo, E.F y Z.E. Roberto. 1997. El componente ambiental en la intensificación ganadera. *Rev. Arg. de Prod. Anim.* 17 (3): 271-292.