

EFFECTO DE LA OFERTA DE FORRAJE Y GRUPO GENÉTICO DE LAS VACAS SOBRE LA PRODUCTIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD DE LA CRÍA VACUNA EN CAMPO NATURAL

Proyecto FPTA-242 Oferta de forraje, grupo genético de las vacas y flushing: aportes a las mejoras de resultado productivo y mitigación de la variabilidad climática de la cría en campo natural

Responsables del Proyecto: Pablo Soca*
Ana Espasandín*
Mariana Carriquiry*

*Departamento de Producción Animal y Pasturas. Facultad de Agronomía. Universidad de la República.

Título: EFECTO DE LA OFERTA DE FORRAJE Y GRUPO GENÉTICO DE LAS VACAS SOBRE
LA PRODUCTIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD DE LA CRÍA VACUNA EN CAMPO NATURAL

Responsables del Proyecto: Pablo Soca,
Ana Espasandín
Mariana Carriquiry

Serie: FPTA N° 48

© 2013, INIA

Editado por la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología del INIA

Andes 1365, Piso 12. Montevideo - Uruguay
<http://www.inia.org.uy>

Quedan reservados todos los derechos de la presente edición. Esta publicación no se podrá reproducir total o parcialmente sin expreso consentimiento del INIA.

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

Integración de la Junta Directiva

Ing. Agr., MSc., PhD. Álvaro Roel - Presidente

D.M.T. V., PhD. José Luis Repetto - Vicepresidente



D.M.V. Álvaro Bentancur

D.M.V., MSc. Pablo Zerbino



Ing. Agr. Joaquín Mangado

Ing. Agr. Pablo Gorriti



FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

El Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria (FPTA) fue instituido por el artículo 18° de la ley 16.065 (ley de creación del INIA), con el destino de financiar proyectos especiales de investigación tecnológica relativos al sector agropecuario del Uruguay, no previstos en los planes del Instituto.

El FPTA se integra con la afectación preceptiva del 10% de los recursos del INIA provenientes del financiamiento básico (adicional del 40/00 del Impuesto a la Enajenación de Bienes Agropecuarios y contrapartida del Estado), con aportes voluntarios que efectúen los productores u otras instituciones, y con los fondos provenientes de financiamiento externo con tal fin.

EL FPTA es un instrumento para financiar la ejecución de proyectos de investigación en forma conjunta entre INIA y otras organizaciones nacionales o internacionales, y una herramienta para coordinar las políticas tecnológicas nacionales para el agro.

Los proyectos a ser financiados por el FPTA pueden surgir de propuestas presentadas por:

- a) los productores agropecuarios, beneficiarios finales de la investigación, o por sus instituciones.
- b) por instituciones nacionales o internacionales ejecutoras de la investigación, de acuerdo a temas definidos por sí o en acuerdo con INIA.
- c) por consultoras privadas, organizaciones no gubernamentales o cualquier otro organismo con capacidad para ejecutar la investigación propuesta.

En todos los casos, la Junta Directiva del INIA decide la aplicación de recursos del FPTA para financiar proyectos, de acuerdo a su potencial contribución al desarrollo del sector agropecuario nacional y del acervo científico y tecnológico relativo a la investigación agropecuaria.

El INIA a través de su Junta Directiva y de sus técnicos especializados en las diferentes áreas de investigación, asesora y facilita la presentación de proyectos a los potenciales interesados. Las políticas y procedimientos para la presentación de proyectos son fijados periódicamente y hechos públicos a través de una amplia gama de medios de comunicación.

El FPTA es un instrumento para profundizar las vinculaciones tecnológicas con instituciones públicas y privadas, a los efectos de llevar a cabo proyectos conjuntos. De esta manera, se busca potenciar el uso de capacidades técnicas y de infraestructura instalada, lo que resulta en un mejor aprovechamiento de los recursos nacionales para resolver problemas tecnológicos del sector agropecuario.

El Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria contribuye de esta manera a la consolidación de un sistema integrado de investigación agropecuaria para el Uruguay.

A través del Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria (FPTA), INIA ha financiado numerosos proyectos de investigación agropecuaria a distintas instituciones nacionales e internacionales. Muchos de estos proyectos han producido resultados que se integran a las recomendaciones tecnológicas que realiza la institución por sus medios habituales.

En esta serie de publicaciones, se han seleccionado los proyectos cuyos resultados se considera contribuyen al desarrollo del sector agropecuario nacional. Su relevancia, el potencial impacto de sus conclusiones y recomendaciones, y su aporte al conocimiento científico y tecnológico nacional e internacional, hacen necesaria la amplia difusión de estos resultados, objetivo al cual se pretende contribuir con esta publicación.

CONTENIDO

Página

1. Efecto de la oferta de forraje y grupo genético de las vacas sobre la productividad y sostenibilidad de la cría vacuna en campo natural 9
Pablo Soca, Ana Espasandín, Mariana Carriquiry
2. Fundamentos del modelo de investigación para mejorar el resultado productivo, económico y la sostenibilidad de la cría vacuna en pastoreo de campo natural 13
Pablo Soca, Martín Claramunt, Martín Do Carmo, Raquel Perez- Clariget, Ana L. Astessiano, Santiago Scarlatto, Ana Espasandín, Mariana Carriquiry
3. Manejo de la suplementación corta (*flushing*) sin manejo del amamantamiento en el posparto de vacas de carne primíparas 23
Ana L. Astessiano, Raquel Perez-Cariget, Ana Espasandín, C. López-Mazz, Graciela Quintans, Pablo Soca, Mariana Carriquiry
4. Efecto del flushing y tipo de destete temporario sobre la productividad de vacas primíparas en pastoreo de campo natural 35
Pablo Soca, Mariana Carriquiry, D.H. Keisler, Martín Claramunt, Martín Do Carmo, J. Olivera-Muzante, M. Rodríguez, Ana Meikle
5. Cambios en la oferta de forraje y su efecto sobre la productividad primaria y secundaria de sistemas criadores con diversos grupos genéticos bajo pastoreo de campo natural 43
Martín Do Carmo, Ana Espasandín, D. Bentancor, Fernando Olmos, V. Cal, S. Scarlato, Mariana Carriquiry, Pablo Soca¹
6. Modificaciones en la oferta de forraje de campo natural y del grupo genético de vacas en busca de eficiencia en la cría vacuna 55
Ana Espasandín, Martín do Carmo, C. López-Mazz, V. Cal, O. Cáceres, D. Bentancur, Mariana Carriquiry, Pablo Soca
7. Conducta de vacas de cría en pastoreo de campo nativo: efecto de la oferta de forraje sobre la expresión del patrón temporal y espacial de pastoreo 65
S. Scarlato, Mariana Carriquiry, Martín Do Carmo, A. Faber, C. Genro, Pablo Soca
8. Monitoreo de cambios en la composición botánica 73
Fernando Olmos, M. Sosa, Martín Do Carmo, V. Cal, D. Bentancur, Pablo Soca, E. García, C. Genro
9. Aportes de la investigación realizada a la toma de decisiones en sistemas ganaderos y a la discusión sobre el futuro del campo natural 79
Pablo Soca

Pablo Soca¹, Ana Espasandín¹,
Mariana Carriquiry¹

¹Departamento de Producción Animal
y Pasturas, Facultad de Agronomía,
UdelaR.

1. Efecto de la oferta de forraje y grupo genético de las vacas sobre la productividad y sostenibilidad de la cría vacuna en campo natural

Proyecto FPTA 242

Período de Ejecución: Ene 2007-Abr. 2010

Los pastizales son ecosistemas naturales de alto valor económico, social y ambiental por los beneficios directos (producción de alimentos) y la diversidad de servicios ambientales que brindan (Paruelo *et al.*, 2010). El bioma *Pampa* es una de las zonas de pastizal territorialmente más extensas del mundo (Carvalho *et al.*, 2011). Ocupa unos 700 000 km² en el noreste de Argentina, sur de Brasil y todo Uruguay. La vegetación predominante en gran parte de esta área se denomina *campo* (Allen *et al.*, 2011) y representa la principal fuente de alimento de la ganadería vacuna y ovina del Río de la Plata (Berreta *et al.*, 2000). Los *campos* se han mantenido por más de 400 años como base de la producción ganadera de la región debido a que producen forraje con bajo input de insumos y han demostrado ser altamente resistentes al sobrepastoreo y a los eventos climáticos extremos, vinculados al incremento de la variabilidad climática (Briske *et al.*, 2008).

El pastoreo es una de las principales herramientas de manejo a través de la cual es posible regular el flujo de captación y transformación de energía solar en producto animal, incidiendo tanto sobre la productividad del recurso como sobre su capacidad de resiliencia (Heitschmidt y Taylor, 1991). La carga animal es la principal medida vinculada al manejo del pastoreo a través de la cual se regula el flujo de energía ecosistemas pastoriles (Heitschmidt y Taylor, 1991). En ambientes con alta variabilidad en el régimen

hídrico y térmico la cantidad de forraje que se produce es muy variable, por lo tanto una misma carga animal definida como la cantidad de animales por unidad de superficie (Allen *et al.*, 2011) implica una asignación -u oferta- de forraje por animal diferente, y por lo tanto diferentes intensidades de pastoreo.

El control de la oferta -o nivel de asignación- de forraje, definido como los kg de MS cada 100 kg de peso vivo, sería la principal herramienta para controlar la intensidad de pastoreo. El control de la oferta de forraje permite incrementar la productividad de la pastura (Maraschin *et al.*, 1997, Soares *et al.*, 2003) y la productividad secundaria, expresada en términos de la condición corporal, el peso vivo de la vaca y del ternero (Nicol 1979) y ganancia diaria, carga animal y producción de carne (Soares *et al.*, 2003; Stuedemann y Franzluebbers, 2007). También se han reportados resultados de trabajos que vinculan la intensidad de pastoreo con el balance de carbono de los sistemas pastoriles. Los resultados de estas investigaciones sugieren que la reducción de la intensidad permitiría cambiar el balance de carbono y pasar de un sistema netamente emisor de CO₂ a un sistema fijador de carbono (Schonbach *et al.*, 2011; Carvalho *et al.*, 2011).

A pesar de estos antecedentes, a nivel nacional y regional los trabajos de investigación tanto en ecología de *cam-*

pos (Sala 2001; Altesor *et al.*, 2005; Paruelo *et al.*, 2010) como en producción animal sobre *campo* (Berretta *et al.*, 2000) han puesto escaso énfasis en los efectos vinculados al control de la oferta de forraje y al complejo de interacciones clima-suelo-planta-animal. Por otra parte, los trabajos que reportan conjuntamente los efectos de la oferta de forraje sobre la productividad de la pastura y de los animales son escasos y han utilizado como modelo animal novillos en crecimiento (Maraschin *et al.*, 1997; Soares *et al.*, 2003). Han sido documentados experimentos sobre *Campo* con el objetivo de estudiar el efecto de la oferta de forraje (4, 8, 12 y 16 kg MS cada 100 kg de PV por día) sobre la producción de forraje, productividad animal, diversidad florística, propiedades físicas y químicas de los suelos. La modificación de 4-12 kg MS/100kg PV/día mejoró la producción de forraje entre 11 y 16 kg MS/ha/día, la producción de carne (78 a 145 kg/ha/año) y la eficiencia de uso de la radiación (0,009 a 0,017 energía incidente/energía en la carne) (Nabinger *et al.*, 2000).

No hay antecedentes que vinculen el efecto de la oferta de forraje con la performance de vacas de cría a lo largo de varios ciclos de gestación-lactancia, y que integren información de varios años con diferente régimen climático (sequía y lluvia en iguales momentos fisiológicos). En Uruguay, se condujeron experimentos de pastoreo sobre *Campo* (Olmos *et al.*, 2005; Formoso, 2010). Una síntesis de dicha información, no permite identificar normas científicas para estimar la capacidad de carga de los ecosistemas de cría en campo natural. El empleo de la carga animal fija en ambientes de clima y producción de forraje variable, la duración del período experimental y ausencia de las determinaciones en la interfase planta-animal explicarían dichas dificultades (Holeckek *et al.*, 2011).

Por otro lado, el proceso de cría vacuna se ha caracterizado por la baja eficiencia de transformación de la energía consumida en producto animal, menos del 30 % de la energía metabolizable consumida anualmente (Jenkins y Ferrel 1994). La principal vía de incremento de la eficiencia de uso de la energía consumida es incrementar el porcentaje de

destete, el cual resulta asociado con la condición corporal (BCS) de la vaca al parto (Short *et al.*, 1990). Freetly *et al.* (2000) determinaron que el peso del ternero al destete y la tasa de preñez no difirió entre vacas de cría que alternaron períodos de ganancia y pérdida de BCS comparado con aquellas que mantuvieron BCS a lo largo del ciclo, pero las primeras consumieron menor cantidad de energía por kg de ternero destetado. Soca *et al.*, (2007) propusieron que para lograr tasas de preñez en el entorno del 80 % bajo pastoreo de *Campo*, vacas Hereford deberían alcanzar una BCS moderada (BCS=5; escala 1-8; Vizcarra *et al.*, 1986) en otoño y llegar a primavera-verano (parto e inicio de entore) con una BCS moderada-liviana (BCS=4) luego de perder una unidad de BCS durante el invierno cuando el consumo de forraje no es suficiente para satisfacer los requerimientos. La probabilidad de preñez en respuesta a tratamientos de corto plazo (destete temporario y flushing) aumentó en vacas con moderada BCS (BCS = 4 a 4.5) al parto e inicio de entore (Soca *et al.*, 2007).

El genotipo de la vaca de cría afectó la eficiencia de uso del alimento (kg de ternero destetado por vaca entorada) expresándose en diferencias de BCS a inicio de entore (Jenkins y Ferrel, 1994). Cundiff *et al.* (1974) encontraron menor intervalo parto-celo, mayor tasa de preñez, destete y kg de ternero destetado en vacas F1 vs. puras, pero no reportaron la BCS de las vacas en diferentes momentos del año. Identificar la respuesta en BCS de las vacas de cría de diferente genotipo a tratamientos de oferta de forraje permitirá mejorar el conocimiento para la toma de decisiones en orden de incremento de la productividad del sistema de cría pastoril.

El objetivo general del presente proyecto fue evaluar el efecto de la oferta de forraje y del grupo genético animal sobre la producción y atributos de una pastura nativa (masa, altura y acumulación de forraje), el balance energético de las vacas (peso vivo y condición corporal) y sobre la capacidad de carga del sistema (evolución de la carga animal) durante tres ciclos de gestación-lactación.

Objetivo general

Evaluar el efecto de cambios estratégicos y tácticos en la asignación del forraje del campo nativo y del recurso genético animal, sobre los kilos de ternero destetado por vaca y unidad de superficie, parámetros fisiológicos y metabólicos, eficiencia bioeconómica y sostenibilidad de la cría vacuna del Uruguay.

Objetivos específicos

Obtener funciones de respuesta que relacionen la oferta de forraje y el balance energético, medido como condición corporal, indicadores endocrinológicos, metabólicos y el comportamiento reproductivo medidos a través de los eventos: ovulación, estro y preñez de vacas de cría de tres genotipos, Hereford, Angus y cruzas Angus x Hereford bajo condiciones de pastoreo de campo natural sometidas a destete temporario.

Analizar las relaciones planta-animal con vacas de cría en pastoreo de campo nativo a través de la integración de la cantidad de forraje, el estado energético la conducta espacio-temporal de las vacas y los indicadores de respuesta metabólica y productiva.

Cuantificar la eficiencia biológica y económica de la cría en pastoreo de campo natural de vacas puras Hereford, Angus y cruzas entre ambas razas de manera de testar modelos conceptuales que permitan hipotetizar sobre la capacidad de carga que optimice el resultado físico - económico y la sustentabilidad a largo plazo del sistema criador

Estudiar el efecto del tipo genético, la condición corporal al parto y el tipo de Suplementación energética sobre la performance reproductiva, productiva, parámetros fisiológicos y metabólicos de vacas de segunda cría.

Generar conocimiento sobre los mecanismos por los que la nutrición influye la reproducción de vacas de carne en pastoreo que permitan desarrollar un modelo conceptual sobre la nutrición y reproducción para mejorar la toma de decisiones en predios comerciales y propuestas de investigación analítica.

BIBLIOGRAFÍA

- ALLEN V.G.; BATELLO, C.; BERRETTA, E.J.; HODGSON, J.; KOTHMANN, M.; LI, X.; MCIVOR, J.; MILNE, J.; MORRIS, C; PEETERS, A.; SANDERSON, M.** 2011. An international terminology for grazing lands and grazing animals. *Grass and Forage Science* 66:2-28
- ALTESOR, A.; OESTERHELD, M.; LEONI, E.; LEZAMA, F.; RODRIGUEZ, C.** 2005. Effect of grazing on community structure and productivity of a Uruguayan grassland. *Plant Ecology* 179:83-91.
- BERRETTA E. J.; RISSO, D. F.; MONTOSI, F.; FIGURINA, G.** 2000. Problems of animal production related to pastures in South America: Uruguay. In: Lemaire, G., Hodgson, J., de Moraes, A., Nabinger, C., Carvalho, P. [EDS.]. *Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*. Cambridge, United Kingdom: University Press. p. 377-394.
- BRISKE D.D.; DERNE J.D.; BROWN J.R.; FUHLENDORF S.D.; TEAGUE W.R.; HAVSTADK.M.; GILLEN, R.L.; ASHA.J.; WILLIAMS, W.D.** 2008. Rotational grazing on rangelands: reconciliation of perception and experimental evidence. *Rangeland Ecology and Management*. 61:3-17.
- CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C.; LEMAIRE, G.; GENRO, T.C.M.** 2011. Challenges and opportunities for livestock production in natural pastures: the case of Brazilian Pampa Biome. In: IX International Rangeland Congress. *Divers Rangelands for Sustainable Society*. CD.
- CUNDIFF, L.V.; GREGORY, K.E.; KOCH, R.M.** 1974. Effects of heterosis on reproduction in Hereford, Angus and Shorthorn cattle. *Journal of Animal Science* 38:711-727.
- FREETLY, H. C.; FERRELL, C. L.; JENKINS, T. G.** 2000. Timing of realimentation of mature cows that were feed-restricted during pregnancy influences calf birth weights and growth rates. *Journal of Animal Science* 78:2790-2796.
- FORMOSO, D.** 2011. La investigación en utilización de pasturas naturales sobre Cristalino desarrollada por el Secretariado Uruguayo de la Lana. En: *Bases ecológicas y tecnológicas para el manejo de pastizales*. Editores: Altesor, A., W. Ayala y J.M. Paruelo. pp 51-60.
- HEITSCHMIDT, R.K.; TAYLOR, C.A. Jr.** 1991. Chap. 7, *Livestock Production*. In:

- Heitschmidt, R.K. and J.W. Stuth (eds.) Grazing Management: and Ecological Perspective. Timber Press, Inc., Portland, Oregon, 259 pp.
- HOLECHEK, J. L.; PIEPER, R. D.; HERBEL, C. H.** 2011. Range Management Principles and Practices 6th Ed Upeer Saddle River NJ: Pearson Education Ing. 7-16.
- LEZAMA, F.; ALTESOR, A.; LEON, R.; PARUELO, J.** 2006. Heterogeneidad de la vegetación en pastizales naturales de la región basáltica de Uruguay. *Ecología Austral* 16:167-182.
- JENKINS, T. G.; FERREL, C. L.** 1994. Productivity through weaning of nine breeds of cattle under varying feed availability: I. Initial evaluation. *Journal of Animal Science* 72:2787-2797.
- MARASCHIN, G. E.; MOOJEN E. L.; ESCOTEGUY C. M. D.; CORREA, L.; APEZTEGUIA E. S.; BOLDRINI, I. I.** 1997. Native pasture, forage on offer and animal response. In: Buchanan-Smith, J. G., Bailey, L. D., McCaughey, P. (eds). Proceeding of the XVIII International Grassland Congress, 8 - 19 June 1997; Winnipeg and Saskatoon, Canada. Calgary, Canada. p. 27-29.
- NABINGER, C.; DE MORAES, A.; MARASCHIN, G. E.** 2000. Campos in southern Brazil. In: Lemaire, G., Hodgson, J., de Moraes, A., Nabinger, C., Carvalho, P. [EDS.]. *Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*. Cambridge, United Kingdom: University Press. p 355-376.
- NICOLL, G.B.** 1979. Influence of pre and post-calving pasture allowance on hill country beef cow and calf performance. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 22: 417-424.
- OLMOS, F. J.; FRANCO, M. SOSA** 2005 Impacto de las prácticas de manejo en la productividad y diversidad de pasturas naturales En: Seminario de actualización técnica en manejo de campo natural. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Serie técnica 151. p 33-39.
- PARUELO, J. M.; PIÑEIRO, G.; BALDI, G.; BAEZA, S.; LEZAMA, F.; ALTESOR, A.; OESTERHELD, M.** 2010. Carbon Stocks and Fluxes in Rangelands of the Rio de la Plata Basin. *Rangeland Ecology and Management* 63:94-108.
- SALA, O. E.** 2001. Productivity of temperate grasslands. In: J. Roy, B. Saugier, and H. A. Mooney, editors. pp:285-300.
- Terrestrial Global Productivity. Academic Press, San Diego, CA, EUA.
- SCHONBACH, P.; WAN, H.; GIERUS, M.; TAUBE, F.** 2011. How do grazing sheep affect the greenhouse gas balance in semiarid native grassland? In: IX International Rangeland Congress. Rangelands for Sustainable Society. CD.
- SHORT, R.E.; R. A.; BELLOWES, R.; STAIGMILLER, J.G.; BERARDINELLI, AND CUSTER, E.E.** 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *Journal Animal Science*. 68: 799-816.
- STAKELUM, G.; MAHER, J.; RATH, M.** 2007. Effects of daily herbage allowance and stage of lactation on the intake and performance of dairy cows in early summer. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 46:47-61.
- STUEDEMANN, J. A.; FRANZLUEBBERS, A. J.** 2007. Cattle performance and production when grazing Bermudagrass at two forage mass levels in the southern Piedmont. *Journal of Animal Science* 85:1340-1350.
- SOARES, A.B.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C.; FRIZZO, A.; PINTO, C. E.; JUNIOR, J. A. F.; SEMMELMANN, C.; DA TRINDADE, J.** 2003. Effect of changing herbage allowance on primary and secondary production of natural pasture. In: Allsopp, N., Palmer, A. R., Milton, S. J., Kerley, G. I. H., Kirkman, K. P., Hurt, R., Brown, C. J. (eds). *Proceedings of the 7th International Rangeland Congress*; 26th July -1st August 2003; Durban, South Africa. Durban, South Africa. p. 966-968
- SOCA, P.; DO CARMO, M.; URCHIPIA, A. Y CLARAMUNT, M.** 2010. Variabilidad espacial y temporal de la producción primaria neta aérea como determinante de la producción ganadera: experiencias locales. En: Bases ecológicas y tecnológicas para el manejo de pastizales. Editores: Altesor, A., W. Ayala y J.M. Paruelo. Pp 145-160.
- SOCA, P.; DO CARMO, M.; CLARAMUNT, M.** 2007. Beef cows breed system on native sward without agricultural financial assistance: Research to sustainable calf production with low cost and easy instrumentation. *Avances en Producción Animal* 32:3-26 [In Spanish]
- VIZCARRA, J. A.; IBAÑEZ, W.; ORCASBERRO, R.** 1986. Repetibilidad y reproducibilidad de dos escalas para estimar la condición corporal de vacas Hereford. *Investigaciones Agronómicas* 7:45-47. [In Spanish].

Pablo Soca¹, Martín Claramunt¹, Martín Do Carmo¹, Raquel Perez-Clariget¹, Ana L. Astessiano¹, Santiago Scarlato¹, Ana Espasandín¹, Mariana Carriquiry¹

¹Departamento de Producción Animal y Pasturas, Facultad de Agronomía, UdelaR.

2. Fundamentos del modelo de investigación para mejorar el resultado productivo, económico y la sostenibilidad de la cría vacuna en pastoreo de campo natural

RESUMEN

Se presentan las bases teórico-conceptuales del modelo de investigación seguido por este proyecto para mejorar la eficiencia reproductiva y resultado económico de la cría vacuna. Se exponen los fundamentos del empleo de medidas tácticas, (flushing con pasturas y afrechillo de arroz) con o sin el destete temporario, en la reproducción de vacas primíparas y estratégicas (cambios en la oferta de forraje y grupo genético vacuno). Se expone la necesidad de conocer la respuesta reproductiva, productiva y metabólica de la cría frente a cambios en la oferta de forraje. Se postula la existencia de una fuerte interacción entre grupo genético vacuno y cambios en la oferta de forraje. En síntesis, se apuesta al estudio del impacto de las tecnologías de procesos y el conocimiento de los fundamentos biológicos involucrados en la respuesta productiva.

INTRODUCCIÓN

En Uruguay, la cría vacuna, no ha aumentado de manera manifiesta su productividad en los últimos 25 años. Se han destetado en promedio 64 terneros cada 100 vacas entoradas, los terneros y vacas de refugio presentan un peso vivo al destete y adulto muy inferior al potencial (Pereira y Soca, 1999; OPYPA, 2006). Dichos coeficientes técnicos, constituyen una de las principales limitantes para la expansión exportadora del complejo cárnico del Uruguay. La cría vacuna, es un proceso de muy larga duración, ineficiente en el uso del forraje, lo que explica su ubicación en ecosistemas con inferior potencial edáfico en pastizales sujetos a una importante variabilidad climática dentro y entre años. Dicha variabilidad, contribuye a explicar las fluctuaciones en producción, composición química del forraje y en el consumo de

energía del rodeo de cría. Por otra parte, dichos ecosistemas manejados con una carga animal superior a la capacidad de carga, deprimen los indicadores productivos e incrementan los efectos negativos de la variabilidad climática y económica (Short *et al.*, 1990; Soca *et al.*, 2007; Soca *et al.*, 2011). El nivel de ingestión de energía y los elevados costos energéticos de pastoreo contribuyen a explicar mayoritariamente el pobre estado energético al parto y a inicio de entore, el largo de anestro postparto, baja probabilidad de preñez y peso al destete de los terneros (Orscaberro, 1991; Soca *et al.*, 2012).

En sistemas comerciales de producción, se han reportado una muy baja adopción de tecnología sobre medidas de manejo como las recomendadas por la investigación nacional (DIEA, 2004). Esto contribuye a explicar el: a) reducido ingreso físico-económico para sistemas criadores, la cual se lleva a cabo mayo-

ritariamente en unidades de producción familiar. b) no se atenúa la dependencia del efecto año en el resultado económico del predio, lo cual, asociado a los bajos ingresos económicos, explicaría en parte, la tendencia al abandono de la actividad por parte de las generaciones jóvenes c) ambos indicadores (a y b) se asocian con un envejecimiento de los titulares de los sistemas, lo cual contribuye en parte a explicar la sustitución de la ganadería por otras actividades como la producción agrícola o forestal. Esto, ha significado pérdida de sostenibilidad desde el punto de vista social y una caída de la biodiversidad en el sistema pastoril de producción de carne del Uruguay. Dicha pérdida de diversidad productiva, humana y cultural se relaciona negativamente con las posibilidades del crecimiento-mantenimiento del aparato productivo de manera de mejorar la competitividad y sostenibilidad de la producción de carne en el país.

Por el contrario, cuando se incorpora tecnología de bajo costo y organización del sistema con énfasis en las relaciones planta-animal, se han producido importantes cambios en resultado físico económico y de sostenibilidad del sistema. Cuando estos cambios, se han apoyado en las fortalezas institucionales de productores, (grupos, cooperativas, sociedades de fomento) el modelo de trabajo confirmó que los sistemas ganaderos inician un camino de crecimiento físico-económico que contribuye a su mantenimiento en el aparato productivo.

El presente trabajo, se planteó con el objetivo de fundamentar y presentar las bases del modelo de investigación, con el cual se llevó a cabo este Proyecto INIA-Facultad de Agronomía FPTA 242, de manera de justificar las medidas estratégicas (oferta de forraje y grupos genéticos vacunos) y tácticas (destete temporario y flushing) y su influencia en la producción de forraje, capacidad de carga, porcentaje de preñez, retorno postparto, peso al destete, conducta en pastoreo, metabolitos y hormonas metabólicas de vacas de cría en pastoreo de campo nativo.

Fundamentos del modelo conceptual de investigación postulado en el presente proyecto

El largo ciclo biológico del proceso de cría, interactúa con la variabilidad climática y económica, lo que, para nuestros sistemas de producción ganaderos sin subsidios, no justificaría la aplicación de tecnología de insumos con superior riego físico y financiero. La generación de tecnología de **procesos** permitirá mejorar la eficiencia de utilización de los recursos disponibles y el ingreso económico de la actividad con menor riesgo económico-financiero. Por otra parte, dicho enfoque sería posible de ser aplicado por la generalidad de las explotaciones dado que no implica fuertes inversiones económicas-financieras.

En los países exportadores de carne, sin subsidios a la producción, donde los precios del producto cambian según el destino, o en función de barreras no arancelarias (enfermedades, vaca loca, aftosa etc.), la generación, validación y difusión de tecnología para mejorar la producción de carne del ecosistema pastoril debe orientarse a minimizar el riesgo económico en base a una producción de bajo costo. Esto no implica una reducida productividad física. Para lograr gran cantidad de producto a bajo costo es preciso aumentar el conocimiento científico sobre los procesos involucrados. Lograr la mayor cantidad de producto animal por unidad de superficie con el menor costo y riesgo económico posible, sin deteriorar los recursos naturales, que son la base del sistema de producción ganadero, ha sido el objetivo central de la línea de investigación planteada para mejorar la productividad de la cría vacuna en pastizal nativo por Soca y Orcasberro (1992) Soca *et al.*, 2007; Soca *et al.*, 2012.

En la Figura 1 se presenta un diagrama que ejemplifica el modelo conceptual sobre el ingreso y utilización de la energía por la vaca de cría en pastoreo (Short *et al.*, 1990).

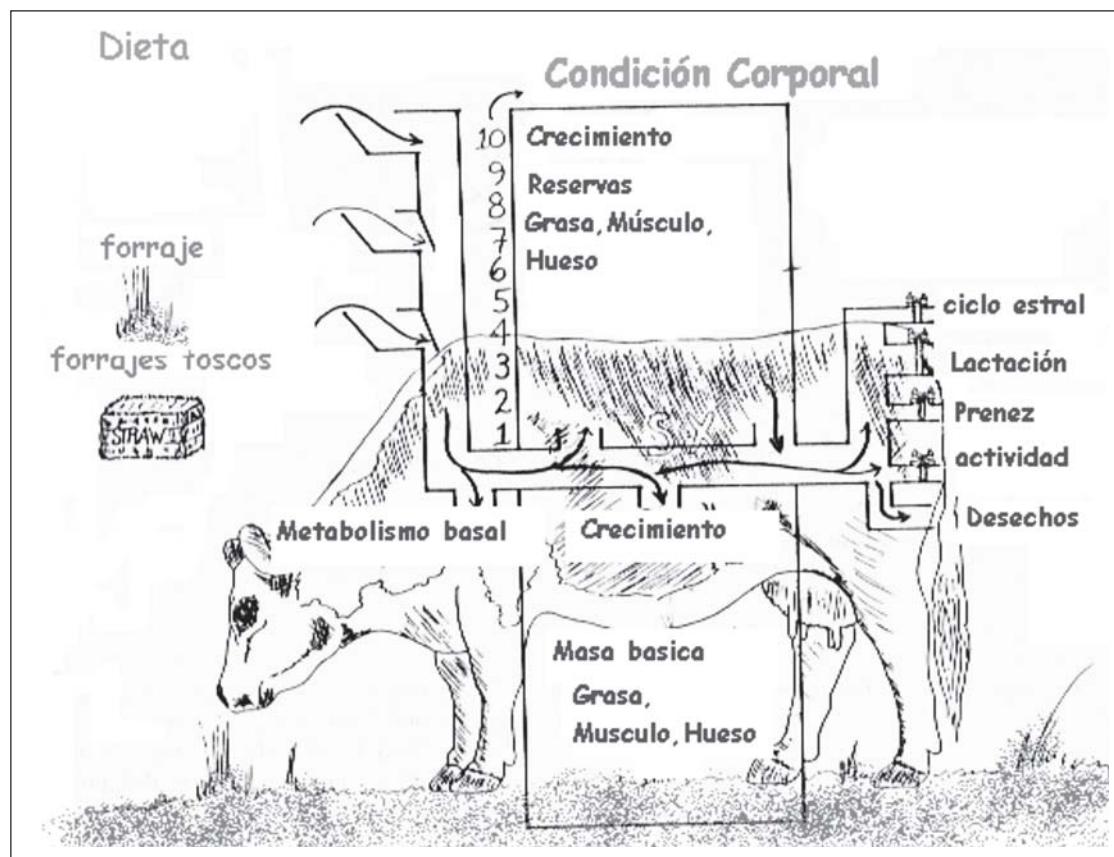


Figura 1. El estado corporal y sus interacciones con el consumo y utilización de la Energía definen el estado y comportamiento del sistema criador pastoril (Short *et al.*, 1990).

La investigación nacional ha documentado relaciones entre: estado corporal con probabilidad de preñez y la respuesta en porcentaje de preñez a la aplicación del destete temporario y atributos de la pastura (Orscasberro *et al.*, 1992; Trujillo *et al.*, 1996; Soca *et al.*, 2007). Sin embargo, se desconoce de manera cuantitativa la magnitud de la energía consumida proveniente del pastizal nativo y los mecanismos de compensación del consumo y utilización de la energía que utilizan los animales frente a la marcada variabilidad en el clima y la producción de pasturas. Esto justificó, el estudio de las relaciones entre oferta de forraje con la productividad de la cría y el estudio de procesos asociados con el metabolismo de la energía de vacas de cría en pastoreo de campo nativo.

En su ciclo productivo, la vaca dedica casi el 70 por ciento de la energía consumida a mantenimiento, el cual se asoció con el tamaño adulto, composición del cuerpo, nivel de producción de leche y

actividad interna de las vísceras (Ferrell y Jenkins, 1994). Una vez cubiertos los requerimientos de mantenimiento, que en pastoreo aumentan debido al costo de cosechar el forraje, la energía ingresada se particiona con prioridades que reflejan la homeohersis y homeostasis (Bauman y Currie, 1980). La respuesta animal (metabolitos y hormonas) frente a cambios en la cantidad de energía ofertada y consumida (corto plazo) será producto de las cantidades de energía recibidas en el corto y largo plazo, donde el largo plazo se refiere a la cantidad de energía consumida varios meses atrás. Para los animales en crecimiento, como las vacas primíparas, el depósito de energía para mantener e incrementar la masa básica del cuerpo resulta muy importante.

En base a este modelo conceptual, es posible plantear varios caminos para manejar la cantidad de energía ofrecida o ingerida que se destina al proceso de reproducción.

- a) Modificación de los genotipos existentes o elección de los que dedican menor cantidad de energía a mantenimiento de funciones vitales (Ferrell y Jenkins, 1994). En el Uruguay, no se cuenta con la información sobre el balance de energía de los grupos genéticos predominantes en la cría vacuna del país. Los programas de mejoramiento genético de las principales razas no han colectado registros de consumo de forraje, eficiencia de utilización y resultados productivos.
- b) Incrementar el consumo de energía a través de mejoras en el plano nutricional en momentos claves del ciclo productivo. En la Facultad de Agronomía se han llevado a cabo una serie de experimentos donde se modificó la oferta de forraje durante gestación media y final (Barbiel *et al.*, 1992; Soca *et al.*, 1990; Trujillo *et al.*, 1996), lo cual se asoció a cambios en la condición corporal al parto, principal variable de estado del sistema criador que define la probabilidad de preñez (Orcasberro *et al.*, 1990; Hess *et al.*, 2005).
- c) Redistribución de la energía una vez que la misma ha ingresado al animal a través de prácticas de manejo que reducen (destete temporario) o suprimen (destete precoz) la producción de leche. De acuerdo al diagrama presentado en la Figura 1 un ahorro de energía provocado por la reducción en la producción de leche y en forma asociada la reducción en los requerimientos de mantenimiento, podría ser destinado a mejorar el estado nutricional y por ende a eventos reproductivos.

En el Uruguay, se cuenta con una importante base de investigación sobre las relaciones entre variables como estado corporal, control del amamantamiento y desempeño reproductivo de vacas adultas y vacas primíparas (Orcasberro *et al.*, 1992; Quintans *et al.*, 2004). La interacción entre el estado nutricional de corto y largo plazo con el amamantamiento sobre la eficiencia reproductiva encuentra su explicación en el nivel y relación entre consumo de energía y la prioridad

en el uso de la energía (Figura 1). Los eventos fisiológicos relacionados con la reproducción se encuentran entre las últimas prioridades. Se cuenta con escasa información que a largo plazo permita conocer el «funcionamiento» de la «vacapor dentro» de vacas de cría en pastoreo de campo nativo.

- d) Buscar «señales» tácticas mediante el suministro de cantidades y fuentes de energía específicas, que afectan los metabolitos y hormonas involucradas en la relación nutrición-reproducción y así generar señales internas que a corto plazo afectan los eventos reproductivos. Dichas prácticas pueden tener efecto positivo en conjunto con diversas opciones del control del amamantamiento. En el presente proyecto hemos empleado todas como tratamiento (cambios en los grupos genéticos y/o oferta de forraje) y el flushing con y sin el control del amamantamiento.

La cría vacuna se lleva a cabo bajo pastoreo de campo natural, no obstante, con excepciones (Trujillo *et al.*, 1996), no se dispone de funciones de respuesta entre atributos del campo natural (altura), consumo de forraje y resultado físico-económico del sistema criador. Esto impide estimar la capacidad de carga sustentable de los sistemas criadores e impacto físico-económico y social que tendrían los cambios en los indicadores tecnológicos. Los experimentos que estudiaron la relación planta-animal fueron llevados a cabo en forma aislada durante otoño (Orcasberro *et al.*, 1990), invierno (Erosa *et al.*, 1992; Orcasberro *et al.*, 1992 a y b) y primavera (Barbiel *et al.*, 1992) y sintetizados en la Propuesta de Manejo del Rodeo de Cría de la Facultad de Agronomía (Soca y Orcasberro, 1992). La investigación realizada por la Facultad de Agronomía en el período 1989-1996 demostró que el incremento en el porcentaje del destete e ingreso neto de la cría vacuna, se obtendría con bajos costos en base al manejo del campo natural y el estado corporal, cambios en la oferta de forraje y el destete temporario (Soca *et al.*, 2007). No obstante, en un proceso continuo de cambio técnico, social y ambientalmente factible, es necesario incrementar los kilos destetados

por vaca entorada, la eficiencia global de utilización del campo natural e ingreso neto predial a través de la generación de conocimiento que permita mejorar la probabilidad de preñez, concentrar los servicios, «atenuar» la variabilidad climática y/o efecto año y mantener la sostenibilidad del recurso campo natural.

Frente a importantes variaciones en el tiempo y espacio, en la cantidad y calidad de los nutrientes aportados por el campo natural, se desconocía el impacto de intervenir en forma estratégica sobre la cría vacuna en pastoreo de campo natural. Los antecedentes nacionales (Piaggio, 1994; Soca *et al.*, 2007) y extranjeros (Nabinger y Carvalho, 2009) documentaron que el manejo variable de la oferta de forraje del campo nativo permiten mejorar el consumo de energía y la performance animal. Por otra parte, no se conocen las interacciones entre el cambio de oferta de forraje y el grupo genético de las vacas sobre la productividad y eficiencia del proceso de cría. No ha sido cuantificada la respuesta conjunta de cambios en lo estratégico y táctico y su efecto en el resultado productivo y reproductivo del sistema criador.

A nivel internacional, durante los últimos años el enfoque en la generación de tecnología ha sido a intervenir en forma intensa en algunas etapas del ciclo productivo de la vaca de cría (Robinson *et al.*, 1999, Hess *et al.*, 2005). No se ha cuantificado la intervención táctica durante el período parto-inicio entore en base a incremento de la energía suministrada a la vaca vía el uso de mejoramientos de campo nativo y/o suplementación estratégica.

La suplementación y el control del amamantamiento en momentos estratégicos se convierten en un elemento táctico de importancia capital para nuestros sistemas de cría. Hemos elegido dos formas de suplementar, es decir, de mejorar el ingreso de nutrientes por cortos periodos: 1. utilizando un sub-producto del principal cultivo de exportación que tiene el país: el afrechillo de arroz y 2: pasturas sembradas o mejoradas que ya son de uso en nuestra ganadería. Los resultados con ambos son muy alentadores, desde que la suplementación incrementó un 20 % los porcentajes de

preñez en el primer tercio del entore y que esta diferencia se trasladó a los porcentajes totales de preñez obtenidos al final de todo el periodo de entore. No necesariamente el afrechillo de arroz y la pradera actúan de igual forma. Es posible que estén involucradas rutas metabólicas diferentes, desde que el afrechillo de arroz es un nutriente rico en aceites lo que podría tener un efecto nutracéutico sobre la reproducción, aumentando la concentración de colesterol, precursor de los esteroides, y por otras vías que aún desconocemos. Mientras que, si bien nosotros no estudiamos la cinética de la fermentación ruminal en este trabajo, trabajos hechos con *Lolium perenne* en Gran Bretaña (Hawkins *et al.*, 2000) sugieren que esta pastura produciría una menor cantidad de gas en el rumen, por una mayor proporción de sustrato fermentable lo que fue asociado a una mayor producción de ácido propiónico.

En síntesis: tecnologías de bajo costo y «precisión» con alto conocimiento de los procesos biológicos involucrados en la nutrición energética y control del amamantamiento que permitan «independizar» el resultado reproductivo de la variabilidad ambiental. De esa manera contribuir a reducir el riesgo económico-financiero que provoca la variabilidad climática y aumentar la sostenibilidad del sistema.

BIBLIOGRAFÍA

- BERMÚDEZ, J.; AYALA, W.** 2005. Producción de forraje de un campo natural de la zona de lomadas del este. En: Seminario de actualización técnica en manejo de campo natural. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Serie técnica 151. p 33-39.
- BOSSIS, I.; WETTEMANN, R. P.; WELTY, S. D.; VIZCARRA, J. A.; SPICER, L. J.; DISKIN, M. G.** 1999. Nutritionally induced anovulation in beef heifers: ovarian and endocrine function preceding cessation of ovulation. *J. Anim. Sci.* 77: 1536-1546.
- BOSSIS, I.; WETTEMANN, R. P.; WELTY, S. D.; VIZCARRA, J.; SPICER, L. J.** 2000. Nutritionally induced anovulation in beef heifers: ovarian and endocrine function during realimentation and

- resumption of ovulation. *Biology of Reproduction* 62: 1436-1444.
- BOLAND, M. P.** 2003. Efectos nutricionales en la reproducción del ganado. In XXI Jornadas Uruguayas de Buiatría, 12 - 13 de junio Paysandú-Uruguay.
- CARRERE, J. M.; CASELLA, C. G.; MISTRANO F. J.** 2005. Efecto del flushing y del destete temporario sobre el comportamiento reproductivo de vacas de carne de segundo entore en anestro y en condiciones corporales subóptimas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 87p.
- CICCIOLI, N. H.; WETTEMANN, R. P.; SPICER, L. J.; LENTS, C. A.; WHITE, F. J.; KEISLER, D. H.** 2003. Influence of body condition at calving and postpartum nutrition on endocrine function and reproductive performance of primiparous beef cows. *J. Anim. Sci.* 81: 3107-3120.
- DICKERSON, G. E** 1978. Animal size and efficiency: basic concepts. *Animal Production* 27:367-379.
- DO CARMO, M.; CLARAMUNT, M.** 2006. Sistemas de cría vacuna en ganadería pastoril sobre campo nativo sin subsidios: Propuesta tecnológica para estabilizar la producción de terneros, con bajo costo y fácil implementación. Primer Premio del concurso de monografías para estudiantes universitarios de ciencias agropecuarias. 29º Congreso Argentino de Producción Animal. Mar del Plata, Argentina. Octubre de 2006. Asociación Argentina de Producción Animal.
- EROSA, R.; MUJICA, S.; SIMEONE, A.** 1992. Efecto del manejo de la alimentación durante gestación avanzada y del destete temporario al inicio de entore sobre la performance de vacas Hereford en campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 140p.
- FORMOSO, D.** 1996. Estrategias de manejo de las pasturas naturales. *Producción Ovina* (9) 21-34.
- GRIFFITH, M. K.; WILLIAMS G. L.** 1996. Roles of maternal vision and olfaction in suckling-mediated inhibition of luteinizing hormone secretion, expression of maternal selectivity and lactational performance of beef cows. *Biol. Reprod.* 54:761-768.
- HAWKINS, D. E.; PETERSEN, M. K.; THOMAS, M. G.; SAWYER, J. E.; WATERMAN, R. C.** 2000. Can beef heifers and young postpartum cows be physiologically and nutritionally manipulated to optimize reproductive efficiency?. Available: <http://www.asas.org/JAS/symposia/proceedings/0928.pdf>. Accessed Jan 27, 2006.
- HESS, B. W.; LAKE, S. L.; SCHOLLJEGERDES, E. J.; WESTON, T. R.; NAYIGHUGU, V.; MOLLE, J. D. C.; MOSS, G. E.** 2005. *J. Anim. Sci.* 83 (E. Suppl.): E90-E106.
- JENKINS T. G.; FERREL, C. L.** 1994 Productivity though weaning of nine breed of cattle under varying feed availabilities: I. Initial Evaluation. *Journal of Animal Science.* 72:2787-2797.
- LABORDE, D.; CÓRDOBA, G.; BENTANCUR, O.** 1993. Destete temporario. Producción de leche y performance reproductiva de vacas hereford. En XIII Reunión de la Sociedad Chilena de Producción Animal. 26-31 de julio. Santiago de Chile, Chile. Pag. 84.
- LACUESTA, P.; VÁZQUEZ, A. I.; QUINTANS, G.** 2000. Destete precoz en vacas de primera cría con diferente condición corporal al parto. *Producción Animal. Unidad Experimental Palo a Pique. Actividades de difusión* 225, INIA.
- LALMAN, D. L.; WILLIAMS, J. E.; HESS, B. W.; THOMAS, M. G.; KEISLER, D. H.** 2000. Effect of dietary energy on milk production and metabolic hormones in thin, primiparous beef heifers. *J. Anim. Sci.* 78: 530-538.
- LALMAN, D. L.; KEISLER, D. H.; WILLIAMS, J. E.; SCHOLLJEGERDES, E. J.; MALLET, D. M.** 1997. Influence of postpartum weight and body condition change on duration of anestrus by undernourished suckled beef heifers. *J. Anim. Sci.* 1997 75: 2003-2008.
- LAMB, G. C.; MILLER, B. L.; LYNCH, J. M., THOMPSON, K. E., HELDT, J. S., LÖEST, C. A., GRIEGER D. M., AND STEVENSON J. S.** 1999. Twice daily suckling but not milking with calf presence prolongs postpartum anovulation. *J. Anim. Sci.* 77:2207-2218.
- MARTÍN G. B.; RODGER, J.; BLACHE, D.** 2004. Nutritional and environmental effects on reproduction in small ruminants. *Reproduction, Fertility and Development* 16:491-501.

- MEIKLE, A.; CAVESTANY, D.; BLANC, J.E.; KRALL, E.; URIARTE, G.; HERMANN, J.; RODRÍGUEZ-IRAZOQUI, M.; RUPRECHTER, G.; FERRARIS, A.; CHILIBROSTE, P.** 2003. Perfiles metabólicos y endocrinos, parámetros productivos y reproductivos en vacas de leche en condiciones pastoriles. Premio de la Academia Nacional de Veterinaria del Uruguay.
- OLMOS, F.; FRANCO, J.; SOSA, M.** 2005. Impacto de las prácticas de manejo en la productividad y diversidad de pasturas naturales En: Seminario de actualización técnica en manejo de campo natural. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Serie técnica 151. p 33-39.
- OPYPA.** Anuario 2006. Producción ovina: análisis y perspectivas. Disponible En: <http://www.mgap.gub.uy/opypa/ANUARIOS/Anuario06/docs/MUÑOZ.pdf>
- ORCASBERRER.; SOCA, P.; BERETTA, V.; TRUJILLO, A.I.; FRANCO, J.; APEZTEGUÍA, E.; BENTANCOUR, O.** 1992. Características de la pastura y estado corporal del rodeo de cría en pastoreo de campo natural En: Evaluación Física y Económica de Alternativas Tecnológicas en Predios Ganaderos. Estación Experimental M. A. Cassinoni. Facultad de Agronomía. Universidad de la República. 9 de Octubre de 1992.
- ORCASBERRO, R.** 1997 Manejo para mejorar la eficiencia reproductiva de los rodeos de cría. Avances en Generación y Validación de Tecnología. Revista del Plan Agropecuario N° 74.
- ROVIRA Y FRACHIA.** 2005. Investigación en Uruguay sobre la eficiencia reproductiva de los rodeos de cría: 1963-2005. Tesis Ing.Agr. Facultad de Agronomía Universidad de la República. Uruguay. Montevideo 2005.
- PEREIRA, G.; SOCA, P.** 2000. PlanG Programa para la toma de decisiones en predios ganaderos. En página Web de Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Ciencias Sociales. www.rau.edu.uy/agro/ccss Publicaciones.
- PEREIRA, G.** 2001. Aproximación al resultado económico logrado por las explotaciones ganaderas en el ejercicio 1999/2000. En: <http://www.rau.edu.uy/agro/ccss/publicaciones.htm>
- PEREIRA, G.; SOCA, P.** 1999. Aspectos relevantes de la Cría Vacuna en Uruguay. En Instituto Plan Agropecuario Foro: Organización de la Cría Vacuna. 12-15 de Octubre de 1999. San Gregorio de Polanco. Tacuarembó Uruguay. Ciencias Sociales www.rau.edu.uy/agro/ccss Publicaciones.
- PITROFF W, T.; CARTWRIGHT, C.; KOTHMANN, M.M.** 2002. Perspectives for livestock on grazinglands. Archivos Latinoamericano Producción Animal 10(2)133-143.
- QUINTANS G.; VIÑOLES, C.; SINCLAIR, K.D.** 2004. Follicular growth and ovulation in postpartum beef cows following calf removal and GnRh treatment. Anim. Reprod. Sci. 80:5-14.
- QUINTANS, G.; FIGURINA, G.; PAIVA, N.** 1999. Rodeo de Cría. Alternativas de Manejo para la zona Este. . INIA Actividades de Difusión 195. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Treinta y Tres. Uruguay. Octubre 1999.
- ROBINSON, J.J.; SINCLAIR, K.D.; RANDEL, R.D.; SYKES, A.R.** 1999. Nutritional management of the female ruminant: mechanistic approaches and predictive models. Nutritional Ecology of Herbivores. Proceedings of the Vth International Symposium on the Nutrition of Herbivores. American Society of Animal Science. Savoy, Illinois, USA.
- RODRÍGUEZ IRAZOQUI, M., OLIVERA, J., MARTÍNEZ CAL, H.; RUBIANES, E.; SOCA, P.** 2005. Cambios ováricos en vacas primíparas durante el postparto temprano suplementadas con afrechillo de arroz y sometidas a destete temporario. Poster. VI Simposio Internacional de Reproducción Animal. Ciudad Universitaria. Córdoba, del 24 al 26 de Junio de 2005.
- SHORT, R.E.; BELLOWS, R.A.; STAIGMILLER, R.; BERARDINELLI, J.G.; CUSTER, E.E.** 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. Journal Animal Science. 68: 799-816.
- SOCA, P.; BARRETO, G.; PÉREZ, R.** 2002. Efecto de la suplementación energética de corta duración y destete temporario sobre la performance reproductiva de vacas de cría en pastoreo. Rev. Arg. Prod. Anim. Vol. 22 Supl. 1: 298-299.

- SOCA, P.; OLIVERA, J.; RODRIGUEZ IRAZOQUI, M.; MARTINEZ CAL, H.; RUBIANES, E.** 2005a. Porcentaje de preñez y cambio de estado corporal de vacas de cría suplementadas con afrechillo de arroz y sometidas a destete temporario. Resúmenes 6^{to} Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba, Argentina. IRAC. pp. 456.
- SOCA, P.; RODRÍGUEZ IRAZOQUI, M.; OLIVERA, J.; MARTINEZ CAL, H.; RUBIANES, E.** 2005b. Mejora en la probabilidad de preñez ante suplementación estratégica con afrechillo de arroz de vacas en anestro. Resúmenes XIX Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Tampico, México. pp. 451-455.
- SOCAP, P.; ORCASBERRO, R.** 1992. Propuesta de Manejo del Rodeo de Cría en base a Estado Corporal, Altura del Pasto y Aplicación del Destete Temporario. En: Evaluación Física y Económica de Alternativas Tecnológicas en Predios Ganaderos. Estación Experimental M.A. Cassinoni. Facultad de Agronomía. Universidad de la República.
- SOCA, P.; BERETTA, V.; FRANCO, J.; TRUJILLO, A.I.; ORCASBERRO, R.** 1990. Efecto del destete temporario sobre la performance de vacas Hereford en pastoreo de campo natural. En: II Seminario Nacional de Campo Natural. 15-16 de Noviembre de 1990. INIA, Sociedad Uruguaya de Pasturas Naturales, Facultad de Agronomía y Plan Agropecuario. Tacuarembó. Uruguay.
- SOCA, P.** 2001. Propuesta de manejo del rodeo de cría de la Facultad de Agronomía. Resultados de Investigación y Avances en validación y difusión de información. Anales del Seminario «Factores que afectan la reproducción de rodeos bovinos». Agencia japonesa de Cooperación Internacional. DILAVE «Miguel C. Rubino» Centro Médico Veterinario de Paysandú. Paysandú 23 y 24 de Marzo de 2001.
- SOCA, P.; DO CARMO, M.; OLIVERA, J.; VILLEGAS, N.; MEIKLE, A.; RODRÍGUEZ IRAZOQUI, M.** 2006. Efeito do desmame e a suplementação energética de curta duração sobre a atividade ovariana e o recomeço do ciclo estral de vacas primíparas em anestro. 43^a Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 24 a 27 de Julho de 2006. João Pessoa, PB. Brasil. en CD.
- SOCA, P.; DO CARMO, C.; CLARAMUNT, T.** 2007. Beef cows breed system on native pasture without agricultural financial assistance: Research to sustainable calf production with low cost and easy instrumentation. En Avances En Producción Animal Universidad de Chile. En prensa
- STEVENSON, J. S.; LAMB, G. C.; HOFFMAN, D. P.; MINTON, J. E.** 1997. Interrelations of lactation and postpartum anovulation in suckled and milked cows. Review. Livestock Production Science. 50: 57- 74.
- TRUJILLO, A.I.; ORCASBERRO, R.; BERETTA, V.; FRANCO, J.; BURGUEÑO, J.** 1996. Performance of Hereford cows under conditions of varied forage availability during late gestation. Development of feed supplementation strategies for improving ruminant productivity on small-holder farms in Latin America through the use of immunoassay techniques. Proceeding of the final Research Co-ordination Meeting of a Co-ordinated Research Programme organized by the Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture. IAEA-TECDOC-877.
- VÁZQUEZ, A. I.; LACUESTA, P.; QUINTANS, G.** 2002. Mejora en los índices de procreo vacuno en sistemas ganaderos. Actividades de difusión 288. p: 99-109. INIA.
- VIZCARRA, J.** 1989. Algunas estrategias para el manejo del rodeo de cría. En: Jornada» estrategias de suplementación de pasturas en sistemas intensivos». 13 de Julio de 1989. Plan Agropecuario. La Estanzuela. MGAP-DGGTT-CIAAB.
- VIÑALES, C. FORSBERG, M.; MARTÍN, G. B.; CAJARAVILLE, C.; REPETTO, J.; MEIKLE, A.** 2005. Short-term nutritional supplementation of ewes in low body condition affects follicles development due to an increase in glucose and metabolic hormones. Reproduction 129:299-309.
- VIZCARRA, J. A.; IBÁÑEZ, W.; ORCASBERRO, R.** 1986. Repetibilidad y reproductibilidad de dos escalas para estimar la condición corporal de vacas Hereford. Investigaciones Agronómicas 7 (1): 45-47.

- WILLIAMS, G.L.; STANKO, R.L.** 1999. Dietary fats as reproductive nutraceuticals in beef cattle. In Proceedings of the American Society of Animal Science
- WILTBANK, M.C.; GUMEN, A.; SARTORI, R.** 2002. Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. *Theriogenology*, 57: 21-52.
- WAGNER, J. J.; LUSBY, K. S.; OLTJEN, J. W.; RAKESTRAW, J.; WETTEMANN, R. P.; WALTERS, L. E.** 1988. Carcass composition in mature Hereford cows: Estimation and effect on daily Metabolizable energy requirements during winter. *J. Anim. Sci.* 66: 603-612.
- WETTEMANN, R. P.; BOSSIS, I.** 2000. Energy intake regulates ovarian function in beef cattle. Accessed: <http://www.asas.org/JAS/symposia/proceedings/0934.pdf>. Available Jan 24, 2006.
- WETTEMANN, R. P.; LENTS, C. A.; CICCIOI, N. H.; WHITE, F. J.; RUBIO I.** 2003. Nutritional and suckling mediated anovulation in beef cows. *J. Anim. Sci.* 81 (E. Suppl. 2) E48-E59.
- WILLIAMS, G. L.; STANKO, R. L.** 2000. Dietary fats as reproductive nutraceuticals in beef cattle. Available <http://www.asas.org/JAS/symposia/proceedings/0915.pdf>. Accessed Jan 27, 2006.
- WILLIAMS, G. L.** 1990. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: a review. *J. Anim. Sci.* 68:831-852.

Ana L. Astessiano¹, Raquel Perez-Cariget¹, Ana Espasandin¹, C. López-Mazz¹, Graciela Quintans², Pablo Soca¹, Mariana Carriquiry¹

¹Departamento de Producción Animal y Pasturas. Facultad de Agronomía, UdelaR.

²INIA Treinta y Tres.

3. Manejo de la suplementación corta ("flushing") sin manejo del amamantamiento en el posparto de vacas de carne primíparas

RESUMEN

Se evalúa el efecto de la suplementación corra de 20 días de duración (flushing) con afrechillo de arroz y campo natural mejorado con *Lotus subbiflorus* cv El Rincón sobre la respuesta reproductiva, productiva y metabólica de vacas primíparas. La suplementación con LR mejoró la condición corporal, producción de leche de las vacas y peso al destete de los terneros sin modificar la eficiencia reproductiva. El empleo de afrechillo de arroz se asoció con una tendencia a mejorar el intervalo parto-celo pero no modificó el porcentaje de preñez de vacas primíparas en anestro. Se reportan las respuestas metabólicas y a nivel eje somatorófico de manera de contribuir a explicar los resultados.

INTRODUCCIÓN

En nuestros sistemas extensivos de producción, donde la cría se realiza a cielo abierto en pastoreo de campo nativo, la principal limitante es la cantidad de energía ingerida por la vaca. Las variaciones tanto en calidad como en cantidad de la pastura ofrecida por el campo nativo determinan períodos de balance energético negativo en el animal (Soca *et al.*, 2007) que afectan las concentraciones de hormonas metabólicas e impactan negativamente sobre el comportamiento reproductivo (Hess *et al.*, 2005). Durante las últimas tres décadas, el porcentaje de destete del rodeo nacional se ha mantenido en 64 % (MGAP-DIEA, 2010). Datos nacionales (Quintans, 2008) indican que esta baja eficiencia reproductiva es consecuencia del prolongado anestro posparto, dado principalmente por la nutrición energética y el amamantamiento (Hess *et al.*, 2005).

El eje hipotálamo-hipofisiario-gonadal tiene un rol dominante en la regulación de

la reproducción, sin embargo, su correcto funcionamiento requiere la integración de señales periféricas (metabolitos y hormonas) que le indican el estatus fisiológico y nutricional de la vaca e identifican a la misma como pronta para concebir y llevar adelante una gestación. El hígado, principal regulador e integrador del estatus metabólico, lugar de síntesis de glucosa y oxidación de ácidos grasos no esterificados (NEFA) (Drackley *et al.*, 2001), es además, el sitio primario de síntesis del factor de crecimiento similar a la insulina-I (IGF-I) en respuesta a la unión de la hormona de crecimiento (GH) con su receptor (GHR) (Bauman, 2000). Alteraciones en las concentraciones de GH, insulina, IGF-I y sus proteínas de unión (IGFBP), conjuntamente con los cambios en las concentraciones de glucosa y NEFA en sangre, son indicativos de la disponibilidad de energía y del estatus metabólico en hembras bovinas (Hess *et al.*, 2005; Lucy *et al.*, 2009). El largo de anestro posparto ha sido asociado con menores concentraciones de in-

ulina e IGF-I y/o mayores concentraciones de IGFBP-2 en sangre tanto en vacas de leche como de carne (Robert *et al.*, 1997; Meikle *et al.*, 2004; Sinclair *et al.*, 2008, Astessiano *et al.*, 2011) (Figura 1).

La suplementación energética de corto plazo (flushing) es una práctica común en animales de producción que mejora la eficiencia reproductiva, sin embargo, sus resultados han sido variables en ganado de carne (Holness y Hopley., 1978; Lake *et al.*, 2005; Mulliniks *et al.*, 2008). Recientemente se ha demostrado que el flushing, antes o durante el entore, en combinación con manejo del amamantamiento incrementa el porcentaje de preñez de vacas primíparas con condición corporal (CC) de moderada a baja durante la primera mitad del entore (Pérez Clariget *et al.*, 2007; Soca *et al.*, 2007). Sin embargo, los mecanismos fisiológicos y moleculares responsables de ligar el estatus metabólico con la respuesta productiva/reproductiva al flushing no están del todo claros.

El **objetivo** de estos trabajos fue determinar en vacas primíparas pastoreando campo nativo, el efecto de una suplementación corta con campo mejo-

rado con *Lotus subbiflorous* cv. Rincón; experimento 1 (Exp 1) y con afrechillo de arroz integral; experimento 2 (Exp 2) sobre los perfiles metabólicos/endócrinos y de expresión hepática de genes asociados al eje GH-IGF-I. Asimismo se evaluó la asociación entre los cambios metabólicos y el comportamiento productivo y reproductivo (Figura 1).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para cumplir con el objetivo propuesto los dos experimentos fueron realizados de acuerdo al protocolo de experimentación con animales aprobados por la Comisión Honoraria de Experimentación Animal (CHEA), Universidad de la República.

Experimento 1

La suplementación corta con campo mejorado con *Lotus subbiflorous* cv. Rincón se realizó en la Unidad Experimental Palo a Pique (INIA Treinta y Tres). Se utilizaron 64 vacas primíparas amamantando su ternero, agrupadas aleatoriamente en bloques según fecha de parto y

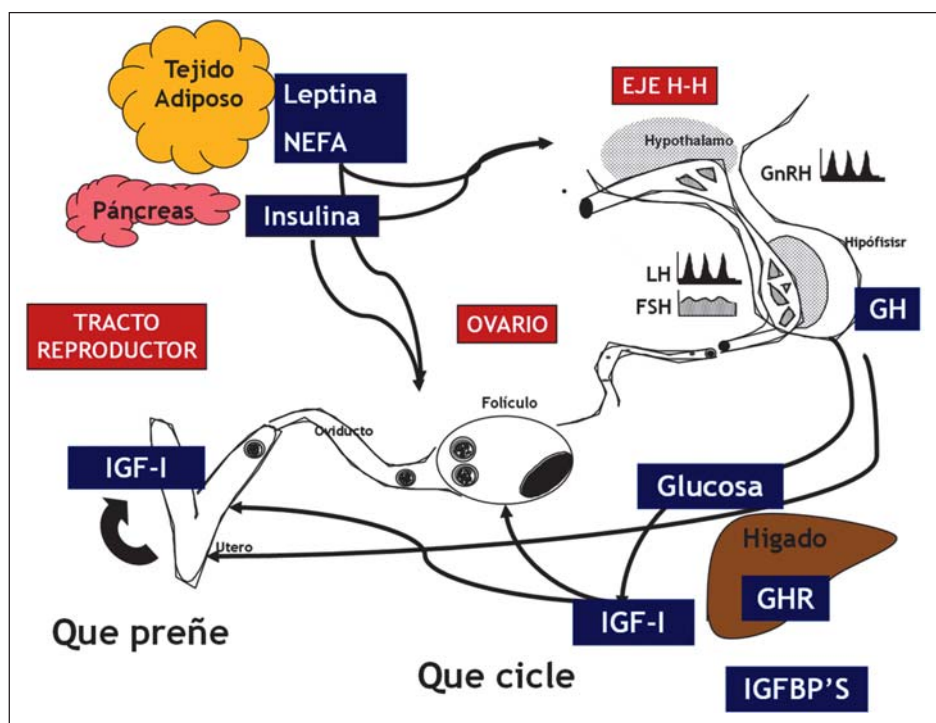


Figura 1. Señales metabólicas y endócrinas involucradas en la interacción nutrición-reproducción.

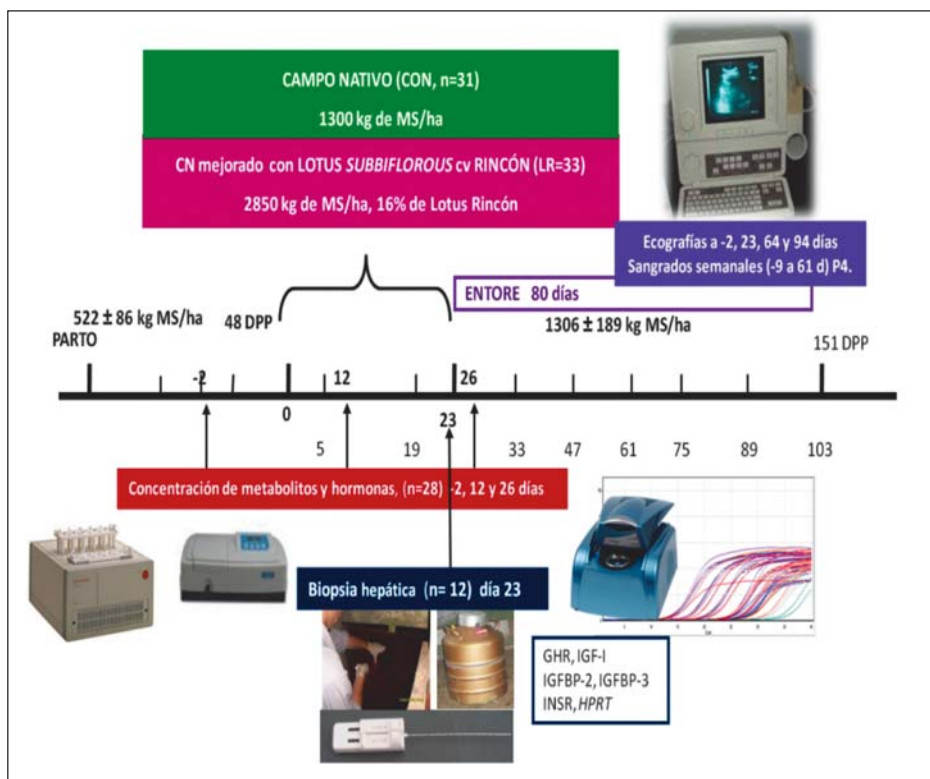


Figura 2. Protocolo experimental del Experimento 1: Incremento del plano nutricional mediante el pastoreo de campo nativo mejorado con *Lotus subbiflorus* cv. Rincón.

CC al parto. A los 48 ± 10 días posparto (día = 0, inicio de la suplementación) y por un período de 23 días, los animales fueron asignados a dos tratamientos nutricionales: campo nativo (CN; $n = 31$) o LR ($n = 33$). El grupo LR pastoreó un campo nativo mejorado con *Lotus subbiflorus* cv Rincón (50 ha, 2850 kg de MS/ha, 16 % de Lotus Rincón; 13,2 % PC, 52,9 % FDN), mientras que el grupo CN permaneció pastoreando campo natural (60 ha, 1300 kg de MS/ha; 12,8 % PC, 55,9 % FDN). El entore comenzó una vez finalizados los tratamientos nutricionales (día 23) y durante el mismo (80 días) ambos grupos de animales fueron nuevamente manejados en conjunto pastoreando campo nativo (1300 kg/ha, 60 ha; 8 % PC, 63,9 % FDN) (Figura 2).

Experimento 2

La suplementación corta con afrechillo de arroz integral se realizó en la Estación Experimental Bernardo Rosen-gurt (Facultad de Agronomía, UdelaR). Se utilizaron 38 vacas (Hereford, Angus y cruzas) de primera parición en anestro y

amamantando su ternero, agrupadas aleatoriamente en bloques según grupo genético, fecha de parto y CC al parto. A los 64 ± 14 días posparto (día = 0, inicio de la suplementación) los animales fueron asignados a dos tratamientos nutricionales: vacas pastoreando campo nativo (CON, $n = 19$) o vacas suplementadas (SUP, $n = 19$). La suplementación consistió en 2 kg/animal/d de afrechillo de arroz integral (90,3 % MS, 10 % PC, 9 % EE, 14 % FDN) durante 21 días. Los animales suplementados, fueron llevados diariamente (en la mañana) a los comederos, retornando al pastoreo una vez finalizado el consumo del suplemento. No se registró rechazo del suplemento ofrecido. Todos los animales fueron manejados en un grupo contemporáneo pastoreando campo nativo (50 ha, 1388 kg MS/ha, 8,5 % PC, 63 % FDN) con buen acceso a aguadas durante todo el período experimental (Figura 3).

Diseño y Análisis estadísticos

Se utilizó un diseño de bloques al azar con medidas repetidas. Los datos de PV

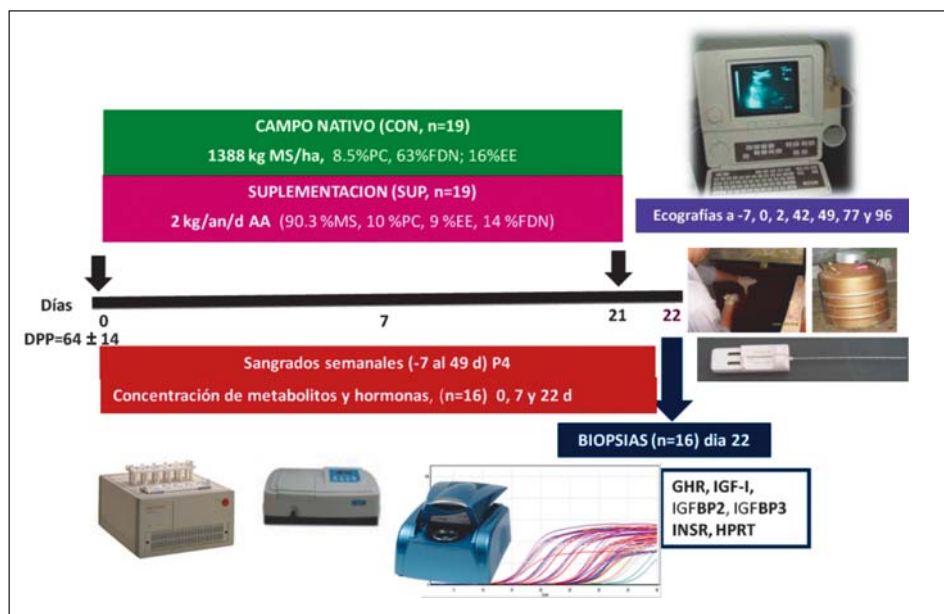


Figura 3. Protocolo experimental del Experimento 2: Suplementación con afrechillo de arroz integral.

y CC de las vacas, PV de los terneros, así como las concentraciones de hormonas se analizaron usando un análisis de medidas repetidas utilizando el PROC MIXED del paquete estadístico SAS (SAS Institute, 2001). El modelo incluyó el tratamiento nutricional, día del experimento (día, medida repetida) y sus interacciones como efectos fijos y el bloque como efecto aleatorio. Los datos de reinicio de la ciclicidad, el porcentaje de anestro, porcentaje de preñez temprana (primer tercio del entore), preñez total, e intervalo interpartos se analizaron usando el mismo modelo pero mediante el PROC GENMOD del paquete estadístico SAS con la distribución binomial (porcentaje de anestro, preñez) o Poisson (reinicio e intervalo interpartos) especificada. La separación de días, se realizó usando el test de Tukey. Las medias fueron consideradas diferentes si $P \leq 0,05$ y se declararon tendencias cuando $0,05 < P \leq 0,10$. Los datos se expresan en media $\pm$ EEM.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento 1

- El PV y la CC de las vacas aumentó desde el comienzo al final del experimento y fueron mayores

en el grupo LR comparado con CN (421 vs. 415 ± 2 kg y $3,9$ vs. $3,8 \pm 0,03$ unidades, respectivamente). La mayor ganancia de peso y de CC en LR podría estar explicada por un mayor consumo de energía y/o de nutrientes, debido a un mayor plano nutricional y/o selección de la dieta en estos animales. Esto es consistente con estudios previos donde reportaron que el aumento de ingesta entre 50-70 días posparto en vacas primíparas con ternero al pie y CC baja a moderada, aumentó el PV y la CC (Ciccioli *et al.*, 2003).

- El PV y la ganancia diaria de los terneros fue mayor en LR comparado con CN ($148,2$ vs. $138,6 \pm 3,0$ y $0,80$ vs. $0,74 \pm 0,01$ kg respectivamente). Varios autores han reportado una correlación positiva entre producción de leche, ganancia diaria de peso y PV de los terneros en bovinos de carne (Totusek *et al.*, 1973; Marston *et al.*, 1992). Es así, que el mayor PV de los terneros del grupo LR, podría estar asociado a una mayor producción de leche de las vacas debido al incremento del plano nutricional o a los cambios en la calidad de la dieta (ej.: aumento de la UIP, 40 % del PC del *Lotus subbliflorus* cv. Rincón; Trujillo *et al.*,

2007). Por otra parte, los terneros lactantes de vacas LR pudieron consumir forraje, sin embargo, Alencar (1989) reportó que el consumo de forraje es mínimo en términos de energía cuando los terneros tienen menos 60 días edad.

- **Las concentraciones de urea y NEFA en sangre disminuyeron desde el inicio al final del experimento pero fueron mayores en LR que CN (Figura 4A y 4B).** La disminución de urea y NEFA en sangre estarían asociadas a una disminución de la movilización de reservas en músculo (Chimonyo *et al.*, 2002) y adiposo (Lucy *et al.*, 1991; Meikle *et al.*, 2004), respectivamente, y a una mejora del balance energético de los animales con el comienzo de la primavera independientemente del tratamiento nutricional (Berreta *et al.*, 2000, Chapman *et al.*, 2007). Las mayores concentraciones de urea en suero al día 12 en el grupo LR podrían estar asociados a un mayor consumo de proteína (Chimonyo *et al.*, 2002) o a una desincronía de liberación de N y de energía para la fermentación ruminal, como lo sugiere la evolución de la cinética de degradación de la MS y del N en *Lotus subbiflorus* cv Rincón (Trujillo *et al.*, 2009). Las

mayores concentraciones de NEFA al final de los tratamientos nutricionales en el LR se asociaron con las vacas que tuvieron terneros más pesados. Estos resultados son consistentes con Vizcarra *et al.* (1998) y Quintans *et al.* (2010) que encontraron mayores niveles de este metabolito asociado a vacas mejor CC en el posparto con mayor producción de leche.

- **Las concentraciones de glucosa e insulina se mantuvieron estables y sin cambios en las vacas que pastoreaban LR, mientras que en las vacas CN se produjo un aumento transitorio de la glucosa en el día 12 que fue acompañado por un aumento permanente de los niveles de insulina (Figura 4C y 4D) y una mayor expresión hepática de ARNm de INSR (Cuadro 1).** La glucosa es el principal precursor para la síntesis de lactosa y determina la producción de leche (Vizcarra *et al.*, 1998), por lo tanto, la menores concentraciones de glucosa e insulina durante el tratamiento nutricional de las vacas de LR comparado con CN probablemente estuvieron asociada con el estrés durante la lactancia (Waterman *et al.*, 2007; Quintans *et al.*, 2010). Asimismo, la menor abun-

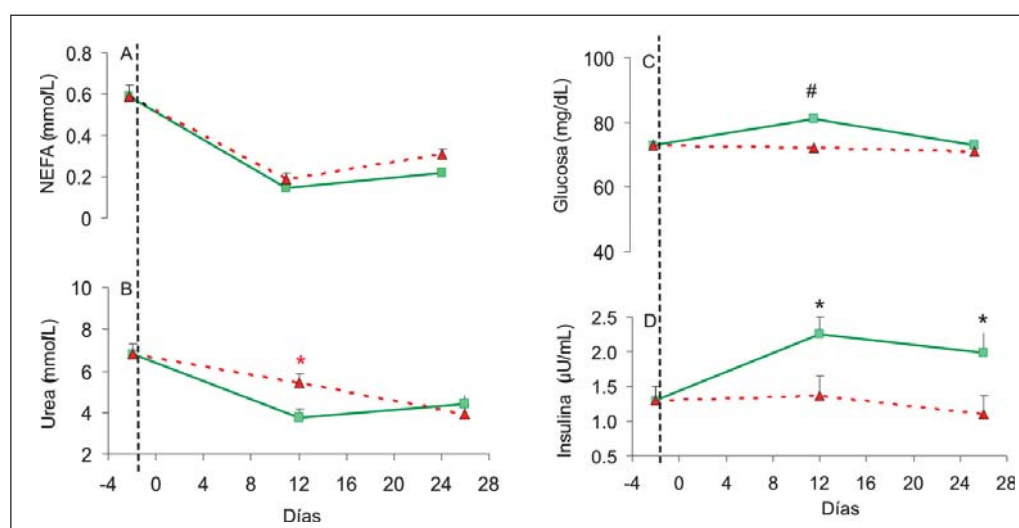


Figura 4. Concentraciones plasmáticas de NEFA (A), urea (B), glucosa (C), insulina (D) de vacas de carne primíparas pastoreando campo nativo mejorado con *Lotus subbiflorus* cv. Rincón (LR —) o campo nativo (CN---). Las diferencias entre los tratamientos se indican con * cuando $p \leq 0,05$ o # cuando $0,05 < p \leq 0,10$.

Cuadro 1. Efecto del incremento del plano nutricional o de la suplementación con afrechillo de arroz por períodos cortos de tiempo (*flushing*) durante el posparto de vacas de carne primíparas sobre la expresión hepática de genes relacionados con el eje GH-IGF

GENES ¹	EXPERIMENTO 1			EXPERIMENTO 2		
	LR	CN	SE	SUP	CON	SE
GHR	12,2	9,23	2,21	2,5	3,08	0,69
IGF-I	0,23	0,26	0,04	0,12	0,15	0,03
INSR	4,67	6,90	0,77	4,73	6,09	0,88
IGFBP-2	40,74 x	51,85 y	4,41	44,11a	88,77b	13,94
IGFBP-3	5,61	9,41	1,02	5,93	6,14	1,28
IGFBP-3/IGFBP-2	0,14 a	0,18b	0,02	0,13	0,09	0,03

¹GHR= receptor de la hormona de crecimiento, IGF-I= factor de crecimiento similar a la insulina tipo I, INSR receptor de insulina, IGFBP2= proteína de unión IGF-2, IGFBP3 = proteína de unión IGF-3. Literales distintos indican diferencias entre los tratamientos ^{ab} cuando $p \leq 0,05$ o ^{xy} cuando $0,05 < p \leq 0,10$.

Experimento 1: vacas pastoreando campo nativo mejorado con *Lotus subbiflorous* cv. Rincón (LR, n = 33) o campo nativo (CN, n = 31) y experimento 2: vacas suplementadas (SUP, n = 19) o pastoreando campo nativo (CON, n = 19) con 2 kg/animal/d de afrechillo de arroz integral durante 21 días.

dancia de ARNm INSR indicarían una mayor partición de nutrientes y energía hacia la producción de leche en vacas LR que en CN.

- **No se encontraron diferencias en la abundancia hepática de ARNm de GHR, de IGF-I o IGFBP-2 entre los tratamientos. Sin embargo la expresión de ARNm de IGFBP3 fue menor en LR que CN, sin cambios en la relación entre el ARNm de IGFBP-3/ IGFBP-2 (Cuadro 1).** De manera similar a estos resultados, Cooke *et al.* (2008) no encontraron diferencias en la expresión de ARNm de IGF-I cuando incrementaron la frecuencia de suplementación en vacas de carne durante el posparto. Asimismo, la menor expresión de ARNm de IGFBP-3 en hígado ha sido asociado a mayores producciones de leche en vacas lecheras en lactación temprana (Carriquiry *et al.*, 2009), lo que sería consistente con la mayor ganancia diaria del ternero reportada en este experimento.
- **La respuesta reproductiva (largo anestro posparto, preñez e intervalo inter-partos) no fue afectada por el tratamiento nutricional (Cuadro 2).** La duración del interva-

lo de parto a la primera ovulación en este estudio (108 ± 10 días posparto) es consistente con la baja tasa de preñez obtenida al inicio del entore y con datos nacionales reportados en vacas de carne primíparas Quintans y Vazquez (2002).

Experimento 2

- **La suplementación no afectó el PV ni la CC de las vacas y promediaron 413 ± 9 kg y $3,8 \pm 0,1$ unidades de CC.** Estos resultados coinciden con otros autores (Wettmann *et al.*, 1986; Pérez-Clariget *et al.*, 2007; Soca *et al.*, 2007) que tampoco reportaron modificaciones en las reservas corporales ya sea con suplementaciones energéticas o proteicas por períodos menores a 30 días durante el posparto.
- **El PV y la ganancia diaria de los terneros no difirió entre los tratamientos nutricionales y promediaron $107 \pm 1,3$ kg y $0,83 \pm 0,04$ g/d, respectivamente.** Estos resultados indicarían que la suplementación con afrechillo de arroz no modificó la producción de leche de las vacas ya que se ha reportado que el PV y la ganancia diaria del ternero se en-

Cuadro 2. Efecto del incremento del plano nutricional o de la suplementación con afrechillo de arroz por períodos cortos de tiempo (flushing) durante el posparto de vacas de carne primíparas sobre las respuestas reproductivas

	EXPERIMENTO 1			EXPERIMENTO 2		
	LR	CN	SE	SUP	CON	SE
Días a primera ovulación	107	108	1,1	119a	130 b	4,0
Anestro al un mes de entore (%)	54,5 (18/33)	61,3 (19/31)		84 (16/19)	95 (18/19)	
Preñez total (%)	88 (29/33)	93 (29/31)		79 (15/19)	84 (16/19)	

Experimento 1: vacas pastoreando campo nativo mejorado con *Lotus subbiflorous* cv. Rincón (LR, n = 33) o campo nativo (CN, n = 31) y experimento 2: vacas suplementadas (SUP, n = 19) o pastoreando campo nativo (CON, n = 19) con 2 kg/animal/d de afrechillo de arroz integral durante 21 días.

cuentran fuertemente asociados a la producción de leche materna (Alencar, 1989).

- Las concentraciones de NEFA, colesterol y urea en plasma no fueron afectadas por el tratamiento nutricional. Sin embargo el colesterol y la urea plasmática se incrementaron durante el tratamiento nutricional, siendo al

final (día 22) del experimento mayores en SUP que CON (Figura 5A, 5B y 5C). Estos aumentos en colesterol y urea en plasma podrían deberse a un incremento en la ingesta de materia seca (Cavestany *et al.*, 2005) y proteína (Oulun, 2005) en ambos tratamientos, asociado al aumento en la disponibilidad y altura del forraje del campo nativo al incre-

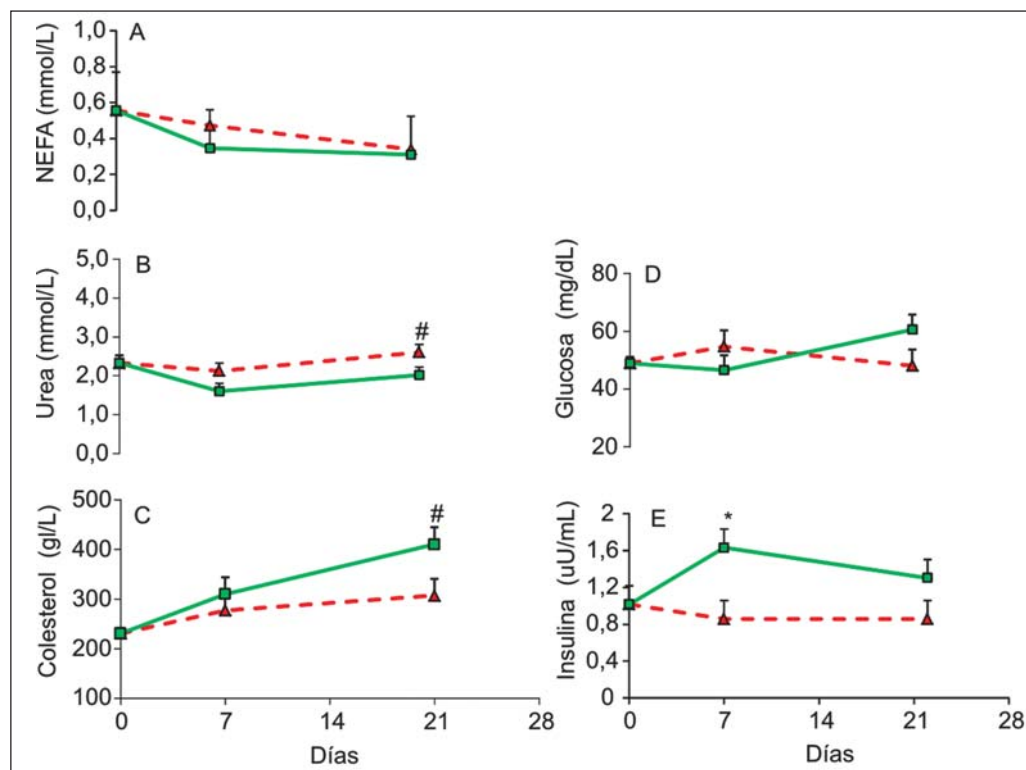


Figura 5. Concentraciones plasmáticas de NEFA (A), urea (B), colesterol (C), glucosa (D) insulina, (E) de vacas de carne primíparas pastoreando campo nativo con (SUP___) o sin (CON—) suplementación con afrechillo de arroz (2,5 kg/vaca/día). Las diferencias entre los tratamientos se indican con * cuando $p \leq 0,05$ o # cuando $0,05 < p \leq 0,10$.

mentarse la temperatura en la primavera (Berreta *et al.*, 2000, Chapman *et al.*, 2007) reflejando la recuperación del balance energético de la vaca de cría, y en acuerdo con las concentraciones basales de NEFA en ambos tratamientos.

- **Las concentraciones de glucosa en plasma tendieron a incrementarse en las vacas SUP hacia el final del experimento (día 22) mientras que las concentraciones de insulina fueron mayores en las vacas SUP que CON (Figura 5D y 5E).** Consistente con los efectos de la suplementación energética en vacas de leche (McNamara *et al.*, 2003, Rabelo *et al.*, 2005, Noro *et al.*, 2006), en el presente estudio, de las concentraciones de glucosa fue acompañado por mayores concentraciones de insulina en las vacas SUP que CON. Se ha demostrado que la ingesta de nutrientes aumenta los niveles en sangre de los precursores de propionato y otros derivados de la dieta, causando así, aumento en la velocidad de síntesis de la glucosa y por lo tanto aumento las concentraciones de glucosa circulante (Reynolds *et al.*, 2003). Es así que mayores concentraciones de glucosa e insulina en sangre debido a la suplementación con afrechillo de arroz, estarían indicando el mejor balance energético de estos animales (Rabelo *et al.*, 2005).
- **La expresión hepática de ARNm de GHR, IGF-I, IGFBP-3 e INSR no fueron afectadas por los tratamientos, sin embargo, la expresión de ARNm de IGFBP-2 tendió a ser menor en vacas SUP que CON (Cuadro 1).** Consistente con los resultados del presente trabajo, la expresión de ARNm de IGF-I ni de IGFBP-3 se modificó cuando se incrementó la frecuencia de suplementación con subproductos fibrosos en vacas de carne multíparas durante el posparto (Cooke *et al.*, 2008). Sin embargo, estos resultados fueron diferentes a los reporta-

dos en el *Experimento 1* ya que a pesar de no encontrar diferencias en la expresión de ARNm de IGF-I e IGFBP-2 en hígado, se determinó una menor expresión de ARNm de IGFBP-3 y de INSR en vacas primíparas suplementadas con pasturas mejoradas en el posparto temprano (48 días posparto) durante 23 días. Se ha demostrado que restricciones nutricionales y períodos de balance energético negativo han sido asociadas con aumentos en las concentraciones circulantes de IGFBP-2 (Rajaram *et al.*, 1997, Roberts *et al.*, 1997), indicando, de manera consistente con las concentraciones de metabolitos e insulina encontrados en el presente estudio, el mejor estado nutricional de las vacas SUP.

- **El largo del anestro posparto fue 11 días más corto en vacas SUP que CON (Cuadro 2),** en acuerdo con las mayores concentraciones en sangre de colesterol (Staples *et al.*, 1998; Funston *et al.*, 2004) y de insulina (Sinclair, 2008; Webb *et al.*, 2004) y con la menor expresión hepática de IGFBP-2 (Roberts *et al.*, 1997) encontradas en el presente estudio.

CONCLUSIÓN

Las diferencias entre los experimentos en el efecto del flushing sobre la partición de nutrientes (hacia producción de leche en *Experimento 1* vs. hacia función reproductiva en *Experimento 2*) (Figura 6) en vacas de carne primíparas con ternero al pie, podrían atribuirse a:

- ♦ las características del alimento (pastura vs. concentrado),
- ♦ los días post-parto cuando que se aplicaron los tratamientos (48 vs. > 60),
- ♦ manejo nutricional pre-tratamiento que se reflejó en distinta CC al inicio del flushing (3,6 vs 4,0 ± 0,04 unidades).

Incremento en el plano nutricional con campo nativo mejorado con *Lotus subbiflorous* cv. Rincón

DPP: 48 ± 10
CC: 3.6 ± 0.04 unidades



- ✓ No hubo cambios en las variables reproductivas
- ✓ Partición de nutrientes hacia producción de leche
- ✓ Menores concentraciones de glucosa, insulina y ARNm de IGFBP-3 en vacas LR

Suplementación con afrechillo de arroz (2.5 kg/vaca/día).

DPP: 64 ± 14
CC: 4.0 ± 0.04 unidades



- ✓ Anestro posparto 11 días mas corto en vacas SUP
- ✓ Mayores concentraciones de colesterol, insulina y menor expresión de ARNm IGFBP-2 en vacas SUP

Figura 6.

BIBLIOGRAFÍA

- ALENCAR, M.M.** 1989: Relação entre produção de leite da vaca e desempenho do bezerro nas raças Canchim e Nelore. Revista Sociedad Brasileira de Zootecnia 18, 146-156.
- ASTESSIONA A.L.; PÉREZ-CLARIGET R.; QUINTANS G.; SOCA P.; CARRIQUIRY M.** 2011: Effects of a short-term increase in the nutritional plane before the mating period on metabolic and endocrine parameters, hepatic gene expression and reproduction in primiparous beef cows on grazing conditions. J. of Anim. Phys. and Animal Nutri. Published online: June 2011 DOI: 10.1111/j.1439-0396.2011.01178.x
- BAUMAN, D.E.** 2000: Regulation of nutrient partitioning during lactation: homeostasis and homeorhesis revisited. In: Ruman Physiology. Digestion, Metabolism and Growth and Growth and Reproduction. Edited by P.J. Cronje. CAB Publishing, New York, NY. 311-327 p.
- BERRETTA, E.; RISSO, D.; MONTOSI, F.; FIGURINA, G.** 2000: Campos in Uruguay In: Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology (Eds G Lemaire, J Hogdson, A de Moraes, C Nabinger, PC d F Carvalho) pp. 377-394. (CAB International, New York, USA.).
- CARRIQUIRY, M.; WEBER, W.J.; FAHRENKRUG, S.C.; CROOKER, B.A.** 2009. Hepatic gene expression in multiparous Holstein cows treated with bovine somatotropin and fed n-3 fatty acids in early lactation. Journal of Dairy Science 92, 4889-4900.
- CAVESTANY, D.J.; BLANC, E.; KULCSAR, M.; URIARTE, G.; CHILIBROSTE, P.; MEIKLE, A.; FEBEL, H.; FERRARIS, A.; KRAL, E.** 2005. Studies of the Transition Cow Under a Pasture-based Milk Production System: Metabolic Profiles. J Vet Med 52: 1-7.
- CHAPMAN, D.F.; PARSONS, A.J.; COSGROVE, G.P.; BARKER, D.J.; MAROTTI, D. M.; VENNING, K.J.; RUTTER, S.M.; HILL, J.; THOMPSON, A.N.** 2007. Impacts of Spatial Patterns in Pasture on Animal

Grazing Behavior, Intake, and Performance. *Crop Sci.* 47:399-415.

CHIMONYO, M.; HAMUDIKUWANA, H.; KUSINA, N.T.; NCUBE, I. 2002: Changes in stress-related plasma metabolite concentrations in working Mashona cows on dietary supplementation. *Livestock Production Science* 73, 165-173.

CICCIOLI, N.H.; WETTEMANN, R.P.; SPICER, L.J.; LENTS, C.A.; WHITE, F.J.; KEISLER, D.H. 2003. Influence of body condition at calving and postpartum nutrition on endocrine function and reproductive performance of primiparous beef cows. *Journal of Animal Science* 81, 3107-3120.

COOKE, R.F.; ARTHINGTON, J.D.; ARAUJO, D.B.; LAMB, G.C.; EALY, A.D. 2008. Effects of supplementation frequency on performance, reproductive, and metabolic responses of Brahman crossbred females. *Journal of Animal Science* 86, 2296-2307.

DRACKLEY, J.K.; OVERTON, T.R.; DOUGLAS, G.N. 2001. Adaptations of Glucose and Long-Chain Fatty Acid Metabolism in Liver of Dairy Cows During the Periparturient Period. *J. Dairy Sci.* 84:E100-E112.

FUNSTON. 2004. Fat supplementation and reproduction in beef females. *Journal of 463 Animal Science* v. 82, p. 154-161.

HESS, B.W.; LAKE, S.L.; SCHOLLJEGERDES, E.J.; WESTON, T.R.; NAYIGIHUGU, V.; MOLLE, J.D.C.; MOSS, G.E. 2005. Nutritional controls of beef cows reproduction. *Journal of Dairy Science.* (83): E90-E106.

LAKE, S.L.; SCHOLLJEGERDES, E.J.; ATKINSON, R.L.; NAYIGIHUGU, V.; PAISLEY, S.I.; RULE, D.C. 2005. Moss GE, Robinson TJ, Hess BW. Body condition score at parturition and postpartum supplemental fat effects on cow and calf performance. *Journal of Animal Science.* (83):2908-2917.

LUCY, M.C.; STAMPLES, C.R.; MICHEL, F.; THATCHER, W.W. 1991. Energy balance and size and number of ovarian follicles detected by ultrasonography in early post partum dairy cows. *J Dairy Sci*; 74:473.

LUCY, M.C.; VERKERK, G.A.; WHYTE, B.E.; MACDONALD, K.A.; BURTON, L.; CURSONS, R.T.; ROCHE, J.R.; HOLMES, C.W. 2009. Somatotrophic axis components and nutrient partitioning

in genetically diverse dairy cows managed under different feed allowances in a pasture system. *Journal of Dairy Science.* (92):526-539.

MCNAMARA, S.; MURPHY, J.J.; RATH, M. et al. 2003. Effects of different transition diets on energy balance, blood metabolites and reproductive performance in dairy cows. *Livestock Production Science* v. 84, p.195-206.

MEIKLE, A.; KULCSAR, M.; CHILLIARD, Y.; FEBEL, H.; DELAUD, C.; CAVESTANY, D.; CHILIBROSTE, P. 2004. Effects of parity and body condition at parturition on endocrine and reproductive parameters of the cow. *Reproduction* (127): 727-737.

MULLINIKS, J. T.; KEMP, M. E.; VALVERDE-SAENZ, S. I. et al. 2008. Impact of supplemented glucogenic precursors on nutrient partitioning in young postpartum range cows. *Proceedings, Western Section, American Society of Animal Science* v.59, p.391-395.

NORO, M.; VARGAS, V.; PULIDO, R.G. et al. 2006. Effects of two type of concentrate on energy and protein blood metabolites in grazing dairy cows 509 during spring. *Archivos Médicos Veterinarios* v. 38, p. 227-323, 2006.

OULUN, Y. 2005. Variation in the blood chemical constituents of reindeer, significance of season, nutrition and other extrinsic and intrinsic factors. *Acta Univesitatis Ouluensis, Scientiae Rerum Naturalium*, A440.

PÉREZ-CLARIGET, R.; CARRIQUIRY, M.; SOCA, P. 2007. Estrategias de manejo nutricional para mejorar la reproducción en ganado bovino. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal.* (15):114-119.

QUINTANS, G. 2008. La alternativa para incrementar la tasa de procreo: disminución del anestro posparto. *Serie Técnica INIA Uruguay.* (174): 99-109p.

QUINTANS, G.; BANCHERO, G.; CARRIQUIRY, M.; LÓPEZ, C.; BALDI, F. 2010: Effect of body condition and suckling restriction with and without presence of the calf on cow and calf performance. *Animal Production Science* 50, 931-938.

QUINTANS, G.; VÁZQUEZ, A.I. 2002: Effect of premature weaning and suckling restriction with nose plates on the reproductive performance of

- primiparous cows under range conditions. In: Proceedings of the Sixth International Symposium in Domestic Ruminants, Crieff, Scotland, p. A65 (Abstr.)
- RABELO, E.; REZENDE, R. L.; BERTICS, S. J. et al.** 2005. Effects of pre- and 517 postfresh transition diets varying in dietary energy density on metabolic 518 status of periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science* v. 88, p. 519 4375-4383, 520.
- RAJARAM, S.; BAYLINK, D. J.; MOHAN, S.** 1997. Insulin-Like Growth Factor-Binding Proteins in Serum and Other Biological Fluids: Regulation and Functions. *Endocrine Reviews* 18, 801-831.
- REYNOLDS, C. K.; AIKMAN, P. C.; LUPOLI, B. et al.** 2003. Splanchnic metabolism of 524 dairy cows during the transition from late gestation through early lactation. 525 *Journal of Dairy Science* v.86, p. 1201-1217.
- ROBERTS, A. J.; NUGENT, R. A.; KLINDT, J.; JENKINS, T. G.** 1997. Circulating insulin-like growth factor i, insulin-like growth factor binding proteins, growth hormone, and resumption of estrus in postpartum cows subjected to dietary energy restriction. *Journal of Animal Science*. (75):1909-1917.
- SINCLAIR, K. D.** 2008. Lactational anoestrus in cattle: lessons from the suckled beef cow. *Cattle Practice*. (16): 24-31.
- SOCA, P. M.; CLARAMUNT, M.; DO CARMO, M.** 2007. Sistemas de cría vacuna en ganadería pastoril sobre campo nativo sin subsidios: Propuesta tecnológica para estabilizar la producción de terneros con intervenciones de bajo costo y de fácil implementación. *Revista Ciencia Animal. Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de Chile*. (3): 3-22.
- STAPLES, C. R.; BURKE, J. M.; THATCHER, W. W.** 1998. Influence of supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. *Journal of Dairy Science* v. 81, p. 856-871.
- TRUJILLO, A. I.; MARICHAL, M. D. E. J.; GUERRA, M. H.; SOCA, P.** 2009. Estudio de caso: degradabilidad de la materia seca y nitrógeno del Lotus (*Lotus subbiflorus*) cv. El Rincón en tres cortes primaverales. *Revista Argentina de Produccion Animal* 29, 1-11.
- VIZCARRA, J. A.; WETTEMANN, R. P.; SPITZER, J. C.; MORRISON, D. G.** 1998. Body condition at parturition and postpartum weight gain influence luteal activity and concentrations of glucose, insulin, and nonesterified fatty acids in plasma of primiparous beef cows. *Journal of Animal Science* 76, 927-936.
- WATERMAN, R. C.; GRINGS, E. E.; GEARY, T. W.; ROBERTS, A. J.; ALEXANDER, L. J.; MACNEIL, M. D.** 2007. Influence of seasonal forage quality on glucose kinetics of young beef cows. *Journal of Animal Science* 85, 2582-2595.
- WETTEMANN, R. P.; HILL, G. M.; BOYD, M. E. et al.** Reproductive performance 574 of postpartum beef cows after short-term calf separation and dietary energy 575 and protein supplementation. *Theriogenology* v.4, p. 433-43, 1986.
- WEBB, R.; GARNSWORTHY, P. C.; GONG, J. G. et al.** 2004. Control of follicular growth: Local interactions and nutritional influences. *Journal of Animal Science* v. 82, p. 63-74.

Pablo Soca¹, Mariana Carriquiry¹,
D.H. Keisler², Martín Claramunt¹,
Martín Do Carmo¹, J. Olivera-
Muzante¹, M. Rodríguez¹, Ana
Meikle³

¹Departamento de Producción Animal
y Pasturas. Facultad de Agronomía,
UdelaR.

²Animal Sciences Research Center
USA.

³Laboratorio de Técnicas Nucleares
Facultad de Veterinaria, UdelaR.

4. Efecto del flushing y tipo de destete temporario sobre la productividad de vacas primíparas en pastoreo de campo natural

RESUMEN

Se postula la hipótesis que el tipo de destete temporario y la suplementación corta con afrechillo de arroz mejora el intervalo parto celo y la probabilidad de preñez de vacas primíparas en anestro. Se evaluó el efecto del destete temporario de 12 días con y sin separación y el empleo o no de afrechillo de arroz durante 20 días sobre la performance productiva y reproductiva de vacas primíparas en pastoreo de campo natural. No se encontró interacción entre tipo de destete temporario y flushing. El destete temporario con separación acortó el intervalo parto- celo y el flushing mejoró la probabilidad de preñez temprana y total. Las vacas con mejor condición corporal al parto mejoraron el intervalo parto-celo cuando fueron sometidas al destete temporario con separación del par vaca –ternero y la probabilidad de preñez temprana cuando se empleo flushing. El destete temporario y la suplementación corta son medidas tácticas para mejorar la reproducción en vacas primíparas de condición corporal «subóptima». Dicha intervención constituye un buen aporte a sistemas de producción con superior variabilidad en la producción de forraje primavera-verano.

INTRODUCCIÓN

El bajo consumo de energía de vacas de cría en pastoreo con alta carga animal y sin prácticas de manejo del rodeo, explica el pobre estado nutricional de las vacas al parto e inicio del entore, que junto con el amamantamiento determinan el largo periodo de anestro posparto, baja probabilidad de preñez y porcentaje de destete de la cría vacuna en el país (Quintans, 2008; Soca *et al.*, 2008).

Desde el año 2000, nuestro grupo de investigación ubicado en la Facultad de Agronomía, ha desarrollado una línea de investigación con el objetivo de intervenir sobre la nutrición energética de vacas primíparas con estado corporal «subóptimo» y baja probabilidad de preñez. Los experimentos evaluaron un enfoque táctico

en la asignación de recursos con la suplementación energética o pastoreo de pasturas mejoradas de corta duración (hasta 23 días) y el destete temporario (DT). La información ha sido publicada en simposios regionales, tesis de la Facultad de Agronomía y Veterinaria (Soca *et al.*, 2002; Soca *et al.*, 2005 a y b; Rodríguez Irazoqui *et al.*, 2005; Carrere *et al.*, 2005; Do Carmo, 2005; Claramunt, 2006; Soca *et al.*, 2006; Soca *et al.*, 2008 a y b; Pérez-Clariget *et al.*, 2007; Gestido, 2008; Astessiano *et al.*, 2008 a y b).

El flushing mejora la probabilidad de preñez temprana y el DT redujo la producción de leche, incremento el tamaño folicular y el nivel de insulina en vacas de cría. Por otra parte, la separación del par vaca-ternero constituye en una señal más potente para estimular el incremento de

la frecuencia y amplitud de pulsos de LH que las técnicas que no la emplean (Stagg *et al.*, 1998). No obstante, la respuesta de vacas primíparas a pautas de manejo resultó errática, lo que demuestra la sensibilidad de la vaca primípara a variaciones en el consumo de energía y pone en evidencia la influencia del control metabólico y complejas relaciones entre el consumo de energía, producción de leche y reservas corporales (Hess *et al.*, 2005).

El modelo conceptual sobre la utilización de la energía de vacas de carne (Short *et al.*, 1990) permitió hipotetizar sobre que en sistemas fuerte variación a lo largo del año y entre años de en la cantidad y concentración de nutrientes el empleo de efectos a corto plazo de la nutrición sobre la reproducción asociados y diversos tipos de control del amantamiento, suministrando cantidades y fuentes específicas de energía, por cortos periodos en momentos estratégicos del ciclo productivo, permitiría acortar el intervalo parto-concepción y mejorar la probabilidad de preñez.

El objetivo del presente experimento fue estudiar la relación entre la condición corporal al parto y la intervención basada en tipo de destete temporario y flushing sobre la evolución de CC, el intervalo parto-ovulación y la probabilidad de preñez de vacas primíparas en pastoreo de campo nativo. Se postuló la hipótesis de que en vacas primíparas el tipo de destete temporario y flushing interactúan para mejorar el largo del anestro y probabilidad de preñez.

Materiales y Métodos

En la EEFAS, San Antonio, Salto, Facultad de Agronomía, se evaluó el efecto del tipo de destete temporario y la Suplementación con afrechillo de arroz a vacas primíparas durante 20 días, sobre la actividad ovárica, el peso vivo y condición corporal, porcentaje de preñez del rodeo y peso al destete de los terneros. Durante tres años se replicó el mismo diseño experimental con cambios en los animales.

A los 61 ± 10 días postparto 153 vacas primíparas en anestro fueron asignadas a:

Destete temporario:

ST: destete temporario con tablillas nasales a los terneros durante 12 días sin separación de la vaca y ternero y

SS: la vaca y ternero fueron separados durante cinco días y los siete restantes el ternero retorno al pie de la madre con tablilla nasal. Al finalizar S se procedió a:

Flushing

F: se ofertó 2 kilos de Afrechillo de Arroz (AA) (composición química % de base fresca: Proteína cruda: 13-14 %, Extracto Etéreo: 15-19%, Materia Seca: 87-88 %; estimación de la energía: 3.09 Mcal EM/kg de MS; NRC 2001) por vaca por día durante 22 días. durante 20 ó 23 días.

NF: No se ofreció AA.

Se colectaron registros de clima, cantidad y composición química de la pastura, datos de parto, condición corporal de la vaca al parto, inicio y fin de entore y la diferencia de CC durante parto-inicio experimento e inicio y fin de entore. Las vacas fueron agrupadas en CCP₃₋₃₅; CCP₃₋₅₋₄; CCP₄₋₄₋₅. Al nacimiento, inicio - fin del destete temporario y al destete definitivo el peso del ternero sin ayuno fue registrado. El intervalo parto-reinicio (PPI) o fue estimado en base a la concentración de progesterona (P₄). El porcentaje de vacas cíclicas a los 12, 32, 53 días postparto luego del destete fue calculado. El porcentaje de preñez fue determinado por ultrasonido durante los primeros 30 días de entore o al final. El efecto del año, destete temporario, *flushing* condición corporal al parto y cambio de condición sobre la preñez inicial, final y el intervalo postparto fue analizado mediante *logit model*. El efecto del año, F, S, CCP, y cambio de condición sobre la evolución de condición corporal fue analizado por un modelo de medidas repetidas en el tiempo.

RESULTADOS

El *flushing* aumentó la probabilidad de preñez temprana P₁ (F = 0,7 vs NF = 0,3; P<0,001) pero no la total P₂ (F = 0,86 vs NF = 0,92; P<0,10). No obstante P₁ resultó afectada por la interacción F*CCP.

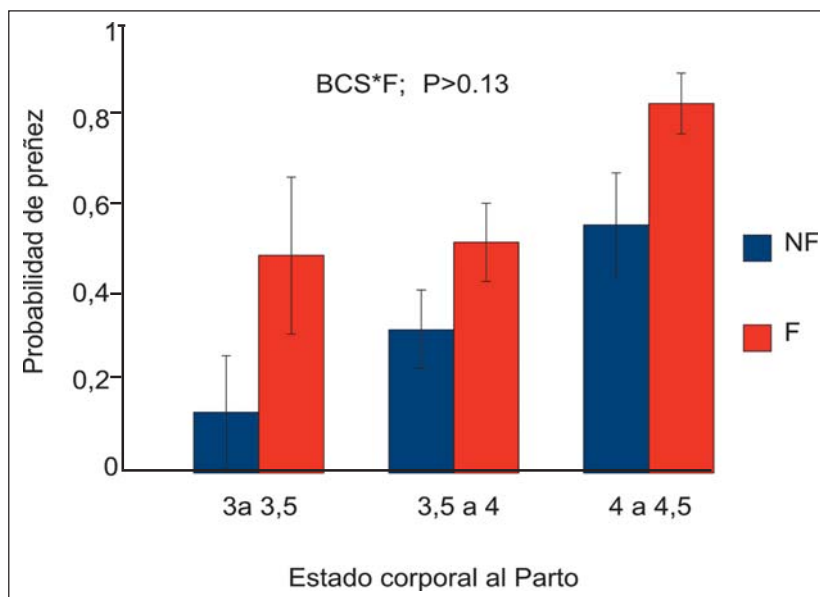


Figura 1. Probabilidad de preñez temprana de vacas primíparas en pastoreo de campo nativo sometidas a flushing y con diversa CC al parto (promedios de mínimos cuadrados $\pm$ error estándar).

En todas las categorías el F mejoró la P1 pero la diferencia fue superior con mejor CC al parto (Figura 1).

El grupo de vacas con flushing y con mejor CC presentó una $P_1 = 0,9$. Dicha probabilidad resultó muy elevada cuando se analizó la condición corporal promedio al parto ($CCP = 3,7 \pm 0,5$) y los cambios de CC durante parto inicio de entore ($\Delta BC = 0,35 \pm 0,08$).

El PPI fue afectado por S ($SS = 89$ vs. $ST = 102$ días; $P < 0,001$). A los 60 ± 10 días postparto e inicio del destete temporario todas las vacas se encontraban en anestro. Quiere decir que el mínimo intervalo parto-retorno se obtuvo 29 días en promedio después de iniciado el destete. Esto confirma el papel determinante del destete temporario en el retorno postparto. La promoción de desarrollo folicular, reducciones en la producción de leche e incremento en la concentración de insulina, han sido reportados como los principales efectos de destete temporario (Soca *et al.*, 2007; Quintans *et al.*, 2010). En el presente trabajo, el SS mejoró el tamaño folicular y el porcentaje de vacas cíclicas a posteriori de su aplicación. Esto explicaría el efecto de SS en el PPI donde se redujo en 12 días. No obstante, su efecto resultó dependiente de la CC al parto.

El grupo de vacas sometidas a destete con separación (SS) redujo el PPI en todas las categorías de CC mientras que el grupo con tabilla solo redujo el PPI en el grupo que gana CC durante parto-inicio del experimento.

El tipo de destete modificó el PPI y el F la P1 pero no se encontró interacción. La P2 solo fue afectada por la condición corporal al parto. El grupo CCP 3-3,5 limitó la P1 y P2 no obstante el grupo CCP 4-4,5 optimizó desempeño reproductivo ($CCP3-3,5 = 120$ vr $CCP3,5-4 = 92$ vr $CCP4-4,5 = 79$ días; $P < 0,001$). Por cada unidad de incremento en la CCP se redujo en 26 días el PPI ($P < 0,002$) (Figura).

Figura Efecto del tipo de destete temporario y condición corporal al parto sobre el porcentaje de vacas cíclicas en el postparto (promedios de mínimos cuadrados).

La evolución de CC no fue afectada por F y S. Se encontró diferencias entre años en la CCP, CCIE, delta CC y días al nadir (Figura 2).

En campo nativo la cantidad de forraje durante primavera-verano resultó controlado por la precipitación y la oferta de forraje. La precipitación durante el período primavera-verano resultó superior en

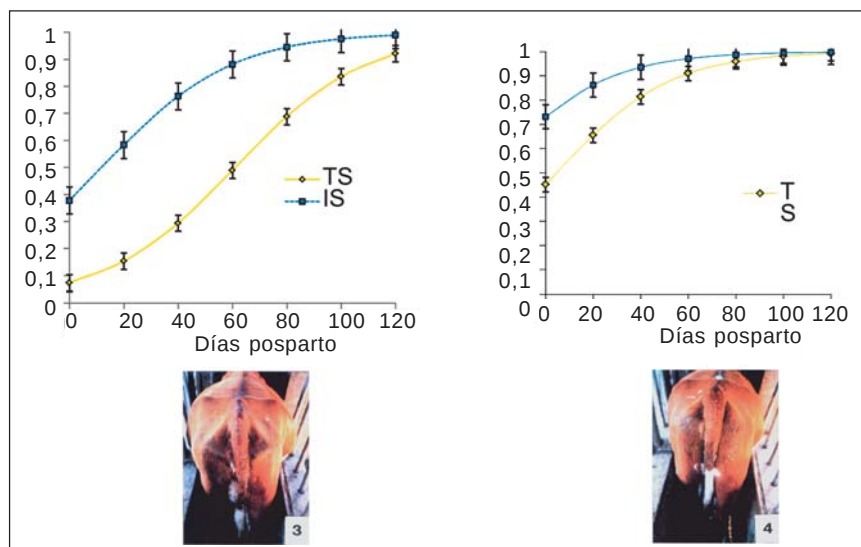


Figura 2. Efecto del tipo de control de amamantamiento y CCP sobre la probabilidad de ciclar postparto.

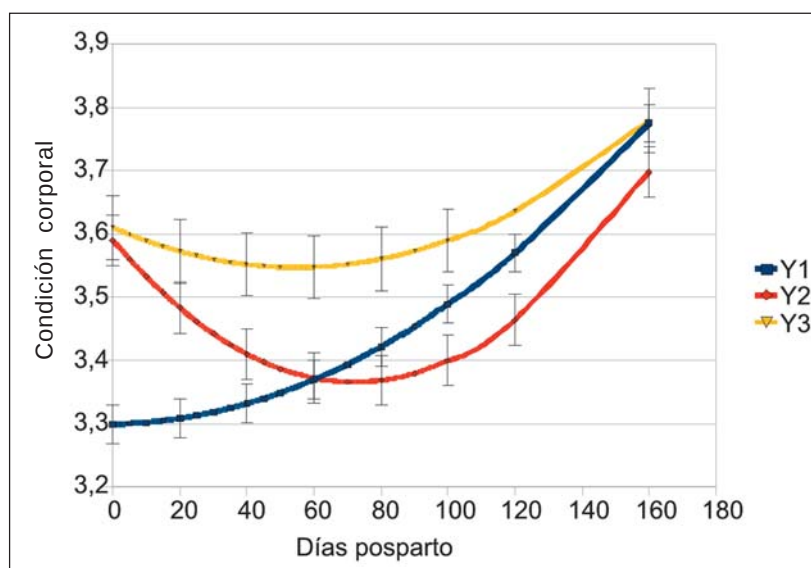


Figura 3. Efecto de los días postparto y el año en el que se llevo a cabo el experimento sobre la evolución de condición corporal de vacas primíparas en pastoreo de campo nativo (medias de mínimos cuadrado $\pm$ error standar).

los años Y_1 y Y_3 , mientras que Y_2 fue un año seco y con elevado número de heladas (Figura 3).

En el año (Y_1) con inferior condición corporal al parto las pérdidas postparto y los días al nadir de CC resultaron inferiores. Mientras que el cambio de estado durante inicio del experimento fin de entore resultó superior en Y_1 . Esto contribuye a explicar que el año experimental, la condición corporal al parto y la variación de CC delta CC durante el parto-inicio

experimento fueron los factores más importantes en afectar el PPI, ciclicidad, P_1 and P_2 .

No obstante, entre años, las vacas de Y_1 con inferior CCP pero rápida recuperación de CC y posiblemente con un cambio en la partición de los nutrientes con destino a la recuperación de BC, llegarían con mejor balance y redujeron el PPI con respecto a Y_2 e Y_3 ($Y_1 = 82$ vr $Y_3 = 99$, $Y_2 = 107$ días; $P < 0,001$). La ciclicidad y preñez temprana también resultó mejo-

ras en Y1. No se encontró diferencias en P2 entre años. No obstante el peso al destete fue inferior ($Y_1 = 150$; $Y_2 = 165$; vs $Y_3 = 200$ kilogramos; $P < 0,001$) y no se modificó la P_2 .

El efecto positivo sobre el porcentaje de preñez temprana del suministro de AA durante 20 días no podría explicarse por cambios en la CC ni el tamaño folicular provocado por los tratamientos. A inicio del experimento, todos los animales se confirmaron en anestro por ecografía ovárica y niveles de P_4 en suero sanguíneo. El mejoramiento del desempeño reproductivo se produce debido fundamentalmente al ingreso de energía vía la suplementación lo cual resultó similar al efecto «flushing» reportado ampliamente en la reproducción ovina (Martín *et al.*, 2004; Viñoles *et al.*, 2004).

Esto permite confirmar la importancia del suministro de Energía en la modificación de eventos fisiológicos relacionados con la reproducción a través de señales de corta duración y bajos costos económicos. En un reciente experimento, se confirmó que el *flushing* con afrechillo de arroz mejoró el cumulus-oocyte-complex (COC) sin modificar el tamaño y dinámica folicular y el estado energético de vacas lo cual confirma que el flushing afectó eventos específicos a nivel del oocito que podría estar explicando el efecto sobre el porcentaje de preñez temprana (Viñoles *et al.*, 2010).

La separación física del par vaca-ternero durante 5 días seguidos por 7 días al pie de la madre con tablillas nasales tendría un efecto positivo sobre la dinámica folicular, y «prepararía» a la vaca para que el suplemento con AA, mejore la probabilidad de preñez (Soca *et al.*, 2006). A partir del momento donde se aplicó DT, el tamaño folicular se incrementó. La diferencia entre tipo de destete temporario, no resultó significativa, aunque en promedio el grupo DS logró valores superiores al grupo DT (DS = 9,2 vs. DT = 8,3 mm; $P = 0,10$). La condición corporal al parto afectó el tamaño folicular, por cada unidad de CCP el TF se incrementó en 0,96 mm ($P < 0,01$).

El intervalo parto- celo resultó afectado por la condición corporal al parto y el destete temporario, por cada unidad de incremento en la CCP se redujo el IPC en

días ($p < 0,01$) el destete temporario con separación del ternero y vaca presentó un intervalo parto celo inferior (DTS = 90 vs DT = 100 días; $P < 0,08$).

La respuesta reproductiva en preñez ante cambios en las «señales» de corto plazo depende del «estado del sistema». A corto plazo: el estado corporal de las vacas primíparas y a largo plazo «la información «que traen consigo dichos animales desde la gestación y posterior crecimiento (Robinson *et al.*, 1999).

El período de intervención durante el postparto tuvo una duración entre 25 y 37 días, con un costo económico que no superó los 8 dólares por vaca, lo cual resultaría en gran impacto económico al analizar el efecto en el porcentaje de preñez los incrementos en los kilos de ternero destetado en el destete siguiente (20 kilos por vaca a favor del grupo suplementado; Soca *et al.*, 2007) y como tecnología que permite atenuar la variabilidad climática en zonas marginales con riegos de sequía estival.

En síntesis el destete temporario con separación del ternero generó mayor número de folículos grandes (≥ 10 mm) en los 22 días posteriores al comienzo del destete, y numéricamente superó a DT en la cantidad de cuerpos lúteos registrados así como en el número de vacas que reiniciaron la actividad lútea. No obstante esto, se preñaron más vacas debido al consumo de suplemento en los días posteriores al destete. Esto plantea que la combinación de la separación del ternero por un corto período sumado a la interrupción de mamar por 11 a 14 días sería efectiva en generar ovulación y por lo tanto reinicio de los ciclos estrales normales. Sin embargo, si bien la ovulación y la manifestación del estro son imprescindibles para lograr la preñez, en términos cuantitativos no sería suficiente para lograr mayor número de vacas preñadas y la suplementación energética de corta duración estaría intermediando entre la ovulación y la preñez.

Las vacas suplementadas consumieron 46 kg de afrechillo de arroz integral cada una, lo cual habría aportado 143 Mcal de Energía Metabolizable en el período de suplementación. El mayor consumo de energía del grupo suplementado no se tradujo en mayor CC al fin de

tratamientos. El destete temporario parecería agregar una función fisiológica adicional al promover el crecimiento folicular y posterior ovulación en vacas en lactancia con EC subóptimo, función que si no tiene la energía suficiente para funcionar es suprimida según el orden de prioridades (Short *et al.*, 1990). No obstante, la demanda adicional de energía para reiniciar y mantener los ciclos estrales y alcanzar la preñez, parecería no requerir de un período prolongado de mayor consumo de energía, ya que 23 días de suplementación resultaron suficientes para preñar el 73 y 90 % de las vacas en el grupo suplementado con AA y sometido a destete temporario y con separación física del ternero por cinco días en el primer tercio y durante todo el entore respectivamente. El destete temporario haría más eficiente el uso de la energía proveniente del suplemento o bien sería más eficaz que el consumo de energía «per se» en reiniciar la actividad lútea. Sin embargo, por otra parte si luego del destete no existe mayor disponibilidad de energía las vacas volverían a la situación de anestro o no sería posible preñar vacas poco tiempo después del destete.

Si se producen mejoras en la condición corporal al parto y el clima, la probabilidad de respuesta mejora, no obstante el experimento repetido en el tiempo en EEFA de la Facultad de Agronomía, permitió demostrar la posible de alcanzar 100 % de preñez en vacas primíparas con estado corporal crítico al parto ($3,3 \pm 0,5$) (Soca *et al.*, 2006; Gestido *et al.*, 2008) Frente al cambio climático que determinan mejoras de la CCP y/o la nutrición energética posparto o mejoras de corto plazo (20 días) en la alimentación de la vaca de cada año sin la aplicación del destete temporario los ajustes en la distribución de energía de vacas primíparas parecen orientarse a cambios en la producción de leche y peso al destete de los terneros (Astessiano *et al.*, 2012 en esta publicación).

REFLEXIONES FINALES

Las herramientas tácticas de intervención como la suplementación con afrechillo de arroz permitieron mejorar el porcentaje de preñez temprana de vacas

primíparas con estado corporal «subóptimo» sometidas a destete temporario. Su respuesta depende de la condición corporal al parto y la «información» que pongan en juego vacas primíparas en anestro. Ambas herramientas constituirían un seguro «económico» seguro frente a años malos, dotaciones inadecuadas y/o sequías de corto plazo.

BIBLIOGRAFÍA

- ASTESSIONO A.L.; PEREZ-CLARIGET R.; QUINTANS G.; SOCAP.; CROOKER B.A.; CARRIQUIRY M.** 2009. Temporal changes in hepatic gene expression during the periparturient period of spring-calving beef cows on grazing conditions. *Journal of Animal Science*, v. 87 E. Suppl 2, p. 76.
- ASTESSIONO, A. L.; QUINTANS, G.; SOCA, P.; TRUJILLO, A. I.; DE J. MARICHAL, M.; CARRIQUIRY, M.; PÉREZ-CLARIGET, R.** 2008 a. Efecto del Flushing usando una cobertura de Lotus subbiflorus cv. Rincón sobre la respuesta reproductiva en vacas de carne de primera cría. XXXVI Jornadas Uruguayas de Buiatría Simposio de Reproducción. 12 de mayo del 2008. Paysandú Uruguay.
- ASTESSIONO, A. L.; QUINTANS, G.; SOCA, P.; PÉREZ-CLARIGET, R. CARRIQUIRY, M.** 2008 b. Efecto de la condición corporal al parto en las respuestas productivas de la vaca de primera cría y su ternero. XXXVI Jornadas Uruguayas de Buiatría Simposio de Reproducción. 12 de mayo del 2008. Paysandú Uruguay.
- CARRERE, J. M.; CASELLA, C. G.; MITRANOF, J.** 2005. Efecto del flushing y del destete temporario sobre el comportamiento reproductivo de vacas de carne de segundo entore en anestro y en condiciones corporales subóptimas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 87p.
- CLARAMUNT, M.** 2007. Efecto de la suplementación energética de corta duración y el destete temporario sobre el crecimiento folicular y desempeño reproductivo de vacas primíparas Hereford. Tesis de grado. Facultad de Agronomía. 83 pp.
- DO CARMO, M.** 2006. Efecto del destete temporario y suplementación energética de corta duración sobre el comportamiento

- reproductivo y productivo de vacas de cría primíparas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 79p.
- GESTIDO V.; PEREZ R.; CARRIQUIRY M.; SOCA P.** 2008. Evolución de la condición corporal en el pre y postparto y su relación con los niveles de metabolitos sanguíneos en vacas de cría primíparas Hereford pastoreando campo natural. XXXVI Jornadas Uruguayas de Buiatría. Pág. 276-277.
- HESS, B.W.; LAKE, S.L.; SCHOLLJEGERDES, E. J.; WESTON, T. R.; NAYIGIHUGU, V.; MOLLE, J. D. C.; MOSS, G. E.** 2005. Nutritional controls of beef cows reproduction J. Anim. Sci. 83 (E. Suppl.):E90-E106.
- MARTIN G. B.; RODGER, J.; BLANCHE, D.** 2004. Nutritional and environmental effects on reproduction in small ruminants. Reproduction, Fertility and Development 16:491-501.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL.** 2000. Nutrient requirements of beef cattle. (en línea). 7th. rev. ed. Washington, D. C., National Academy Press. 242 p. Consultado 18 ago. 2006. Disponible en <http://www.nap.edu/catalog/9791.html#toc>
- PÉREZ-CLARIGET, R.; CARRIQUIRY, M.; SOCA, P.** 2007. Estrategias de manejo nutricional para mejorar la reproducción en ganado bovino. Trabajo invitado a la XX Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA); XXX Reunión Asociación Peruana de Producción Animal y V Congreso Internacional de Ganadería de Doble Propósito, 21 al 25 octubre 2007, Cuzco, Perú. Versión electrónica ALPA
- QUINTANS G.; BANCHERO G.; CARRIQUIRY M.; LÓPEZ C.; BALDI F.** 2008. Impacto de cambios en la estrategia de asignación de forraje sobre la productividad de la cría con diversos grupos genéticos bajo pastoreo de campo natural. In: Seminario de actualización: Cría vacuna. Serie Técnica Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria INIA N° 174. pp 110-119. Treinta y Tres, Uruguay.
- QUINTANS, G.; BANCHERO, G.; CARRIQUIRY, M.; LOPEZ, C.; BALDI, F.** 2010. Effect of body condition and suckling restriction with and without presence of the calf on cow and calf performance. Animal Production Science 50, 931-938.
- ROBINSON, J.J., SINCLAIR, K.D., RANDEL, R.D., SYKES, A.R.** 1999. Nutritional management of the female ruminant: mechanistic approaches and predictive models. Nutritional Ecology of Herbivores. Proceedings of the Vth International Symposium on the Nutrition of Herbivores. American Society of Animal Science. Savoy, Illinois, USA.
- SHORT, R. E.; BELLOWS, R. A.; STAIGMILLER, R. B.; BERARDINELLI, J. G.; CUSTER, E. E.** 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. J. Anim Sci. 68: 799-816.
- SOCA, P.; BARRETO, G.; PÉREZ, R.** 2002. Efecto de la suplementación energética de corta duración y destete temporario sobre la performance reproductiva de vacas de cría en pastoreo. Rev. Arg. Prod. Anim. Vol. 22 Supl. 1: 298-299.
- SOCA, P.; OLIVERA, J.; RODRIGUEZ IRAZOQUI, M.; MARTINEZ CAL, H.; RUBIANES, E.** 2005a. Porcentaje de preñez y cambio de estado corporal de vacas de cría suplementadas con afrechillo de arroz y sometidas a destete temporario. Resúmenes 6to Córdoba, Argentina. IRAC. pp. 456.
- SOCA, P.; RODRÍGUEZ IRAZOQUI, M.; OLIVERA, J.; MARTINEZ CAL, H.; RUBIANES, E.** 2005b. Mejora en la probabilidad de preñez ante suplementación estratégica con afrechillo de arroz de vacas en anestro. Resúmenes XIX Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Tampico, México. pp. 451-455.
- SOCA, P.; DO CARMO, M.; OLIVERA, J.; VILLEGAS, N.; MEIKLE, A.; RODRIGUEZ IRAZOQUI, M.** 2006. Efeito do desmame e a suplementação energética de curta duração sobre a atividade ovariana e o recomeço do ciclo estral de vacas primíparas em anestro. 43ª Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 24 a 27 de Julho de 2006. João Pessoa, PB. Brasil.
- SOCA, P.; CLARAMUNT, M.; DO CARMO, M.** 2007. Sistemas de cría vacuna en ganadería pastoril sobre campo nativo sin subsidios: Propuesta tecnológica para estabilizar la producción de

terneros con intervenciones de bajo costo y de fácil implementación. Revista Ciencia Animal. Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de Chile. Vol 3 pp 3-22.

- SOCA, P.; OLMOS, F.; ESPASANDIN, A. C.; BENTANCUR, D.; PEREYRA, F.; CAL, V.; SOSA, M.; DO CARMO, M.** 2008a. Herramientas para mejorar la utilización del forraje del campo natural, el ingreso económico de la cría y atenuar los efectos de la variabilidad climática en sistemas de cría vacuna del Uruguay a) Impacto de cambios en la estrategia de asignación de forraje sobre la productividad de la cría con diversos grupos genéticos bajo pastoreo de campo natural. In: INIA (Org.). Seminario de Actualización Técnica: Cría Vacuna. Ed. 1, Montevideo, Unidad de Agronegocios y Difusión del INIA, 2008, v. 174, p. 110-119.
- SOCA, P.; CARRIQUIRY, M.; QUINTANS, G.; LÓPEZ MAZZ, C.R.; ESPASANDIN, A. C.; TRUJILLO, A.I.; MARICHAL, M.J.; ASTESSIANO, A.L.; PÉREZ, R.** 2008b. Herramientas para mejorar la utilización del forraje del campo natural,

el ingreso económico de la cría y atenuar los efectos de la variabilidad climática en sistemas de cría vacuna del Uruguay b) Empleo del flushing y destete temporario de forma táctica para mejorar indicadores reproductivos y concentración de preñez de vacas primíparas. In: INIA (Org.). Seminario de Actualización Técnica: Cría VAcuna. Ed. 1, Montevideo, Unidad de Agronegocios y Difusión del INIA, 2008, v. 174, p. 120-134.

- VIÑALES, C.; FORSBERG, M.; MARTÍN, G.B.; CAJARAVILLE, C.; REPETTO J.; MEIKLE, A.** 2005 Short-tem nutritional supplementation of ewes in low body condition affects follicles development due to an increase in glucose and metabolic hormones. Reproduction 129:299-309.
- VIÑALES, L.; VELOZ, M.; TROBO, A.; GARCÍA-PINTOS, C.; CARRIQUIRY, M.** 2010. Effect of flushing and temporary calf removal on follicle development in primiparous Hereford cows. 8th International Ruminant Reproduction Symposium. Anchorage, Alaska. 3-7 Setiembre 2010.

Martín Do Carmo¹, Ana Espasandín¹,
D. Bentancor¹, Fernando Olmos², V.
Cal³, Santiago Scarlato¹, Mariana
Carriquiry¹, Pablo Soca¹

¹Departamento de Producción Animal
y Pasturas. Facultad de Agronomía,
UdelaR.

²INIA Tacuarembó.

³Pasante de Universidad del Trabajo
del Uruguay.

5. Cambios en la oferta de forraje y su efecto sobre la productividad primaria y secundaria de sistemas criadores con diversos grupos genéticos bajo pastoreo de campo natural

RESUMEN

Se presenta el efecto de la oferta de forraje y grupo genético de las vacas sobre la productividad primaria, atributos de la pastura y performance de vacas de cría en pastoreo de campo nativo. Los tratamientos fueron dos ofertas de forraje ALTA (10 kg MS/100 kg PV/día) y BAJA (6 kg MS/100 kg PV/día) y el grupo genético PUROS (Hereford y Aberdeen Angus) y CRUZA (F1 AA*HE y HE*AA). La oferta de forraje (OF) se modificó entre estaciones del año. El aumento de la OF mejoró la cantidad, altura y acumulación de forraje, el peso vivo y condición corporal de las vacas y la producción por animal. A corto plazo la carga animal de BAJA fue superior, no obstante en un ciclo anual la capacidad de carga animal fue similar entre OF lo cual se asoció a aumentos en la producción por hectárea en ALTA. Las vacas cruzas fueron más productivas en ambas ofertas. El cambio en la oferta de forraje y grupo genético de las vacas mejora los niveles de producción por animal y unidad de superficie de los sistemas de cría en Uruguay.

INTRODUCCIÓN

En Uruguay, la cría de bovinos de carne involucra 6.6 millones de cabezas y 8.3 millones de hectáreas. Del total de empresas especializadas en ganadería de carne y lana, el 76 por ciento presenta énfasis criador. En el país, durante las últimas dos décadas se han destetado en promedio 64 terneros cada 100 vacas entoradas (Pereira y Soca, 2001). El proceso de cría que se lleva a cabo bajo pastoreo de campo natural, está condicionado por su producción total y sobre todo, por su baja producción invernal de forraje, momento en el cual las vacas se encuentran en gestación avanzada. El reducido porcentaje de destete que caracteriza la ganadería nacional, se debe al pobre estado corporal al parto e inicio de entore que determina un período de

anestro posparto prolongado y baja probabilidad de preñez (Short *et al.*, 1990). La sub-alimentación, evidenciado en un pobre estado nutricional de las vacas al parto e inicio de entore (Short *et al.*, 1990) y el amamantamiento (Williams, 1990) incluido el efecto de la presencia del ternero (Quintans *et al.*, 2004), son los factores que más inciden en la prolongación del anestro posparto en ganado de carne. La ganadería del Uruguay, se lleva a cabo sobre campo natural, recurso forrajero con marcada variabilidad entre y dentro de años en la producción de forraje. La relación entre producción de forraje, con precipitación y temperatura, explica que en sistemas ganaderos sin toma de decisiones en la interfase planta-animal, el «efecto año y estación» determinan la producción de terneros e ingreso económico del sistema (Soca *et al.*, 2007).

La cría vacuna es un proceso ineficiente en la utilización de la energía, de largo ciclo biológico, pero con capacidad para transformar forrajes «toscos» en producto animal (Ferrel y Jenkins, 1985). Su mejora en los indicadores productivos se liga al empleo de tecnología de procesos que permitan al mismo tiempo mejorar la utilización del campo natural y conservación ecosistémica (Soca *et al.*, 2007).

En Uruguay, la investigación sobre ecología de campo natural ha permitido conocer y describir el valor pastoral (Rosengurtt, 1944), hipotetizar sobre la capacidad de carga segura (Berretta *et al.*, 1999) y relacionar el tipo de suelo, carga animal e historia de pastoreo con la composición botánica de la comunidad (Olmos *et al.*, 2005). La investigación en utilización de campo nativo con vacas de cría ha sido enfocada «desde el animal»; lograr al parto e inicio de entore el estado Corporal 4 en vacas, y 4,5 en vaquillonas de segundo entore, para obtener 80 % de destete (Soca y Orcasberro 1992). El destete temporario, en base a la aplicación a inicio del entore de tablillas nasales a los terneros durante 11 a 14 días, resultó efectivo para mejorar la preñez en vacas multíparas que a inicio de entore se encontraban en estado corporal 3,5 (Quintans, 2007; Soca *et al.*, 2007).

La carga animal resulta la principal variable de manejo que afecta el resultado físico y económico del ecosistema ganadero pastoril. A nivel predial y esca-

la de tiempo anual, el efecto de la carga animal opera a través de la oferta de forraje (kg MS/100 kg PV). En experimentos de corto plazo (tres años) sobre campo natural la oferta de forraje de 7.5 y 10 % de peso vivo (kgMS/100 kgPeso vivo/día) optimizaron la ganancia por unidad de superficie y animal respectivamente (Soca *et al.*, 1993) (Figura 1). La variación de la ganancia diaria de peso vivo entre estaciones del año demostró la importancia de modificar la oferta de forraje a lo largo del año (Soca *et al.*, 1993). Dicha información coincide con experimentos llevados a cabo durante 20 años en pastizales nativos de la región Sur de Brasil (Nabinger *et al.*, 1999).

Los experimentos reportados en la Propuesta de Manejo del Rodeo de Cría (Orcasberro *et al.*, 1992) permitieron postular la variación de la Condición Corporal (CC) y altura del forraje que debería ocurrir para alcanzar CC 4 y 4,5 en vacas multíparas y primíparas respectivamente para alcanzar alta performance reproductiva (Soca y Orcasberro, 1992, Figura 2).

El aumento en la competitividad del sector productor de carne se asocia a una mejora en la eficiencia del proceso de cría, es decir incrementar la productividad sin emplear elevados niveles de insumos, en base a tecnología de procesos (Robinson *et al.*, 1999). Dicha tecnología, debe basarse en el conocimiento de la relación planta-animal, para lo cual se hace necesario conocer como el proceso de cría responde en su producción por animal y unidad de superficie, ante cambios en la oferta del principal recurso empleado: el pastizal nativo. Dicha respuesta interactúa con el grupo genético de la vaca dado que la eficiencia reproductiva es el proceso con mayor beneficio por el empleo de cruzamientos y donde se manifiesta fuerte interacción genético-ambiental (Ferrel y Jenkins, 1985; Morris *et al.*, 1987; Gimeno *et al.*, 2002). En Uruguay, casi la totalidad de los vientres utilizados pertenecen a la raza Hereford. Las variables reproductivas, de baja heredabilidad mejoran con los cruzamientos porque se potencian los efectos genéticos no aditivos. La expresión fenotípica de estos efectos es conocida como heterosis y complementariedad, observadas cuando se practican cruzamientos entre razas diferentes

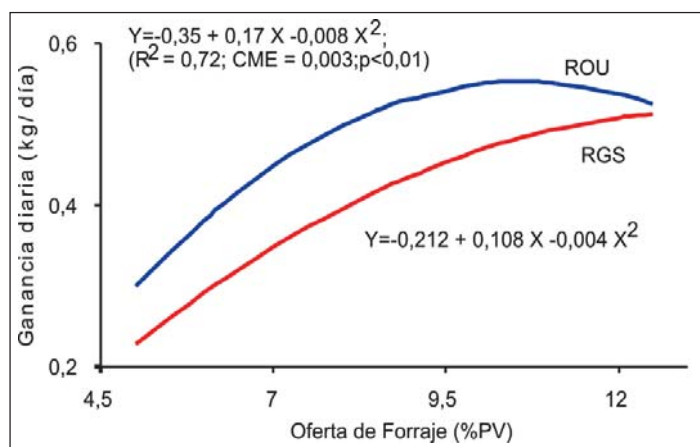


Figura 1. Relación entre oferta de forraje promedio anual y ganancia diaria de peso de novillos pastoreando campo natural en Uruguay y RGS, Brasil (Soca *et al.*, 1993; Nabinger, *et al.*, 1999).

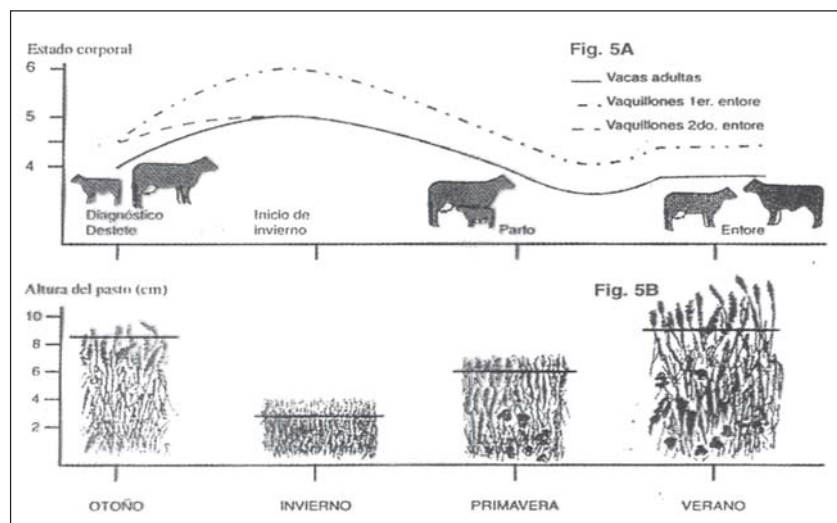


Figura 2. Propuesta de cambio anual de la altura del forraje de campo natural y condición corporal para alcanzar al menos 80% de preñez en vacas con ternero al pie (Soca y Orcasberro 1992).

(Cundiff *et al.*, 1974; Morris *et al.*, 1987). En la eficiencia global del uso de la energía con vacas de cría, la superioridad de las vacas cruzas ha sido postulada y documentada por la información nacional y extranjera respectivamente (Morris *et al.*, 1987; Gimeno *et al.*, 2002; Espasandín *et al.*, 2006).

El incremento productivo de las vacas F1 durante su vida útil resultó de 30 % respecto de las vacas puras (Morris *et al.*, 1987). Dicha mejora en la performance se explica por mejoras en producción de leche, composición corporal y resultados productivos frente a igual cantidad de energía consumida (Jenkins y Ferrel, 1994).

En base a estos antecedentes se planteo el siguiente trabajo con:

Objetivo General

Evaluar el efecto de modificar la oferta de forraje de campo natural sobre la performance productiva y reproductiva de vacas de cría de diversos grupos genéticos y la capacidad de carga del campo natural.

Objetivos específicos

Estudiar la respuesta en peso vivo y condición corporal de la vaca de cría con diversos genotipos a cambios en la oferta global y estacional de forraje de campo natural.

Estudiar los cambios en la producción de forraje global y estacional del campo nativo ante modificaciones de la oferta de forraje.

Cuantificar las relaciones entre la oferta de forraje, producción y capacidad de carga animal en sistemas de cría vacuna en pastoreo de campo nativo.

Plantear las posibles hipótesis por las cuales es posible mejorar la productividad de los sistemas de cría vacuna en pastoreo de campo nativo.

Generar opciones tecnológicas que colaboren en atenuar el cambio climático, a través de cambios en la nutrición energética de corto y largo plazo (oferta de forraje entre estaciones del año) y diferentes grupos genéticos de vacas.

MATERIALES Y MÉTODOS

A diciembre de 2007, se instaló un experimento de pastoreo en 120 hectáreas de la EEBM (Bañado de Medina, Cerro Largo), Facultad de Agronomía. El diseño del experimento fue de bloques al azar con repetición en el espacio. Los experimentos se encuentran ubicados sobre suelos representativos del noreste (Zapallar y Fraile Muerto). Se lleva a cabo desde mayo de 2007 en la Estación Experimental Bernardo Rosengurtt

(EEBR), ubicada en el kilómetro 408 de ruta N° 26, 32°35' Latitud S y 54°15' Longitud W, Cerro Largo, Uruguay. Se utilizaron potreros de campo natural ubicados sobre las unidades Zapallar y Fraile Muerto, 120 vacas de cría adultas preñadas provenientes del experimento dialélico que se llevó a cabo durante 10 años en dicha estación experimental (Espasandín *et al.*, 2012 en este volumen). El diseño experimental fue de bloques completos al azar; Bloque 1 (suelos arenosos Zapallar) y Bloque 2 (suelos pesados Fraile Muerto, Brunosoles del noreste) con cuatro tratamientos en un arreglo factorial 2 x 2 de Oferta de forraje (kg MS/100 kg peso vivo/día) y grupo genético vacuno, Puras (Hereford y Angus) o Cruzas (F1, cruza recíprocas de Angus y Hereford).

Oferta de Forraje

La Oferta de Forraje Promedio anual (kg MS/100 kg PV/día) Alta (AO) = 10 kg MS/100 kg PV/día y Baja oferta (BO) = 6 kg MS/100 kg PV/día que se modificaron a lo largo del año (Cuadro 1).

Cuadro 1. Distribución de la oferta de forraje a lo largo del año (kg MS/100 kg PV/día)

Oferta de Forraje	Otoño	Invierno	Primavera	Verano
ALTA (AO)	12,5	7,5	10	10
BAJA (BO)	7,5	7,5	5	5

La oferta de forraje se ajustó en base al empleo de animales fijos (6-10 por tratamiento) y volantes de la misma edad y condición fisiológica en parcelas que variaron en la superficie AO = 20 y BO = 10 ha en bloque 1 y AO = 12 y BO = 5 ha en bloque 2.

Grupo Genético

Dentro de cada oferta de forraje se eligieron 30 vacas adultas con parto normal y diagnóstico de preñez positivo por ecografía de las razas PURAS (Hereford y Aberdeen Angus) y 30 vacas CRUZA (F1 de las razas Hereford (H) y Angus (A) (HA y AH) provenientes de un experimento dialélico desarrollado en EEER.

La cantidad de forraje se estimó en base a doble muestreo por cortes de

cuadros 0,5 x 0,5 m con tijera a ras del suelo y apreciación visual (Haydock y Shaw, 1975). Se registró la altura del forraje en el punto donde se concentra la mayor densidad de forraje (Soca *et al.*, 1998), relación verde/seco y porcentaje de suelo desnudo por apreciación visual. La tasa de crecimiento se estimó por cambio de peso seco por unidad de área (t'Mannetje, 1978). La composición botánica de cada tratamiento se estimó mediante transectas de 50m (100 puntos) (Olmos *et al.*, 2005) y la información se resumió como frecuencia relativa de especies.

Mensualmente en todos los animales se determinó la condición corporal (CC) por apreciación visual empleando la escala de 1 a 8 (1 = emaciada y 8 = obesa; Vizcarra *et al.*, 1986). En el mismo momento se determinó peso vivo (PV) en balanza electrónica con precisión de 1 kilogramo sin ayuno a la misma hora del día.

En todos los años la parición ocurrió entre 16/9 y 30/11, al parto se registró fecha y dificultad de parto, CC de la vaca, peso y sexo del ternero.

Todos los terneros se pesaron sin ayuno y a la misma hora del día: al inicio (IDT) y fin (FDT) del destete temporario (64 ± 20 y 77 ± 20 días postparto) y a los 120 ± 20 y 160 ± 20 días postparto (PDT). A inicio del período de monta controlada se aplicó a todos los terneros destete temporario (DT) con separación física de la par vaca-ternero durante 12 días. Una vez finalizado el destete temporario se suministro a todas las vacas en forma grupal 2 kg de afrechillo de arroz entero por día durante 20 días. Se procedió a la observación visual de consumo de concentrado. A los 5 días de retornados los terneros con las vacas fueron nuevamente separados de forma definitiva. Durante el período se procedió a levantar celo por apreciación visual y empleo de parches dos veces por día. Una vez manifestado el celo se procedió a llevar la vaca donde estaba el toro.

La evolución de cantidad, altura, tasa de crecimiento del forraje, peso vivo y condición corporal se analizó en base a un modelo de medidas repetidas en tiempo, donde se testó el efecto del bloque, oferta de forraje (OF), Grupo genético de

la vaca (GG), estación del año y sus interacciones en base al procedimiento MIXED del programa SAS (SAS, 2002), en donde la vaca dentro del grupo genético y oferta de forraje fue considerado como efecto aleatorio. El efecto del GG, OF, estación, bloque, las interacciones y covariables sobre condición corporal al parto (CCP) a inicio de entore o inseminación artificial (CCIE), intervalo parto-manifestación de celo (IPC) e intervalo parto último servicio (IPUS) se analizó mediante modelos lineales usando el procedimiento GLM del programa SAS (SAS, 2002).

Composición botánica de la pastura

La composición botánica del campo natural resultó coincidente con lo reportado para la comunidades del Noroeste del Uruguay (Olmos *et al.*, 2005). Se encontró diferencias estadísticas entre los bloques lo cual reafirma la importancia del tipo de suelo (material geológico) en la expresión de la composición botánica de la pastura. La composición botánica resultó diferente ($P < 0.01$) entre bloques lo cual se explica por los cambios en el tipo de suelo. Especies como *Coelorhachis selloana*, *Axonopus* sp., *Paspalum notatum*, *Andropogon ternatus* y *Stipa charruana* contribuyeron a explicar mayoritariamente las diferencias. La influencia del clima (precipitación en primavera-verano otoño y temperatura en invierno) y la composición botánica de las comunidades nativas del noroeste del Uruguay (Olmos *et al.*, 2005) contribuyen a explicar la variación estacional en los atributos de la pastura. El relevamiento inicial justificó el estudio de la dinámica poblacional de *Coelorachis selloana* (Olmos *et al.*, 2008) lo cual coincidió con experimentos de pastoreo realizados en la región Noroeste del Uruguay (Olmos *et al.*, 2005). En dichos experimentos la intensidad de pastoreo provocó cambios en la presencia de *Coelorachis sellonana*. Los resultados preliminares indican que dicha especie confirmó ser indicador temporal y espacial de modificaciones en la oferta de forraje. Su evolución presentó interacción oferta de forraje x tipo de suelo (Olmos *et al.*, 2012 en este volumen).

Los cambios en la frecuencia de *Coelorachis selloana* podrían explicar en parte la mejora en la producción de forraje total obtenida a largo plazo en el tratamiento de 10 % de OF.

Registros meteorológicos

En la Figura 3 se presenta la evolución de la lluvia durante el período Setiembre 2007-agosto 2009. Durante este período se cuenta con registros meteorológico confiables de la casilla meteorológica ubicada en la EEER.

La lluvia durante las estaciones de activo crecimiento (setiembre - mayo) 2007-08, 2008-09 y 2009-10 (esta última hasta marzo de 2010) resultó 848, 461 y 1215 mm respectivamente, en tanto el promedio 1961-1990 resultó de 908 mm para la estación de crecimiento (período setiembre-mayo).

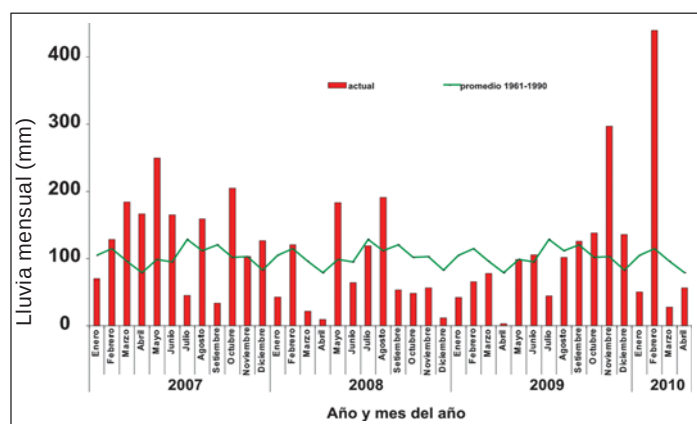


Figura 3. Evolución de la precipitación en la EEER, en barras se presentan los totales mensuales y la línea continua representa el total mensual promedio para el período 1961-1990.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de forraje

La producción de forraje resultó afectada por la estación del año, las lluvias y la oferta de forraje ($P > 0.05$). Durante la primera estación de crecimiento (primavera-otoño 2007) la tasa de crecimiento de la pastura presentó tendencia a ser modificada por la OF, aunque no estadísticamente diferente (Figura 4). El nivel alcanzado y la velocidad de caída de la producción de forraje fueron afectadas

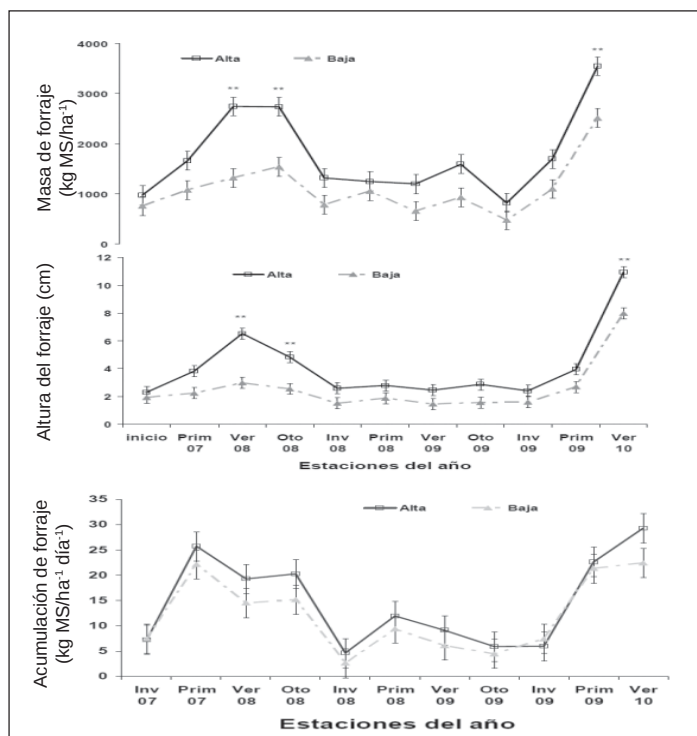


Figura 4. Efecto de la oferta de forraje y estación del año sobre la masa, altura y acumulación de forraje desde primavera 2007 a verano 2010 (Promedio de mínimos cuadrados $\pm$ error estándar) Experimento 1 Proyecto FPTA 242 INIA - Facultad de Agronomía. Los asteriscos (**) indican diferencias significativas entre Alta oferta de forraje (AO) y Baja oferta de forraje (BO). Inv = invierno, Prim = primavera, Ver = verano, Oto = otoño, 07 = 2007, 08 = 2008, 09 = 2009, 10 = 2010.

por la oferta que resultó en mayor nivel y menor caída en AO. A corto o muy corto plazo, la oferta de forraje generó diferencias en los atributos de la pastura, donde AO mantuvo superior altura la cual se relaciona positivamente con índice de área foliar (IAF) asociado y masa de raíces, generando mayores posibilidades de producción de forraje en AO, Figura 4. A pesar de que las lluvias durante las estaciones de crecimiento tuvieron gran impacto en la producción de forraje, el control de la oferta de forraje generó una diferencia relativa de 2,6 kg MS/ha/día lo que representa 950 kg de MS/ha/año entre AO y BO en el período experimental.

Masa y altura de la pastura

La oferta de forraje y estación del año afectaron ($P < 0,001$) la evolución de la

altura y masa de forraje, ver figura 2. En AO siempre se registró mayor masa y altura de forraje pero resultó significativamente diferente durante verano y otoño 2008 y verano 2010, ver figura 3. Oferta de forraje y estación del año afectaron masa y altura de la pastura factores que afectaron la producción estacional de forraje ($P = 0,0536$) lo cual contribuye a explicar el efecto de la OF sobre la producción anual de forraje (AO = 6300 vs BO = 4900 kg MS/ha/año en el período primavera-invierno 2007-2008 y AO = 3000 vs BO = 2500 en el período primavera-invierno 2008-2009). A pesar de que las lluvias durante las estaciones de crecimiento tuvieron gran impacto en la producción de forraje y consecuentemente en los atributos de la pastura, el control de la oferta de forraje generó cambios en altura, masa y producción de forraje de forraje (Figura 4) y frecuencia de especies más productivas (Olmos *et al.*, 2012 en este volumen).

Carga animal y oferta de forraje real

La carga animal promedio no resultó afectada por la oferta de forraje y resultó en AO = 486 y BO = 492 kg PV/ha para todo el período experimental. Se detectó interacción oferta de forraje x estación del año, donde primavera 2007 registró mayor carga animal en BO comparado con AO, no obstante en el resto de las estaciones no ocurrieron diferencias significativas (Figura 5). La mayor producción de forraje en AO vs BO contribuye a explicar la falta de diferencias en carga animal entre tratamientos.

La oferta de forraje real, calculada como kg de MS por kg de PV (Sollenberger *et al.*, 2005), resultó igual solamente durante los inviernos (debido al diseño de los tratamientos) y la primavera de 2008, en las demás estaciones del año AO alcanzó mayor OF que BO, ver figura 4.

Los cambios en masa y altura reflejaron el efecto de la relación clima-producción de forraje (Olmos *et al.*, 2005; Olmos *et al.*, 2008). Los cambios de oferta de forraje en los períodos de mejores condiciones ecológicas para la producción de forraje condicionan el funcionamiento del ecosistema durante todo el año. Como síntesis un cambio en la

oferta de forraje a corto plazo (tres meses) mejoró la masa y acumulación de forraje y a largo plazo (anual) determinó mejoras en la producción total de forraje y cierta atenuación del déficit hídrico que para las condiciones del experimento ocurrió durante un año. A corto plazo podría tener como efecto negativo una reducción de la carga animal, pero la mejor producción de forraje en AO determinó (a escala del año) similar carga animal.

Evolución de la condición corporal

El modelo de cambio de condición corporal y peso vivo resultó afectado por la interacción oferta de forraje x estación del año ($P < 0,05$).

En Alta oferta de forraje la condición corporal (CC) no resultó afectada por los cambios en masa, altura y crecimiento del forraje. La CC en otoño de 2008 y otoño de 2009 resultó sin diferencias en AO y lo mismo sucedió con la CC durante primavera 2008 y primavera 2009 en años en que la masa y crecimiento del forraje resultaron muy diferentes. En AO la CC resultó siempre igual o mayor a 4, nivel mínimo necesario para alcanzar alta performance reproductiva (Soca *et al.*, 2007). Esto se logró en años secos y húmedos y sin diferencias en la carga animal debido al efecto de fijar la oferta de forraje en los niveles predeterminados.

En baja oferta de forraje la CC cambió con el año, para las mismas estaciones, asociado a las condiciones de crecimiento del forraje. El nivel de masa de forraje resultó similar durante todo el período experimental, por tal razón, el cambio en la CC se asoció al crecimiento del forraje y al momento fisiológico de la vaca. Durante la estación de crecimiento 2008-2009 la CC cayó respecto de iguales estaciones en el año anterior. Por otra parte la CC de las vacas fue 4 en la primavera 2008 pero no en verano 2009, momento del entore y resultó por debajo de 4 en primavera 2009 y verano 2009, a pesar de que la producción de forraje resultó relativamente alta durante esa estación. La CC en BO presentó un desfase temporal en los registros mínimos (Figura 5). Estos resultados coinciden

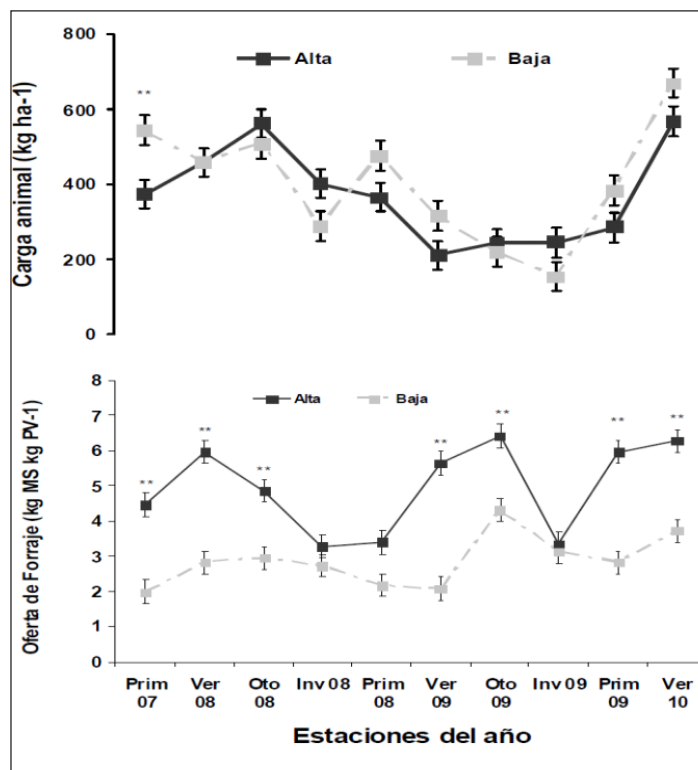


Figura 5. Carga animal (kilos de peso vivo animal por unidad de superficie) y Oferta de forraje real (kg MS/kg PV) en cada estación del año en Alta Oferta de forraje (AO) y Baja Oferta de forraje (BO) (Medias de mínimos cuadrados $\pm$ error estándar). Los asteriscos (**) indican diferencias significativas entre AO y BO. Inv = invierno, Prim = primavera, Ver = verano, Oto = otoño, 07 = 2007, 08 = 2008, 09 = 2009, 10 = 2010.

con la investigación nacional donde se encontró una estrecha relación entre la condición corporal y la altura del campo nativo durante el último tercio de preñez e inicio de lactancia (Trujillo *et al.*, 1996). En términos de altura de forraje y niveles de CC un sistema de cría que opere a 6 % de oferta de forraje diario (o 2,5 kg MS/kg PV) en el año resultaría insostenible dado los niveles de producción y las probabilidades de preñez derivada de la CC alcanzada al parto e inicio de entore (Soca *et al.*, 2007).

El grupo genético vacuno afectó la condición corporal ($P < 0,05$), donde CRUZA alcanzó mejor desempeño que PURAS durante la mayor parte del ciclo productivo. Cuando se analizan períodos más cortos con sentido fisiológico para la vaca de cría (Otoño-Verano; Figura 6) se detecta tendencia estadística a la interacción OG*GG ($P = 0,14$).

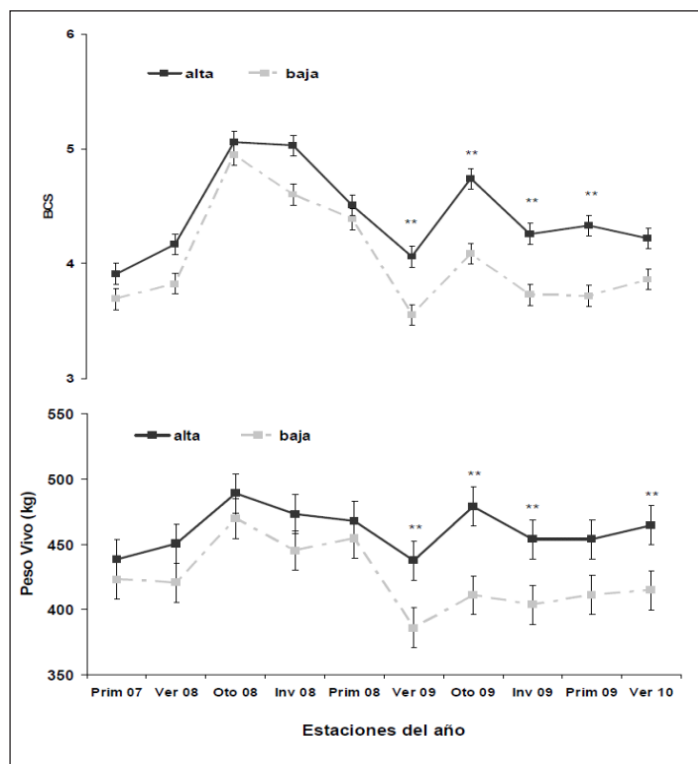


Figura 6. Efecto de la oferta de forraje sobre la Condición Corporal (CC) y Peso Vivo (PV) de vacas de cría en pastoreo de campo natural (Promedios de mínimos cuadrados $\pm$ error estándar) (Experimento 1, Proyecto FPTA 242, INIA - Facultad de Agronomía).

En ambas ofertas de forraje las CRUZAS mejoraron su desempeño durante gestación tardía e inicio de lactancia (Figura 6). En BO a inicio de la lactancia las vacas CRUZA movilizaron mayor condición corporal que las PURAS, seguramente con destino a la producción de leche. No se cuenta con información nacional que fundamente dicha afirmación no obstante la información extranjera y la generada en el propio proyecto en lo que refiere al tamaño de las vísceras y composición del cuerpo (Carriquiry *et al.*, 2010) permite postular la hipótesis que en ambos escenarios las vacas cruzas fueron más eficientes en la utilización de la energía con fines de reserva de CC y productivos (Soca *et al.*, 2009). Los mecanismos por los cuales las vacas CRUZA fueron más eficientes se relacionan con la conducta en pastoreo durante el

invierno lo que permite sostener que existe relación entre la conducta en pastoreo, la eficiencia de uso de la energía y las señales internas del animal asociadas a la condición corporal (Pitroff y Soca 2006; Scarlatto *et al.*, 2010).

Porcentaje de preñez

La oferta de forraje afectó el porcentaje de preñez (probabilidad de preñez) lo que indica que la respuesta al flushing al que fueron sometidas todas las vacas depende de la oferta de forraje (Figura 8 A y B). La oferta de forraje afectó el estado energético de las vacas al parto e inicio de entore, lo cual presentó una estrecha relación con la duración del anestro posparto y la probabilidad de preñez. Esta respuesta se encontró en vacas adultas (Presente experimento) y el experimento llevado a cabo en la EEFAS con vacas primíparas. La oferta de forraje mejoró la CC al parto, el tamaño de los folículos y del cuerpo lúteo y la probabilidad de preñez en respuesta al flushing. Cuando el cambio en la oferta de forraje coincide con el último mes de gestación, los cambios en los niveles de insulina y CC explicarían la mejora en el desempeño reproductivo asociado a la oferta de forraje (Figura 7).

Se encontró una tendencia ($P < 0,15$) a mejorar el porcentaje de preñez de vacas cruzas en AO mientras que en BO no difieren entre sí.

Peso del ternero

Se encontró interacción grupo genético $\times$ oferta de forraje sobre la evolución de peso vivo de los terneros durante el período 2008-2009 (Figura 9). Dicha interacción se explicó porque los terneros hijos de vacas CRUZA en AO fueron más pesados en todas las edades. Los hijos de vacas PURAS en BO difieren del resto en forma significativa en todas las fechas lo cual no sucedió con los hijos de vacas CRUZA en BO y vacas PURAS en AO los cuales no se diferenciaron entre sí.

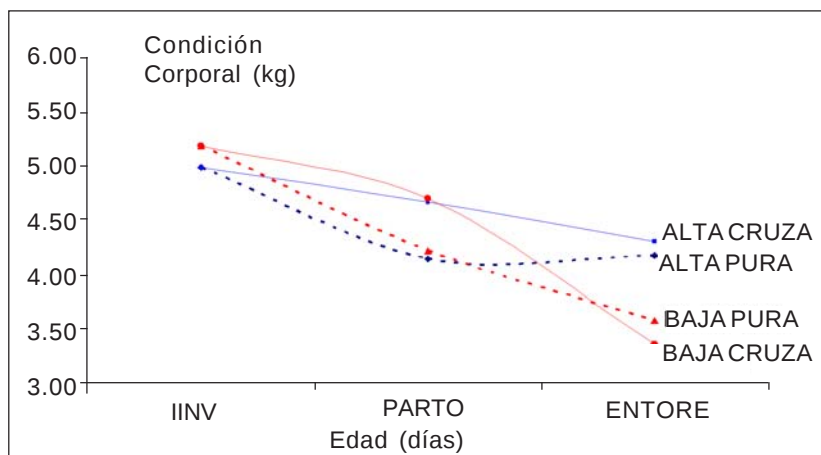


Figura 7. Evolución de la condición corporal de vacas CRUZA y PURAS en alta y baja oferta de forraje entre gestación temprana y lactancia del año 2008 (Promedios de mínimos cuadrados $\pm$ error estándar de la estimación, Experimento 1 Proyecto FPTA 242, INIA-FA). Líneas continuas vacas cruzas y líneas punteadas vacas puras. Líneas azules vacas en AO y líneas rojas vacas en BO.

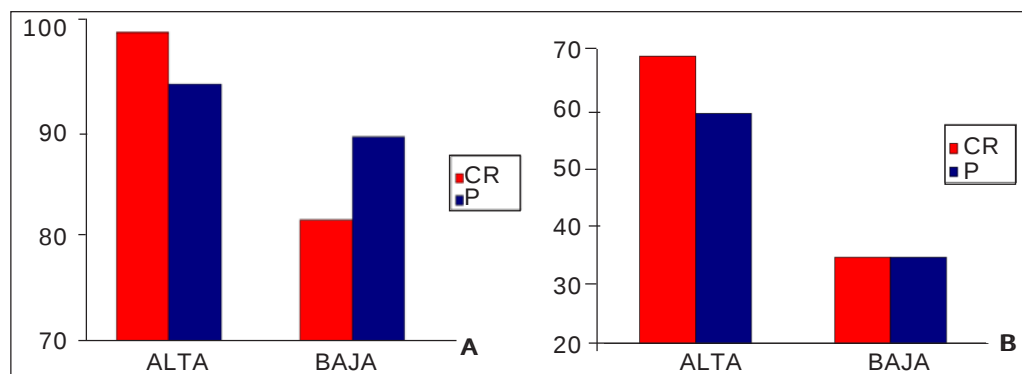


Figura 8. Efecto de la oferta de forraje (Alta y Baja) y grupo genético (CR=Cruzas, P=Puras) sobre el porcentaje de preñez temprana. A = año 2007-2008 B = año 2008-2009 (Estimación de probabilidad de preñez) mediante modelo logit, GENMOD, SAS) (Experimento 1 Proyecto FPTA 242, INIA - Facultad de Agronomía).

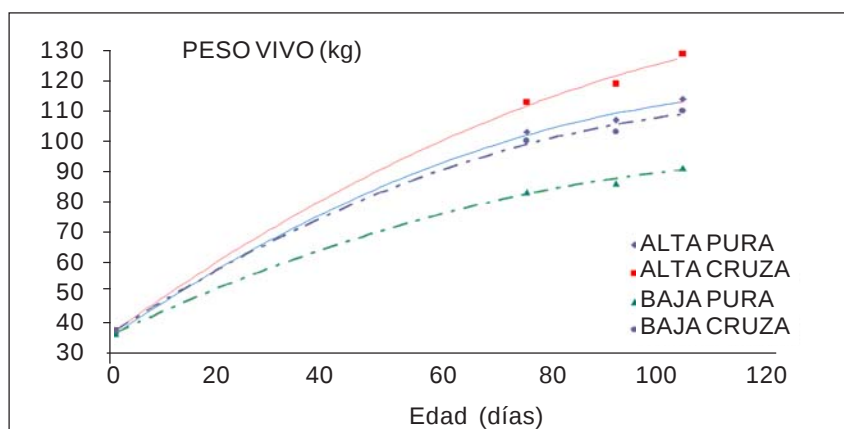


Figura 9. Efecto del grupo genético de las vacas (Puras y Cruzas) y oferta de forraje (Alta=AO y Baja = BO) sobre la evolución de peso vivo de los terneros (Medias de mínimos cuadrado, Experimento 1 Proyecto FPTA 242, INIA Facultad de Agronomía). Líneas punteadas representa Baja oferta y líneas continuas Alta oferta.

REFLEXIONES FINALES

La modificación de la oferta de forraje permitió mejorar la captación, uso y conversión de la energía solar en producto animal del ecosistema pastoril criador. Un cambio de BO a AO con modificación estacional en la oferta de forraje, aun en condiciones de severo estrés hídrico, permitió incrementar la producción de forraje sin modificaciones en la capacidad de carga del sistema. La AO oferta mejoró la condición corporal al parto e inicio del entore, la probabilidad de preñez de vacas sometidas a flushing y el peso al destete de los terneros. Conjuntamente esto determina mejoras sustanciales de la producción física por unidad de superficie y la eficiencia biológica del sistema de cría. La oferta de forraje afectó la respuesta al flushing. Aquellas vacas que provenían del grupo AO mejoraron sustantivamente el porcentaje de preñez temprana y global. Los cambios en altura de forraje, condición corporal, hormonas metabólicas y la conducta de pastoreo, principalmente el tiempo diario dedicado al pastoreo (Scarlato *et al.*, 2012 en este volumen) indicarían mejor balance energético de las vacas en AO. Dichas mejoras se explicarían no solo por mejor consumo de energía sino por una reducción en los costos energéticos del pastoreo y contribuye a mejorar la eficiencia global de uso de energía del sistema criador. Las vacas cruzas serían en ambas ofertas de forraje más eficientes en el uso de la energía (Espasandín *et al.*, 2012 en este volumen). Aspectos relacionados al tamaño de órganos y los cambios en la conducta de pastoreo a diversas escalas de tiempo y espacio contribuyen a explicar dicha mejora. Los cambios a largo plazo como la composición corporal, peso de las vísceras y tamaño folicular resultarían adaptaciones a largo plazo de los animales frente a cambios en la oferta de forraje y grupo genético de las vacas.

Sería posible plantear una ruta de cambio técnico para mejorar la cría vacuna en Uruguay que tome en cuenta a) Propuesta de Manejo de la Facultad de Agronomía b) Control de la oferta de forraje (10 por ciento anual) y c) Cambios en los grupos genéticos de vacas de cría

empleados. Sustitución de las razas puras por el empleo de vacas F1. Dicho recorrido tecnológico permitirá mejorar resultados físico, económico, la sostenibilidad ambiental y competitividad de la producción de carne a nivel nacional.

BIBLIOGRAFÍA

- ASTESSIANO, A.L.; PEREZ-CLARIGET, R.; QUINTANS, G.; SOCA, P.; CARRIQUIRY, M.** 2011. Effects of a short-term increase in the nutritional plane before the mating period on metabolic and endocrine parameters, hepatic gene expression and reproduction in primiparous beef cows on grazing conditions. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*.
- BERRETTA E. J.; RISSO, D. F.; MONTOSI, F.; FIGURINA, G.** 2000. Problems of animal production related to pastures in South America: Uruguay. In: Lemaire, G., Hodgson, J., de Moraes, A., Nabinger, C., Carvalho, P. [EDS.]. *Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*. Cambridge, United Kingdom: University Press. p. 377-394.
- CARRIQUIRY, M.; ESPASANDÍN, A. C.; ASTESSIANO, A.L.; CLARAMUNT, M.; GUTIERREZ, V. LAPORTA, J.; SOCA, P.** 2010. Visceral tissue mass of beef cows grazing different forage allowances of native pastures. *Proceedings of the World Buiatrics Congress*, Santiago de Chile. Faltan Paginas.
- CUNDIFF, L.V.; GREGORY, K.E.; KOCH, R.M.** 1974. Effects of heterosis on reproduction in Hereford, Angus and Shorthorn cattle. *Journal of Animal Science* 38:711-727.
- DIRECCIÓN NACIONAL DE METEOROLOGÍA.** <http://www.meteorologia.gub.uy/index.php/estadisticas-climaticas>
- ESPASANDÍN A.C.; FRANCO J.; OLIVEIRA, G.; BENTANCOUR, O.; GIMENO, D.; PEREYRA F.; ROGBERG, M.** 2006. Impacto productivo y económico del uso del cruzamiento entre las razas Hereford y Angus en el Uruguay. XXXIV Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, 8 al 10 de junio de 2006, p. 41-51.
- FERREL, C. L.; JENKINS, T. G.** 1985. Cow type and the nutritional environment: Nutritional aspects. *Journal of Animal Science* 61:725-741.

- GESTIDO, V.; PÉREZ, R.; CARRIQUIRY, M.; SOCA, P.** 2008. Evolución de la condición corporal en el pre y postparto y su relación con los niveles de metabolitos sanguíneos en vacas de cría primíparas Hereford pastoreando campo natural. XXXVI Jornadas Uruguayas de Buiatría. pp. 276-277.
- GIMENO, D.; AGUILAR, I.; FRANCO, J.; FEED, O.** 2002. Rasgos productivos y reproductivos de hembras cruza. In: Seminario de actualización técnica: cruzamientos bovinos para carnes. INIA, Tacuarembó, Uruguay. Actividades de Difusión N° 295.
- HAYDOCK, K. P.; SHAW, N. H.** 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 15: 663-670.
- HODGSON, J.** 1990. *Grazing Management: Science into Practice*. Longman Handbooks in Agriculture.
- JENKINS, T. G.; C. L. FERREL.** 1994. Productivity through weaning of nine breeds of cattle under varying feed availability: I. Initial evaluation. *Journal of Animal Science* 72:2787-2797.
- MANNETJE, L. t.** 1978. Measuring quantity. In: *Measurement of grassland vegetation and animal production*. Eds L. t. Mannetje. Bulletin 52, CAB. Farnham Royal, Bucks, England.
- MORRIS, A.; BAKER, R. L.; JOHNSON, D. L.; CARTER, A. A. H.; HUNTER, J. C.** 1987. Reciprocal crossbreeding of Angus and Hereford cattle 3. Cow weight, reproduction, maternal performance and lifetime production. *N.Z.J. Agric. Res* 30:453-467.
- NABINGER, C.; DE MORAES, A.; MARASCHIN, G. E.** 1999. Campos in southern Brazil. In: Lemaire, G., Hodgson, J., de Moraes, A., Nabinger, C., Carvalho, P. [EDS.]. *Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*. Cambridge, United Kingdom: University Press. p 355-376.
- OLMOS, F.** 1991. Pasturas Naturales en la Región Noreste. INIA. Serie Técnica N° 13.
- OLMOS, F., FRANCO, J.; SOSA, M.** 2005. Impacto de las prácticas de manejo en la productividad y diversidad de pasturas naturales En: Seminario de actualización técnica en manejo de campo natural. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Serie técnica 151:33-39.
- OLMOS, F.; SOCA, P.; DOCARMO, M.; SOSA, M.; CAL, V.** 2008. Las escalas temporales y su relación con la productividad y uso de pasturas en ecosistemas naturales. In: XXII Reunión del grupo técnico en forrajeras del cono sur, Grupo Campos, Minas, Uruguay. Faltan paginas.
- ORCASBERO, R.; SOCA, P.; BERETTA, V.; TRUJILLO, A. I.; FRANCO, J.; APEZTEGUÍA E.; BENTANCOUR, O.** 1992b. Características de la pastura y estado corporal del rodeo de cría en pastoreo de campo natural. pp 36-44. En: *Evaluación Física y Económica de Alternativas Tecnológicas en Predios Ganaderos*. Estación Experimental M.A. Cassinoni. Facultad de Agronomía. Universidad de la República. 56p.
- PARSONS, A. J.; LEAFE, E. L.; COLLETT, B.; PENNING, P. D.; LEWIS, J.** 1983. The physiology of grass production under grazing. II. Photosynthesis, crop growth and animal intake of continuously grazed swards. *Journal of Applied Ecology* 20:127-139.
- PARUELO, J. M.; PIÑEIRO, G.; BALDI, G.; BAEZA, S.; LEZAMA, F.; ALTESOR, A.; OESTERHELD, M.** 2010. Carbon Stocks and Fluxes in Rangelands of the Rio de la Plata Basin. *Rangeland Ecology and Management* 63:94-108.
- PEREIRA, G.; SOCA, P.** 2000. Aspectos relevantes de la Cría Vacuna en Uruguay. En: Instituto Plan Agropecuario Foro: Organización de la Cría Vacuna. 12-15 de Octubre de 1999. San Gregorio de Polanco. Tacuarembó Uruguay. Ciencias Sociales www.rau.edu.uy/agro/ccss Publicaciones.
- PITROFF, W.; SOCA, P.** 2006. Physiology and Models of Feeding Behaviour and Intake Regulation in Ruminants. In: *Feeding in domestic vertebrates: from structure to behaviour*. (eds) Vincent L. Bels CAB International.
- QUINTANS, G.; VIÑOLES, C.; SINCLAIR, K. D.** 2004. Follicular growth and ovulation in postpartum beef cows following calf removal and GnRH treatment. *Animal Reproduction Science* 80:5-14.
- ROBINSON, J. J.; SINCLAIR, K. D.; RANDEL, R. D.; SYKES, A. R.** 1999. Nutritional management of the female ruminant: mechanistic approaches and predictive models. *Nutritional Ecology of Herbivores*. Proceedings of the Vth International Symposium on the

Nutrition of Herbivores. American Society of Animal Science. Savoy, Illinois, USA.

ROSENGURTT, B. 1944. Estudios sobre praderas naturales del Uruguay. 4ta Contribución. Las Formaciones campestres y herbáceas del Uruguay. Agros N° 134, Montevideo.

SCARLATO, S.; FABER, A.; DO CARMO, M.; SOCA, P. 2011. Conducta durante el pastoreo de vacas de cría de diversos grupos genéticos con cambios en la oferta de forraje del campo nativo. International Rangeland Congress. Rosario, Argentina.

SHORT, R. E.; BELLOWS, R. A.; STAIGMILLER, R.; BERARDINELLI, J. G.; CUSTER, E.E. 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. Journal of Animal Science. 68: 799-816.

SOARES, A. B.; CARVALHO, P. C. F.; NABINGER, C.; FRIZZO, A.; PINTO, C.E.; JUNIOR, J. A. F.; SEMMELMANN, C.; DA TRINDADE, J. 2003. Effect of changing herbage allowance on primary and secondary production of natural pasture. In: Allsopp, N., Palmer, A. R., Milton, S. J., Kerley, G. I. H., Kirkman, K. P., Hurt, R., Brown, C. J. (eds). Proceedings of the 7th International Rangeland Congress; 26th July -1st August 2003; Durban, South Africa. Durban, South Africa. p. 966-968.

SOLLENBERGER, L.E.; MOORE, J.E.; ALLEN, V.G.; PEDREIRA, C.G.S. 2005. Reporting forage allowance in grazing experiments. Crop Science 45:896-900.

SOCA, P.; ORCASBERRO, R. 1992. Propuesta de manejo del rodeo de cría en base a estado corporal, altura del pasto y aplicación de destete temporario. In: Jornada de Producción Animal. Evaluación física y económica de alternativas tecnológicas en predios ganaderos, Estación Experimental Mario A. Cassinoni. Paysandú. Facultad de Agronomía. pp 54-56.

SOCA, P.; ORCASBERRO, R.; RINALDI, C.; APEZTEGUIA, E.; ESPASANDINA, BERRUTTI, I. 1993. Presión de pastoreo y performance de terneros Holando en pastizal nativo mejorado. En: Ciencia e Investigación Agraria. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía. Santiago de Chile. 20:2

SOCA, P.; RINALDI, C.; ESPASANDÍN, A. 1998. Presiones de pastoreo, reducción del área pastoreada y comportamiento animal. In: Anales: XIV Reunión del grupo técnico regional del Cono Sur en mejoramiento y utilización de los recursos forrajeros del área tropical y subtropical: Grupo Campos. Ed: Elbio Beretta. INIA 1998. Serie Técnica N° 94.

SOCA, P.; DO CARMO, M.; CLARAMUNT, M. 2007. Beef cows breed system on native sward without agricultural financial assistance: Research to sustainable calf production with low cost and easy instrumentation. Avances en Producción Animal 32:3-26.

SOCA, P.; DO CARMO, M.; URCHIPÍA A.; CLARAMUNT, M. 2010. Variabilidad espacial y temporal de la PPNA como determinante de la producción ganadera: experiencias locales. En: Bases ecológicas y fisiológicas para el manejo de los pastizales naturales. Ayala, W.; Altesor, A.; Paruelo, J. (eds). INIA, Montevideo, Uruguay.

TRUJILLO A.I.; ORCASBERRO, R.; BERETTA, V.; FRANCO, J.; BURGUEÑO, J. 1996. Performance of Hereford cows under conditions of varied forage availability during late gestation. Development of feed supplementation strategies for improving ruminant productivity on small-holder farms in Latin America through the use of immunoassay techniques. Proceedings of the final Research Co-ordination Meeting of a Co-ordinate Research Programme organized by the Joint FAO/AIEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture. IAEA-TECDOC-877. s.p.

VIÑOLES, C.; SOCA, P.; ESPASANDIN, A.C.; CARRIQUIRY, M. 2010. The effect of long-term nutrition and genetics on the reproductive performance of beef cows grazing native pasture. Proceedings of the World Buiatric Congress, Santiago de Chile.

VIZCARRA, J.A.; IBAÑEZ, W.; ORCASBERRO, R. 1986. Repetibilidad y reproducibilidad de dos escalas para estimar la condición corporal de vacas Hereford. Investigaciones Agronómicas 7 (1):45-47. [In Spanish].

WILLIAMS, G. L. 1990. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: a review. J. Animal Science. 68:831-852.

Ana Espasandin¹, Martín do Carmo², C. López-Mazz³, V. Cal³, O. Cáceres³, D. Bentancur³, Mariana Carriquiry¹, Pablo Soca¹

¹Departamento de Producción Animal y Pasturas. Facultad de Agronomía, UdelaR.

²INIA Tacuarembó.

³Pasante de Universidad del Trabajo del Uruguay.

6. Modificaciones en la oferta de forraje de campo natural y del grupo genético de vacas en busca de eficiencia en la cría vacuna

RESUMEN

Durante dos años fueron evaluados los kilogramos de ternero destetados por vaca entorada por año en vacas multíparas Puras (Hereford y Angus) y Cruzas (F1 recíprocas) en pastoreo de campo natural con dos ofertas de forraje: Alta y Baja (promedio de 6 y 10 kg MS/100 kg PV/día). La productividad lograda durante el ciclo de cría fue mayor en Alta que en baja Oferta y en vacas Cruza que las puras. La superioridad fue obtenida tanto en el peso al destete de los terneros como en la eficiencia reproductiva de las vacas. Las menor oferta del forraje afectó en mayor grado a los genotipos Puros, exhibiendo los Cruzas mayor capacidad de plasticidad productiva aún en Bajas ofertas de forraje. Se postulan cambios en la eficiencia de uso del forraje del campo natural destinado a la cría ante modificaciones conjuntas de la Oferta de Forraje al rodeo y empleo de vacas cruzas.

INTRODUCCIÓN

Una variable muy importante que resume la productividad del ciclo de cría vacuno son los kilogramos de ternero destetado por cada vaca entorada en cada año. Tal como se define, el resultado alcanzado dependerá no sólo del porcentaje de destete logrado, sino del peso de los terneros al momento del destete. Existen componentes genéticos que determinan peso al destete y la eficiencia reproductiva. El genotipo de la vaca, está representado por la o las razas que la compongan (efectos raciales), así como por la interacción que se genera entre ellas, vigor híbrido o heterosis (Koch *et al.*, 1985).

En Uruguay, son escasos los trabajos que han evaluado distintos recursos genéticos y ambientales para la producción de carne (Scarsi, 1991, Pittaluga y de

Mattos, 1996, Gimeno *et al.*, 2002, Espasandin *et al.*, 2006). No obstante, a nivel internacional se cuenta con extensa información que documenta la interacción genotipo x ambiente en el proceso de cría vacuna.

Jenkins y Ferrel (1994), demuestran que dentro de una misma raza -dependiendo del ambiente ofrecido a los animales- también puede variar la eficiencia de su producción, destinando mayor o menor proporción de la Energía consumida a funciones de mantenimiento o de producción.

Varios estudios nacionales y extranjeros demuestran el aumento en la producción animal producto de la heterosis derivada de los cruzamientos, la que es proporcional a la distancia evolutiva entre las razas cruzantes (Gram y Pirchner, 1984).

Por su parte, la definición del peso al destete depende no sólo de estos componentes genéticos, sino también del ambiente proporcionado por la madre (habilidad materna), el que depende de su propia genética.

Los kilogramos de ternero al destete se explican por la acción conjunta entre el ambiente y los componentes genéticos que se resumen en la siguiente ecuación (Dickerson, 1973):

Peso al Destete = Σ razas del ternero + heterosis del ternero + ambiente materno (S razas de la madre + heterosis de la madre)

Los primeros dos componentes hacen referencia a los genes (efectos aditivos) e interacciones alélicas (efectos de dominancia y epistasia), mientras que los siguientes corresponden al ambiente usufructuado por el ternero, que depende de la genética materna.

En la eficiencia global del uso de la energía con vacas de cría, la superioridad de las vacas cruce ha sido postulada y documentada por la información nacional y extranjera respectivamente (Morris *et al.*, 1987; Espasandín *et al.*, 2006) (Cuadro 1). El empleo de vacas cruce puede mejorar la producción física en hasta 30 % en su vida útil, sin incrementar los costos de producción (Morris *et al.*, 1987).

La eficiencia global en el uso del alimento por vacas de cría, depende de la interacción entre el genotipo y el ambiente. Jenkins y Ferrel (1994) revelan diferencias a nivel de consumo, producción de leche, composición corporal y resultados productivos de diversos materiales

genéticos frente a cambios en la cantidad de alimento ofrecido.

En términos generales, señalan un incremento en la heterosis ante situaciones más restrictivas, mientras que con mejoras del ambiente se acortan las diferencias entre animales cruces y puros.

El aumento en la competitividad del sector productor de carne varía en forma proporcional a la eficiencia con que transcurre el proceso de cría, traduciéndose en mejores resultados económicos cuando las mejoras se aplican en base a tecnología de procesos y/o sin empleo de elevados niveles de insumos (Robinson *et al.*, 1999). Muchas de estas técnicas se basan en el conocimiento de la relación planta-animal, especialmente en las respuestas en producción individual o por unidad de superficie ante cambios en la oferta del campo natural.

La mayoría de los vientres utilizados en la cría del Uruguay pertenecen a la raza Hereford utilizada en forma pura. Las variables reproductivas, de baja heredabilidad son visiblemente mejoradas cuando se potencian los efectos genéticos no aditivos. La expresión fenotípica de estos efectos es conocida como heterosis y complementariedad, observadas cuando se practican cruzamientos entre razas diferentes (Morris *et al.*, 1987).

En la cría de vacunos de carne se ha cuantificado una importante interacción genotipo*ambiente (Ferrel y Jenkins, 1994), cuando son evaluados simultáneamente varios genotipos en ofertas de alimento variables. Estos resultados permiten plantear la hipótesis de que en

Cuadro 1. Heterosis para cruzamientos de razas británicas en características reproductivas encontrados en sistemas pastoriles de Nueva Zelanda (NZ) (Morris *et al.*, 1987) y Uruguay (Espasandín *et al.*, 2006)

Característica	HeterosisNZ (%)	Heterosis Uruguay (%)
Prefñez (%) ¹	10	
Parición (%) ¹	13	14
Destete (%) ¹	15	
Sobrevivencia de la vaca	10	
Peso al destete ²	7-11	
Intervalo entre partos (%) ³		14
Kg de ternero destetado (%) ³		14

¹Cruza recíproca AA *HH; ²Como característica de la madre; ³Experimento dialélico EEER (Período 1993-2003) (Espasandín *et al.*, 2006).

nuestro país podrían existir recursos genéticos más adaptados a nuestros ambientes de producción. La obtención de estas respuestas sería posible estudiando el efecto de interacción entre la oferta de forraje en el ciclo productivo de vaca de diferentes grupos genéticos.

En este trabajo se presenta la productividad obtenida durante el ciclo de cría en vacas puras (Hereford-HH y Angus-AA) y cruza F1 (AH y HA) en pastoreo de campo natural en Alta y Baja oferta de forraje (promedio 10 y 6 kg MS/100 kg PV/animal/día, respectivamente).

NUESTRO PUNTO DE PARTIDA

El material genético utilizado en este estudio proviene del experimento «Cruzamientos como herramientas para mejorar la producción de carne en Uruguay» desarrollado en la Estación Experimental Bernardo Rosengurtt durante el período 1993-2003. El empleo de vacas cruza mejoró un 26 % en la variable kg de ternero destetado por vaca entorada por año. Los resultados publicados por Espasandin *et al.* (2006), Espasandin y Ciria (2008) y Ciria (2009) se presentan en la Figura 1.

Considerando los kilos de terneros gestados y amamantados, la productividad fue más elevada en las vacas cruza (terneros retrocruza), con 28 kilos más al momento del destete, respecto a sus contemporáneos hijos de vacas puras. Esta superioridad, desde el punto de vista genético fue debida tanto al aporte con que cada una de las razas contribuye en cada individuo (vacas y terneros) (AA o HH), así como a la heterosis explotada: individual (en los terneros) y materna (en

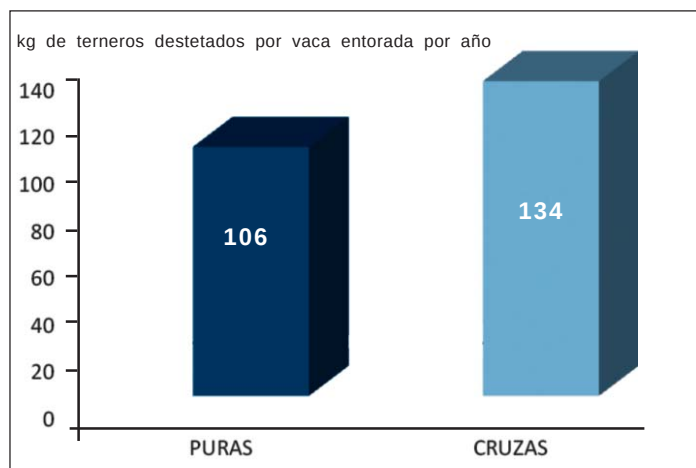


Figura 1. Medias de mínimos cuadrados kg de terneros destetados por vaca entorada por año (kg TD/VE/año) para vacas Puras (Angus y Hereford) y Cruzas (F1, AH y HA) durante el período 1993-2002. (Espasandin *et al.*, 2006).

las vacas cruza). La ausencia de un diseño específico para ello no permitió la estimación de la heterosis materna entre Angus y Hereford en las condiciones pastoriles del experimento. En virtud de esto, la diferencia existente entre los terneros hijos de madres cruza respecto a los criados por madres puras fue de 18 % para esta variable, contemplando las heterosis individuales y maternas, y las diferentes proporciones con que participa cada raza.

El porcentaje de parición de cada genotipo en la fase de cría se presenta en el Cuadro 2.

Las pruebas de chi-cuadrado revelaron diferencias significativas entre los grupos genéticos de las vacas primíparas ($P < 0,01$) y tendencias en las vacas adultas ($P < 0,08$), alcanzando heterosis en promedio del 14 % en coincidencia con lo publicado entre otros, por Cundiff *et al.* (1974) y Velázquez *et al.* (2006) quienes estimaron valores de heterosis

Cuadro 2. Porcentajes de parición en vacas primíparas y multíparas de las razas HH, AA y cruza F1 (1993-2003) Fuente (Espasandin *et al.*, 2006)

Grupo genético	Porcentaje de parición en vacas Primíparas (%)	Porcentaje de parición en vacas Multíparas (%)
HH	58	90
AA	43	87
Cruzas F1	68	92

del 6,6 y de 13 % para la tasa de parición en los cruzamientos entre las razas Hereford y Angus en Estados Unidos, y Criolla y Guzarat en México, respectivamente.

Durante el período anteriormente señalado no fueron aplicados cambios en la oferta de forraje al rodeo. Arthur et al. (1999) observaron valores de heterosis en los kilogramos de terneros destetados por vaca entorada por año de 25 y 33 % en ambientes templados y subtropicales de Australia.

Calegare *et al.* (2009) sostienen que en la medida que aumenta la heterosis en las vacas de cría, se observan disminuciones en los requerimientos de mantenimiento y por consecuencia aumenta su eficiencia de producción.

En función de estos antecedentes, este trabajo se planteó con el objetivo de estimar las diferencias productivas (peso al nacimiento y destete, y kilogramos de ternero destetado por vaca entorada por año y reproductivas (porcentajes de preñez y destete) entre vacas de cría cruzas y puras sometidas a dos ofertas de forraje de campo nativo para variables productivas, así como la eficiencia de producción en cada situación.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Las ofertas de forraje aplicadas y su variación entre estaciones del año fueron descritas en este mismo volumen (Soca *et al.*, 2012) (Cuadro 3).

El método de pastoreo utilizado fue continuo y el ajuste de la oferta de forraje se realizó en base al empleo de animales fijos (10 por tratamiento) y animales volantes de la misma edad, condición fisiológica y grupo genético. Al inicio del experimento (2007) los Pesos Vivos (en kg) de cada grupo genético presentaban la siguiente distribución (Cuadro 4).

Los pesos adultos de las vacas con que se inició el trabajo fueron semejantes para las cruzas y las vacas puras

Cuadro 4. Peso Vivo de Vacas multíparas de las razas Hereford, Angus y sus cruzas F1 (Fin Entore 2006-2007, Promedio $\pm$ desvío estándar)

Genotipo	Peso Vivo (PV en kg)
AA	422 $\pm$ 8
AH	436 $\pm$ 9
HA	436 $\pm$ 9
HH	437 $\pm$ 11

Hereford, en tanto Angus registraron inferiores pesos.

Durante los tres años de evaluación y dentro de cada oferta de forraje se eligieron 30 vacas adultas con parto normal y diagnóstico de preñez positivo por ecografía de las razas PURAS (Hereford y Aberdeen Angus) y 30 vacas CRUZA F1 entre las razas Hereford (H) y Angus (A) (HA y AH) provenientes del experimento dialélico desarrollado en EEER (Español *et al.*, 2006).

Las pariciones ocurrieron cada año durante el período setiembre-noviembre. Al momento del parto se registraron la fecha, condición corporal (Vizcarra *et al.*, 1986) y grado dificultad al parto Escala de 1 a 5; citas) en las vacas, así como el sexo y peso al nacimiento en los terneros. Mensualmente se registró el peso de terneros y vacas.

La evolución del peso vivo de los terneros se analizó en base a un arreglo de medidas repetidas en tiempo, incluyendo en el modelo los efectos fijos del bloque, asignación de forraje, grupo genético de la vaca y del ternero (anidado), edad, y sus interacciones, en base al procedimiento MIXED del programa SAS (SAS, 2002), en donde la vaca dentro del grupo genético y oferta de forraje fue considerado como efecto aleatorio.

Las medias de mínimos cuadrados fueron comparadas mediante el test de tukey ajustado ($P < 0,05$).

Cuadro 3. Distribución de la oferta de forraje a lo largo del año (kg MS/100 kg peso vivo/día)

Oferta de Forraje	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	PROMEDIO
ALTA (AO)	12,5	7,5	10	10	10
BAJA (BO)	7,5	7,5	5	5	6

La preñez fue diagnosticada por ecografía transrectal y el efecto de los tratamientos fue analizada mediante el test de chi-cuadrado.

Para las diferentes variables fueron calculadas las Heterosis absolutas ($\text{Heterosis} = \text{Promedio de progenie cruza} - \text{Promedio de progenie pura contemporánea}$) y relativas ($\% \text{ Heterosis} = (\text{Heterosis absoluta} / \text{Promedio de progenie pura}) * 100$) (Cardellino y Rovira, 1987).

Como indicador global de la productividad en el ciclo de cría, fueron calculados para cada tratamiento (Oferta*Grupo Genético) los kg de terneros destetados por cada vaca entorada por año (kg TD/VE/año), multiplicando el peso promedio de los terneros al destete (ajustado por edad) por el porcentaje de destete logrado en cada tratamiento.

El consumo anual de Materia Seca por parte de las vacas fue estimado mediante la Ecuación propuesta por CSIRO (1994) para animales en pastoreo. Se ingresaron informaciones de la pastura (disponibilidad de MS/ha y digestibilidad de la materia orgánica) para las ofertas Alta y Baja (A y B, respectivamente), así como los pesos vivos de las vacas Puras y Cruzas (P y C, respectivamente) en diferentes momentos del experimento.

El costo en forraje (consumido por cada vaca) para producir 1 kg de ternero destetado fue estimado mediante el cociente entre los **kg de MS Consumida/vaca/año** dividido por los **kg de ternero destetados/vaca entorada/año** para cada uno de los cuatro escenarios planteados: AC: Alta Cruzas, AP: Alta Puras, BC: Baja Cruzas y BP: Baja Puras.

LAS RESPUESTAS DE LOS GENOTIPOS PUROS Y CRUZAS EN LAS OFERTAS ALTA Y BAJA

Frente a cambios en la oferta de forraje las vacas de ambos genotipos (Puras y Cruzas) reaccionaron en forma semejante (interacción no significativa, $P > 0,05$) pero con diferentes niveles productivos.

En la Figura 2 se presenta el porcentaje de preñez y destete globales obtenidos durante el experimento (2007 a 2009) para vacas puras y cruzas en ambas ofertas de forraje.

Las diferencias entre vacas puras y cruzas en ambas ofertas de forraje no fueron estadísticamente significativas ($P > 0,05$), alcanzando en media 92 y 87 % en Alta y Baja oferta, respectivamente. A pesar de observarse superioridad en la preñez de las vacas Cruza (heterosis individual), la misma varió con el forraje asignado, pasando de 3,5 % en la Baja oferta a 5,5 % cuando se incrementa el forraje asignado. En el porcentaje de destete estas diferencias entre las ofertas se reducen, siendo de 6,9 y 6,6 % los porcentajes de heterosis explotadas en las ofertas Alta y Baja, respectivamente.

Los resultados observados en este trabajo podrían estar evidenciando los mayores potenciales productivos en los genotipos Cruza respecto a los Puros frente a ambientes mejorados. En otras palabras, bajo el escenario planteado, las Altas ofertas de forraje serían más propicias para la expresión de la heterosis en caracteres reproductivos de vacas

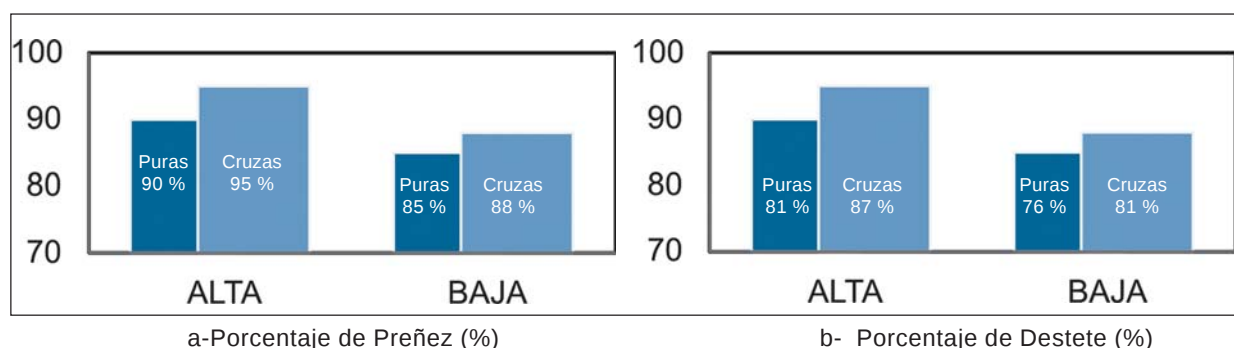


Figura 2. Porcentajes de Preñez (a) y Destete (b) en vacas Puras y Cruzas pastoreando campo natural en Alta y Baja oferta de forraje.

de cría en pastoreo de campo natural. Cabe destacar, que producto de condiciones climáticas de sequía bajo la cual se llevo a cabo el experimento, la Alta oferta de forraje no serían capaces de cubrir con los requerimientos necesarios para expresar el potencial de producción.

Ciria (2009) observó tendencias de superioridad ($P=0.08$) en la preñez de vacas multíparas cruza entre Angus y Hereford, respecto a las razas puras, alcanzando una Heterosis para el Porcentaje de parición de 4%. Sin embargo en la categoría primíparas, la misma alcanzó un 34% para la cruza entre ambas razas.

El crecimiento de los terneros varió con el genotipo materno y con la oferta de forraje ($P<0.05$), en tanto la interacción no fue significativa ($P>0.05$).

En el Cuadro 5 se presentan los pesos al nacimiento y destete (112 ± 19 días) de los terneros hijos de vacas cruza F1 y Puras en Alta y Baja asignación de forraje.

Al nacimiento no se observaron efectos significativos de los tratamientos sobre los pesos de los terneros ($P>0.05$), coincidiendo con lo publicado por Gimeno *et al.* (2002) y Rogberg (2006). Consecuentemente, no se registraron diferencias en la incidencia de partos distócicos de los grupos genéticos en las dos ofertas de forraje.

Al momento del destete definitivo (en promedio 112 ± 19 días de edad) se observaron efectos significativos debidos al genotipo de la madre, del padre y de su interacción, así como de la cantidad de forraje ofrecida a las vacas ($P<0.05$).

Independientemente de la raza del padre, las madres Cruza destetan terneros con pesos superiores a los registrados por las vacas Puras ($P<0.05$), siendo

en media 12 kg (casi 11 %) más pesados que los hijos de vacas puras (124 ± 3 vs 112 ± 3 , respectivamente). La oferta de forraje también presenta efecto significativo sobre los pesos al destete de los terneros con 8.8% de superioridad (123 ± 3 y 113 ± 3 en Alta y Baja, respectivamente, $P<0.05$) pero sin interaccionar con el genotipo materno. Dicho de otro modo, tanto en Alta como en Baja asignación de forraje los mayores pesos al destete fueron alcanzados por los terneros hijos de las vacas Cruza, con 128 y 112 kg, respectivamente, siendo 13 y 5 kg más pesados a los criados por vacas Puras, tanto en Alta como en Baja oferta, respectivamente.

Conforme fuera mencionado, la diferencia entre terneros hijos de vacas Cruza respecto a Puras no se explica solo por la heterosis maternal explotada, sino también por el grado de heterosis individual en el ternero, así como la proporción con que las razas Angus y Hereford participan en su composición. Debido al diseño experimental planteado no fue posible determinar cada uno de estos componentes, sino referirse a las diferencias globales entre genotipos maternos.

Bajo estas condiciones, la productividad global alcanzada durante el ciclo de cría alcanza los valores de 122 kg, 103 kg, 99 kg, y 91 kg de terneros destetados por vaca entorada en Alta Cruza, Alta Pura, Baja Cruza y Baja Pura, respectivamente. Las diferencias entre los extremos (Alta Cruza vs. Baja Pura) alcanzan a 31 kg de ternero o 34 % en valor relativo.

No obstante, para poder comparar estos resultados con el promedio logrado en el país, así como con la productividad que se lograba al comienzo del experimento, es necesario ajustar el peso vivo de los terneros a 180 días de edad (6 meses). De este modo, se obtendría el peso que alcanzaría cada uno de los tratamientos en un destete tradicional.

Cuadro 5. Pesos al nacer y al destete (112 días) de terneros hijos de vacas cruza y puras en alta y baja asignación de forraje

OFERTA-Genotipo de la madre	Peso al Nacer(ns)	Peso destete
ALTA PURA	34	115,0 $\pm$ 3,4 b
ALTA CRUZA	36	128,2 $\pm$ 3,4 a
BAJA PURA	33,5	107,0 $\pm$ 3,8 b
BAJA CRUZA	35,5	112,0 $\pm$ 3,4 b

En la Figura 3 se presentan los resultados globales de la cría considerando un peso al destete ajustado a 180 días.

Estos resultados productivos evidencian la capacidad de los genotipos tanto Puros como Cruza en captar los beneficios que la Alta oferta forraje provee. No obstante, el mayor beneficio frente a las Altas ofertas es obtenido por las razas puras, quienes logran incrementos del 22 % en los kg de terneros obtenidos anualmente (de 148 a 182 kg en Baja y Alta, respectivamente). Por su parte, las madres crusa logran incrementos del 15 % ante la mejora en la oferta forrajera. Sin embargo, la productividad alcanzada por las vacas crusa aún en Baja oferta de forraje es semejante a la lograda en los genotipos puros en Alta oferta (175 kg en Baja Cruza vs 182 kg en Alta Pura), sugiriendo una mayor plasticidad ante las variaciones ambientales. En otros términos parecería advertirse mayor adaptabilidad en las vacas cruzas, probablemente como consecuencia de los efectos genéticos no aditivos, los que se manifiestan especialmente en caracteres de sobrevivencia y reproducción.

Las diferencias entre los genotipos coinciden con lo reportado por Espasandin et al. (2006) con valores de 145 y 123 kg TD/VE/año logrados en madres Cruzas (F1) y Puras en las razas Angus y Hereford, respectivamente (18 % de diferencia).

Sin importar el genotipo, las diferencias en productividad debidas a la oferta de forraje fueron de 19 %, con productividades en media de 192 y 162 kg de TD/VE/año en Alta y Baja, respectivamente.

En una comparación directa en los tratamientos generados de la interacción entre los factores Oferta y Genotipo, se visualiza una superioridad de hasta 36 % más en la productividad global lograda en un ciclo de cría bajo el uso de vacas cruzas en pastoreo de campo natural.

Sin embargo, varios autores manifiestan la importancia de expresar estos indicadores en relación a los kg de peso vivo de las vacas, o considerando el consumo de Materia Seca por parte de los vientres de cría. Jenkins y Ferrel (1994) observan variaciones en la eficien

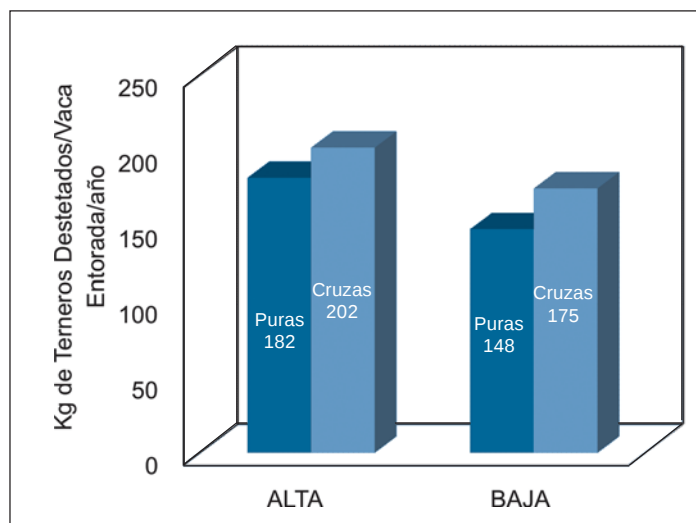


Figura 3. Resultado Global del Proceso de Cría (kg de TD ajustado a 180 días/VE/año) en vacas Puras y cruzas sometidas a Alta y Baja oferta de forraje

En la Figura 4 se presentan los valores estimados para el consumo de materia seca por vaca durante todo el período experimental, en cada uno de los 4 escenarios planteados.

Según estas ecuaciones, el consumo de pasturas por parte de las vacas de cría acompaña las variaciones en la disponibilidad de la pastura del Campo Natural, así como por los requerimientos de cada genotipo. Si bien se observan diferencias entre genotipos, éstas son prácticamente constantes, siendo las mayores variaciones observadas frente a las variaciones en la oferta del campo natural, siendo constante las diferencias entre los genotipos.

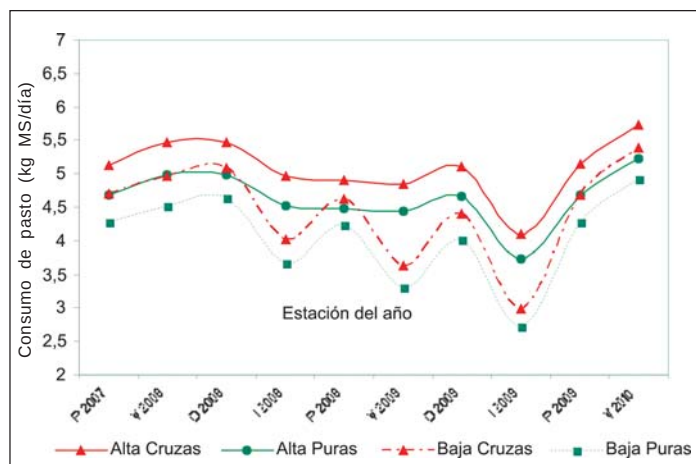


Figura 4. Consumo (kg MS/vaca/día) de pasto en vacas Puras y Cruzas en Alta y Baja oferta de Campo Natural.

Sin embargo, son mayores las diferencias observadas en el Porcentaje del Consumo Potencial logrado encada escenario. Mientras que en las Altas ofertas las vacas Puras y Cruzas mantienen en promedio más del 65 % de su consumo potencial, en las Bajas ofertas en media obtuvieron un 57 %. Dicha diferencia en los períodos más críticos se ubico entre 53 y 39 por ciento.

El consumo promedio de materia seca acumulado a lo largo de las 4 estaciones del año dividido por la productividad alcanzada en cada caso (kg de ternero destetados/vaca entorada/año), resulta en los kg de Materia Seca consumida por vaca por año para la producción de 1 kg de ternero, y se presenta en la Figura 5.

Claramente se evidencia la menor eficiencia en la producción de la cría de las vacas de genotipos puros cuando el alimento ofrecido es restrictivo. En este tratamiento (Baja Pura) fueron necesarios 11,3 kg de MS para producir 1 kg de ternero, 1 kg más de lo requerido por el tratamiento opuesto: Alta Cruza (10,3 kg).

Un cálculo rápido de esta situación nos permitiría inferir que, en un rodeo de 100 vacas al momento del destete, con un peso promedio de los terneros de 150 kg, estaríamos precisando 150 kg más de pasto por cada vaca y 15 toneladas de materia seca por año. Con producciones promedio de 3000 kg de MS/ha en los campos naturales, se necesitarían 50 hectáreas más de campo para producir los mismos kg de TD/VE/año, entre las

situaciones comparadas: Baja Pura vs. Alta Cruza.

Es importante remarcar aún en estas condiciones la capacidad «buffer» exhibida por las vacas cruza, en donde las diferencias en productividad entre Alta y Baja ofertas son del 15%, mientras que en las Puras es de 23% para la variable kg de ternero destetado/vaca entorada/año.

Probablemente, estas respuestas diferenciales entre los genotipos y en sus interacciones con la pastura ofrecida, estén explicadas por diferentes mecanismos utilizados en el uso de la energía consumida, o en la cosecha del forraje. Algunos autores sostienen que la partición de la energía varía con el genotipo, priorizando algunas funciones más que otras (Montaño Bermúdez et al., 1990). En otros experimentos han encontrado que dentro de una misma raza, la energía requerida para el mantenimiento varía con el individuo, atribuyendo a los efectos aditivos de los genes gran parte de su variación (Evans, 2001).

CONSIDERACIONES FINALES

Bajo las condiciones de este experimento, la productividad lograda durante el ciclo de cría es mayor en vacas Cruza entre las razas Hereford y Angus y ante Altas ofertas de forraje en Campo Natural. La superioridad es alcanzada tanto en el peso al destete de los terneros como en la eficiencia reproductiva de las madres.

Las restricciones en la oferta del forraje afectan en mayor grado a los genotipos Puros, exhibiendo los Cruzas mayor capacidad de respuesta productiva aún en Bajas ofertas de forraje.

Los indicadores reproductivos y los cálculos que derivan de ello están influenciados por la intervención táctica realizada (destete temporario y flushing). Sin dicha intervención la probabilidad de preñez de los animales en baja oferta no serían sostenibles en el tiempo lo cual reafirma la necesidad de que el sistema de cría vacuna se maneje con 10 por ciento de oferta de forraje. Futuras líneas de investigación en busca de la eficiencia de diferentes genotipos y ambientes de-

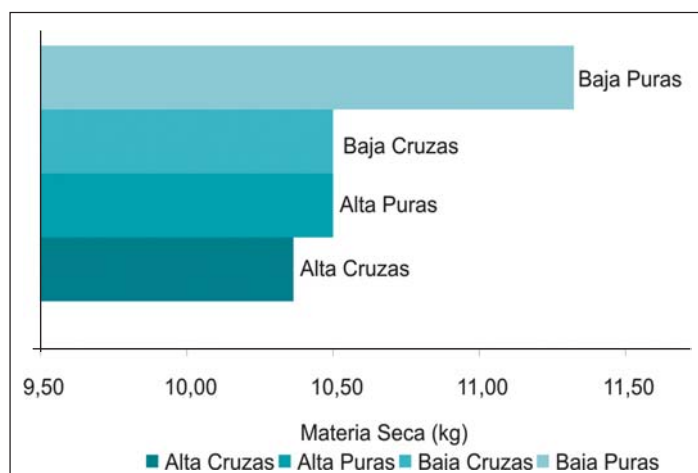


Figura 5. Materia Seca consumida anualmente para producir 1 kg de ternero destetado.

berían centrarse en los mecanismos (comportamentales, fisiológicos y metabólicos) utilizados por los animales para producir ante diferentes escenarios ofrecidos por nuestros campos naturales.

BIBLIOGRAFÍA

- ARTHUR, P.F.; HEARNshaw H.; STEPHENSON, P.D.** 1999. Direct and maternal additive and heterosis effects from crossing *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle: cow and calf performance in two environments. *Livestock Production Science*, 57 (3):231-241, 1999.
- BROWN, M.A.; BROWN, J.R.; A.H.; JACKSON, W.G.; MIESNER, J.R.** 1997. Genotype × environment interactions in Angus, Brahman, and reciprocal cross cows and their calves grazing common bermudagrass and endophyte-infected tall fescue pastures. *J. Anim. Sci.* 75: 920-925.
- CALEGARE, L.; ALENCAR, M.M.; PACKER, I. U.; FERRELL, C. L.; LANNA, D.P.D.** 2009. Cow/calf preweaning efficiency of Nellore and *Bos taurus* × *Bos indicus* crosses. *J. Anim. Sci.* 2009. 87:740-747.
- CARDELLINO, R.; ROVIRA, J.** 1987. Mejoramiento Genético Animal. Ed. Hemisferio Sur, Montevideo, 260 p.
- CIRIA, M.** 2009. Estudio de variables reproductivas en las razas Angus, Hereford y sus cruza F1. Tesis Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, Udelar, 54 p.
- CUNDIFF, L.V.; GREGORY, K.E.; SCHWULST, F.J.; KOCH, R.M.** 1974. Effects of Heterosis on Maternal Performance and Milk Production in Hereford, Angus and Shorthorn Cattle. *Journal of Animal Science*, 38(4):728-745.
- DICKERSON, G. E.** 1973. Inbreeding and heterosis in animals. In: Proc. of the Animal Breeding and Genetics Syrup. in Honor of Dr. Jay L. Lush. pp 54 - 77. Amer. Soc. Anim. Sci., Champaign, IL
- KOCH, R.M.; DICKERSON, G.E.; CUNDIFF, L.V.; GREGORY, K.E.** 1985. Heterosis retained in advanced generations of crosses among Angus and Hereford cattle. *Journal of Animal Science*, 1985, 60:1117-1132.
- ESPASANDIN, A.C.; FRANCO, J.; OLIVEIRA, G.; BENTANCUR, O.; GIMENO, D.; PEREYRA, F.** Rogberg, M. Impacto productivo y económico del uso del cruzamiento entre las razas Hereford y Angus en el Uruguay. XXXIV Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, 8 al 10 de Junio de 2006, p. 41-51.
- ESPASANDIN, A.C.; CIRIA, M.** 2008. Recursos genéticos y ambientes de producción en la cría vacuna. In: INIA (Org.). Seminario de Actualización Técnica: Cría Vacuna. Ed. 1, Montevideo, Unidad de Agronegocios y Difusión del INIA, 2008, v. 174, p. 110-119, ISBN: 9789974382510.
- EVANS, J. L.** 2001. Genetic prediction of mature weight and mature cow maintenance energy requirements in Red Angus cattle. PhD Diss. Colorado State Univ., Fort Collins.
- GIMENO, D.; AGUILAR, I.; FRANCO, J.; FEED, O.** 2002. Rasgos productivos y reproductivos de hembras cruza. Cruzamientos en bovinos para carne. Seminario de Actualización Técnica: Serie de Actividades de Difusión, 295 INIA, 2002.
- GRAM, R.; PIRCHNER, F.** 1984. Relation of genetic distance between cattle breeds and heterosis of resulting crosses. *Animal Blood Groups and Biochemical Genetics*, 15(3): 173-180.
- JENKINS, T.; FERREL, C.** 1994. Productivity through weaning of nine breed of cattle under varying feed availabilities: I. Initial Evaluation. *Journal of Animal Science* 72: 2787-2797.
- MONTAÑO-BERMUDEZ, M.; NIELSEN, M.K.; DEUSTCHER, G.H.** 1990. Energy requirements for maintenance of crossbred beef cattle with different genetic potential for milk. *J. Anim. Sci.* 68:2279-2288.
- PITTALUGA, O.; DE MATTOS, D.** 1996. Cruzamiento Cebú-Hereford en Rodeos del Norte del País Uruguay, Montevideo INIA Serie Técnica nº 79 10 p.
- ROBINSON R.S.; MANN G.E.; LAMMING G.E.; WATHES D.C.** 1999. The effect of pregnancy on the expression of uterine oxytocin, oestrogen and progesterone receptors during early pregnancy in the cow. *Journal of Endocrinology* 160 21-3.

ROGBERG, M. 2006. Heterosis y desempeño en características de crecimiento en las razas Angus, Hereford y su cruce F1. Tesis de Grado, Montevideo, Facultad de Agronomía, UY, 39 p.

SCARSI, J.C. 1991. Experimentos con cruzamientos en Uruguay. In; Foro Mejoramiento Genético Anual en el

Uruguay e vísperas del MERCOSUR (1991, Montevideo). Resúmenes. Montevideo, INIA (Serie Técnica nº 12) 29 p.

VELÁZQUEZ, G.M.; GUERRERO, J.J.B.; FRÁÑQUEZ, J.A.P.; MONTAÑO BERMÚDEZ, M. 2006. Tec Pecu Mex 2006,44(1):107-118.

Santiago Scarlato¹, Mariana Carriquiry¹, Martín Do Carmo¹, A. Faber¹, C. Genro², Pablo Soca¹

¹Departamento de Producción Animal y Pasturas. Facultad de Agronomía, UdelaR.

²EMBRAPA-CPPSUL, Bagé, Brasil.

7. Conducta de vacas de cría en pastoreo de campo nativo: efecto de la oferta de forraje sobre la expresión del patrón temporal y espacial de pastoreo

RESUMEN

Se estudió el efecto de la oferta de forraje sobre la expresión temporal y espacial del pastoreo de campo nativo. Durante tres años en vacas puras y cruza sometidas a ALTA (10 kg MS/100 kgPV/día) y BAJA (6 kg MS/100 kgPV/día) se registró el tiempo dedicado al pastoreo, rumia y descanso mediante el empleo de IGER. En cada sesión se registró la ubicación en el espacio de cada animal. La oferta de forraje afectó el tiempo dedicado al pastoreo y rumia durante primavera. Con un incremento de altura de 1 cm se redujo 60 minutos por día el tiempo de pastoreo y aumentó el tiempo dedicado a la rumia. La distribución espacial de pastoreo se modificó entre momentos del día. El patrón temporal y espacial de pastoreo contribuye a explicar el efecto de la oferta de forraje en la performance y metabolismo de vacas de cría en pastoreo de campo nativo.

INTRODUCCIÓN

La cría vacuna constituye una actividad de importancia económica y social en Uruguay, al constituir la base del sector exportador de carne y ser un factor determinante de la radicación de la población en el medio rural, al ser desarrollada principalmente por productores familiares (MGAP-DIEA, 2010; Oyhanabal y Equipos Mori, 2003). Los bajos resultados productivos y reproductivos obtenidos por la cría vacuna, explicados por la alimentación deficitaria de los animales durante gran parte del año, constituyen una de las principales limitantes para su desarrollo, al reducir el potencial de ingreso económico de los productores (Pereira y Soca, 2000). El estudio del proceso de cosecha de forraje por parte del animal permitirá identificar medidas que permitan incrementar el consumo de forraje y/o reducir los costos energéticos de la actividad de pastoreo del animal,

incrementando los niveles de producción de los sistemas ganaderos criadores.

En Uruguay, la principal fuente de alimento para el ganado es el campo nativo. La heterogeneidad florística que caracteriza al campo nativo en interacción con la variabilidad en los suelos, la topografía y el clima, determinan un ambiente pastoril con un alto grado de complejidad en la distribución de los recursos (Rosengurt *et al.*, 1939; Chapman *et al.*, 2007). En este ambiente complejo, el animal se enfrenta al desafío continuo de decidir dónde, cuándo y qué consumir (Stuth, 1991; Bailey *et al.*, 1996). Para ello, integra diversas señales del ambiente externo y de su estado metabólico interno, desarrollando diferentes mecanismos de comportamiento que resultan en patrones de conducta (Bailey y Provenza, 2008). La conducta animal en pastoreo puede definirse como la secuencia y duración en el tiempo y espacio de las actividades de pastoreo, rumia, consu-

mo de agua, descanso e interacciones sociales. El patrón de comportamiento presenta una relación directa con el balance energético del animal, al regular simultáneamente el consumo de forraje y el costo energético del proceso de pastoreo. Mejorar la comprensión sobre cómo los animales utilizan la pastura en un ambiente heterogéneo permitirá diseñar sistemas de producción más eficientes en la captación y conversión de la energía solar en producto animal.

A nivel internacional, si bien se han realizado diversos experimentos para estudiar el comportamiento de vacunos en pastoreo (Jamieson y Hodgson, 1979; Gibb *et al.*, 1997; Hirata *et al.*, 2010), son escasos los estudios de largo plazo realizados con vacas de cría en pastoreo de pastizales nativos (Funston *et al.*, 1991). En Uruguay, no existe información que describa y analice el patrón espacio-temporal de pastoreo de vacas de cría en pastoreo de campo nativo. El objetivo del presente estudio fue cuantificar el tiempo de pastoreo y rumia y el patrón de uso del espacio de vacas de cría en pastoreo de campo nativo con cambios en la oferta de forraje (OF).

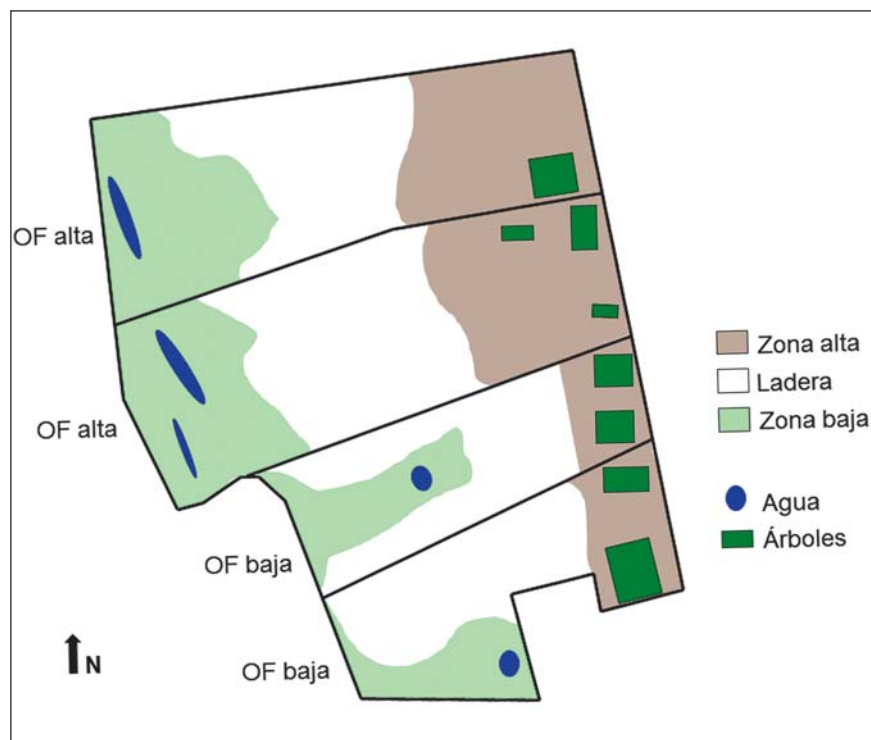
MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se desarrolló sobre 60 ha de campo nativo ubicado en la Estación Experimental B. Rosengurtt, Cerro Largo, Uruguay, entre diciembre 2007 y diciembre 2009. Se empleó un diseño de bloques completos al azar (Bloque 1: vacas Hereford y Aberdeen Angus puras y Bloque 2: sus cruas F1) con dos tratamientos de OF (10 vs. 6 kg MS/100 kg PV.día⁻¹ o %PV, promedio anual, OF alta y baja, respectivamente). La OF se modificó entre estaciones del año (otoño: 12,5 vs. 7,5; invierno: 7,5 vs. 7,5; primavera y verano: 10 vs. 5 % PV, OF alta y baja, respectivamente). Se utilizaron 16 vacas adultas que fueron asignadas a cuatro parcelas (n = 4 para OF y bloque), en un sistema de pastoreo continuo. La superficie de las parcelas fue de 20 ha (OF alta) y 10 ha (OF baja). Se empleó el método Put-and-take (Mott y Lucas, 1952) para ajustar mensualmente la OF.

Registro del comportamiento en pastoreo

Los períodos de registro de comportamiento fueron: primavera 2007, 2008 y 2009, otoño 2008, e invierno 2008 y 2009. Las vacas se encontraban en el 2° mes de gestación en otoño, 6° mes de gestación en invierno y 2° mes de lactancia en primavera. El tiempo de pastoreo y rumia durante períodos de 24 horas se registró mediante dispositivos IGER (Ultra Sound Advice, London, UK) durante tres días por vaca (Rutter *et al.*, 1997). Se calculó el tiempo de pastoreo y rumia diarios, y el tiempo de pastoreo durante la mañana, tarde y noche. La ubicación de las vacas en la parcela durante la actividad de pastoreo se registró cada cinco minutos mediante observación directa durante las horas de luz (Hirata *et al.*, 2002) durante tres días por vaca. Cada parcela se dividió en tres zonas (baja, ladera y alta) en base a la topografía, las comunidades vegetales y la distancia al agua, sombra y abrigo (Figura 1). Las cuatro parcelas presentaron el mismo diseño espacial, con la fuente de agua ubicada en la zona baja, y los árboles (sombra y refugio para los animales) en la zona alta (Figura 1). Las zonas baja, ladera y alta correspondían al 32 ± 16, 44 ± 9 y 24 ± 9% de la superficie de cada parcela, respectivamente. Se determinó la composición botánica de la pastura (Daget y Godron, 1982) al inicio del experimento (primavera 2007). Las especies dominantes en la zona baja fueron: *Axonopus affinis*, *Paspalum notatum*, *Cyperus* sp. y *Oxalis* sp., en la ladera: *Axonopus affinis*, *Oxalis* sp. *Hipoxis* sp. y *Paspalum notatum*, y en la zona alta: *Cynodon dactylon*, *Gaudinia fragilis* y *Cyperus* sp. Se utilizó un índice de preferencia relativa (IPR, Heady, 1964) para cuantificar la preferencia por las zonas baja, ladera y alto de cada parcela, durante la sesión de pastoreo de la mañana y la tarde. El IPR se calculó dividiendo la frecuencia de visitas a cada zona por la proporción de la superficie de la zona sobre el área total de la parcela (IPR < 1 sugiere que la zona fue evadida, IPR > 1 indica que la zona fue preferida, Ganskopp y Bohnert, 2009).

Figura 1. Esquema de las parcelas experimentales.



Análisis estadístico

El grupo de animales en cada parcela se consideró la unidad experimental, y por tanto, las medidas obtenidas en las unidades de muestreo (animal) durante cada día se promediaron para cada parcela. Los datos fueron analizados utilizando el programa SAS Sistemas (SAS 9.0 V, SAS Institute Inc., Cary, NC). El efecto de la OF sobre el comportamiento animal fue analizado dentro de cada estación del año por separado, dado que las condiciones de fotoperíodo y clima, así como la OF y el estado fisiológico de las vacas cambió a través de las estaciones. El tiempo de pastoreo y rumia, y el IPR de cada zona se analizaron utilizando un análisis de medidas repetidas mediante el PROC MIXED. El modelo incluyó OF, año (medida repetida), y sus interacciones como efectos fijos, y el bloque como efecto aleatorio. La separación de medias se realizó mediante el test de Tukey, y las diferencias se consideraron significativas a $P < 0,05$ y las tendencias al $0,05 \leq P \leq 0,10$. Mediante PROC CORR y PROC REG se estimaron coeficientes de correlación de Pearson y regresiones Stepwise entre variables de la pastura y comportamiento animal. Los datos se expresan como media $\pm$ EEM.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura y masa de forraje

La altura de forraje fue mayor en OF alta en primavera ($P = 0,030$), y tendió a ser mayor en otoño ($P = 0,052$) e invierno ($P = 0,083$) respecto a OF baja. La masa de forraje fue mayor en las parcelas de OF alta solamente en primavera 2007 y 2009 ($P < 0,05$) y tendió a ser mayor en otoño ($P = 0,064$) (Figura 2). Dentro de cada parcela, la masa de forraje fue menor en las zonas baja y ladera respecto a la zona alta durante todo el período experimental (primavera: 1575 vs. 2394, otoño: 1087 vs. 2002, invierno: 887 vs. 1491 kg MSha⁻¹, zonas baja y ladera vs. zona alta, respectivamente; $P < 0,001$).

Tiempo de pastoreo y rumia

Los tiempos promedio de pastoreo y rumia diarios para todo el experimento fueron 738 ± 27 min (51 ± 2 % del día) y 453 ± 26 min (32 ± 2 %), respectivamente. Las vacas ocuparon 249 ± 15 min por día (17 ± 1 %) en otras actividades como descanso, caminar, beber agua y en interacciones sociales. El 77 ± 2 % de la actividad de pastoreo se llevó a cabo

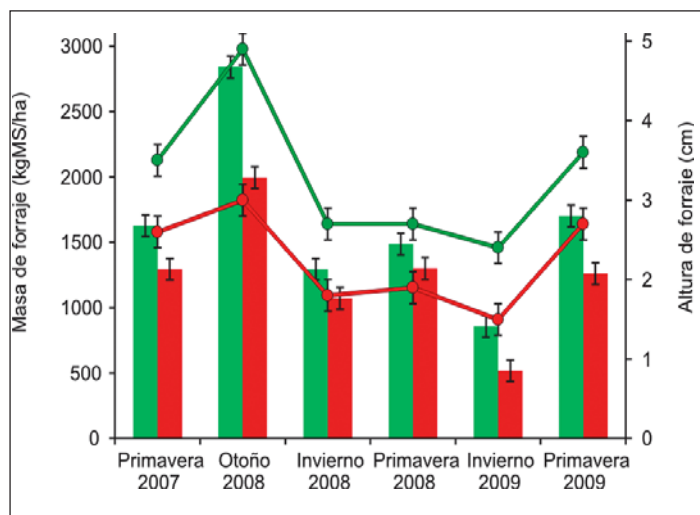


Figura 2. Efecto de la oferta de forraje (OF) sobre la masa y altura de forraje según estación. Masa de forraje: OF alta (verde), y OF baja (rojo). Altura de forraje: OF alta (verde), y OF baja (rojo).

durante las horas de luz y el $23 \pm 2\%$ durante la noche. La actividad de pastoreo presentó dos sesiones principales: la primera comenzó en la madrugada y se prolongó durante 256 ± 18 min, y la segunda comenzó entre las 14:00 a 16:00 h y se prolongó hasta el anochecer, con una duración de 315 ± 36 min. También se registró un número variable de sesiones de pastoreo cortas (entre 15 y 60 min) al mediodía y noche (Figura 3).

El patrón temporal de comportamiento observado en el presente estudio, concuerda con estudios previos realizados en bovinos a nivel internacional (Stobbs, 1970; Gibb *et al.*, 1998; Hejmanová *et al.*, 2009). La concentración de la actividad de pastoreo durante el día, evitando el pastoreo nocturno, ha sido reportada como una estrategia antipredatoria (Rutter, 2010). Algunos autores proponen que los vacunos presentan limitaciones para incre-

mentar el tiempo de pastoreo diario por encima de 720 min por día, debido a fatiga física. El tiempo de pastoreo promedio observado en el presente experimento evidencia las limitaciones impuestas por las condiciones de altura y masa de forraje. En condiciones de escasa disponibilidad de forraje, los animales incrementan el tiempo de pastoreo, en respuesta a la reducción del peso de bocado y la tasa de consumo instantánea, como forma de mantener el consumo diario de forraje (Hodgson, 1985).

La OF afectó el tiempo de pastoreo en primavera ($P = 0,047$) y otoño ($P = 0,007$) (Cuadros 1 y 2). La OF baja determinó un incremento de 35 y 63 min de pastoreo en primavera y otoño, respectivamente, asociado a una menor altura y masa de forraje (ver Figura 1). Resultados similares fueron reportados en pasturas sembradas (Pulido y Leaver, 2001; Gibb *et al.*, 1998) y pasturas nativas en el Sur de Brasil (Thurow *et al.*, 2009; Pinto *et al.*, 2007; Da-Trindade, 2011), en respuesta a variaciones en la OF, altura y masa de forraje.

La OF afectó el tiempo diario de rumia en primavera ($P = 0,041$), otoño ($P = 0,044$) e invierno ($P = 0,005$) (Cuadros 1, 2 y 3). La OF baja determinó una reducción del tiempo de rumia de 37, 38 y 41 min en primavera, otoño e invierno, respectivamente. En todos los casos, la reducción del tiempo de rumia se asoció a menor altura y masa de forraje. Resultados similares fueron reportados para pasturas sembradas (Realini *et al.*, 1999; Pulido y Leaver, 2001) y campo nativo en el Sur de Brasil (Thurow *et al.*, 2009). La reducción del tiempo de rumia en OF baja en primavera y otoño podría deberse al incremento del tiempo de pastoreo, dado que ambas actividades son mutuamente excluyentes (Hodgson, 1985). A su vez,

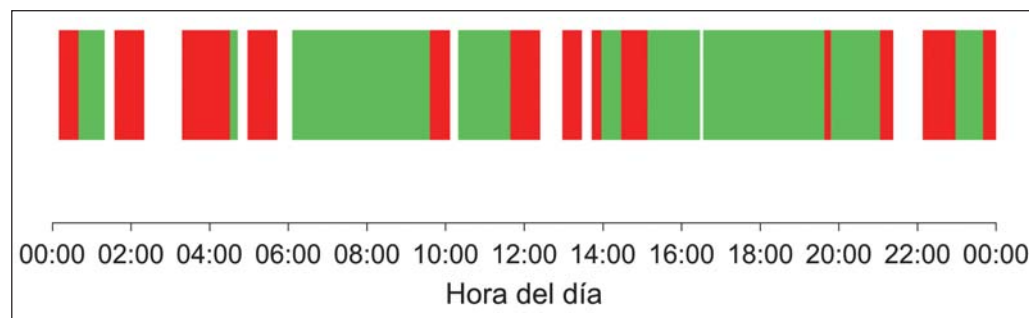


Figura 3. Patrón diario de pastoreo (verde), rumia (rojo) y descanso (blanco) en primavera.

Cuadro 1. Efecto de la oferta de forraje (OF) y el año sobre el tiempo de pastoreo y rumia (min) en primavera

	Primavera 2007		Primavera 2008		Primavera 2009		P - valor			
	OF alta	OF baja	OF alta	OF baja	OF alta	OF baja	EE	OF	Año	OF * Año
Tiempo diario de pastoreo	702	747	741	783	709	730	25	0,047	0,118	0,796
Mañana (06:30 a 12:00 h)	272	237	288	264	257	250	18	0,087	0,213	0,703
Tarde (12:00 a 21:00 h)	337	383	327	382	288	353	36	0,015	0,278	0,915
Noche (21:00 a 06:30 h)	116	133	126	148	158	131	24	0,819	0,648	0,492
Tiempo diario de rumia	548	508	489	431	520	506	26	0,041	<0,001	0,437

OF alta: 10 % PV. OF baja: 5 % PV.

Cuadro 2. Efecto de la oferta de forraje (OF) sobre el tiempo de pastoreo y rumia (min) en otoño.

	Otoño 2008		P - valor	
	OF alta	OF baja	EE	OF
Tiempo diario de pastoreo	697	760	15	0,007
Mañana (07:00 a 12:00 h)	254	287	9	0,019
Tarde (12:00 a 19:00 h)	282	282	13	0,978
Noche (19:00 a 07:00 h)	160	191	15	0,152
Tiempo diario de rumia	512	474	12	0,044

OF alta: 12,5 % PV. OF baja: 7,5 % PV.

Cuadro 3. Efecto de la oferta de forraje (OF) y el año sobre el tiempo de pastoreo y rumia (min) en invierno

	Primavera 2008		Primavera 2009		EE	P - valor			
	OF alta	OF baja	OF alta	OF baja		OF	Año	OF * Año	
Tiempo diario de pastoreo	720	721	795	764	27	0,353	<0,001	0,272	
Mañana (07:30 a 12:00 h)	253	240	252	270	10	0,626	0,109	0,086	
Tarde (12:00 a 18:00 h)	299	312	283	296	10	0,118	0,149	0,995	
Noche (18:00 a 07:30 h)	166	176	266	205	24	0,142	0,001	0,029	
Tiempo diario de rumia	477	432	395	358	15	0,005	<0,001	0,730	

OF alta: 7,5 % PV. OF baja: 7,5 % PV.

el menor tiempo de rumia puede estar asociado a menor consumo de fibra y/o materia seca (Welch y Smith, 1969), lo que podría indicar que la estrategia de incrementar el tiempo de pastoreo en los tratamientos de OF baja podría no haber sido suficiente para compensar las limitaciones impuestas por la pastura.

El tiempo de pastoreo se correlacionó negativamente con la altura de forraje ($r = -0,66$; $P < 0,001$) y masa de forraje ($r = -0,60$; $P = 0,002$), mientras que el tiempo de rumia se correlacionó positivamente con la altura de forraje ($r = 0,79$; $P < 0,001$) y masa de forraje ($r = 0,74$; $P < 0,001$). El análisis de regresión Stepwise seleccionó la altura de forraje como la única variable afectando el tiempo

de pastoreo y rumia ($P < 0,15$), relacionándose la altura de forraje de forma lineal y positiva con el tiempo de pastoreo y cuadrática con el tiempo de rumia (Figura 4).

A nivel comercial en Uruguay, la falta de ajuste de la dotación animal en función de la disponibilidad de forraje determina que gran parte de los sistemas criadores presenten, al menos durante parte del año, condiciones similares al tratamiento de OF baja del presente experimento. A estos niveles de OF, las limitaciones impuestas por la estructura de la pastura, difícilmente sean compensadas por los cambios en el comportamiento en pastoreo de los vacunos, generando incrementos importantes en el costo energético del proceso de búsqueda

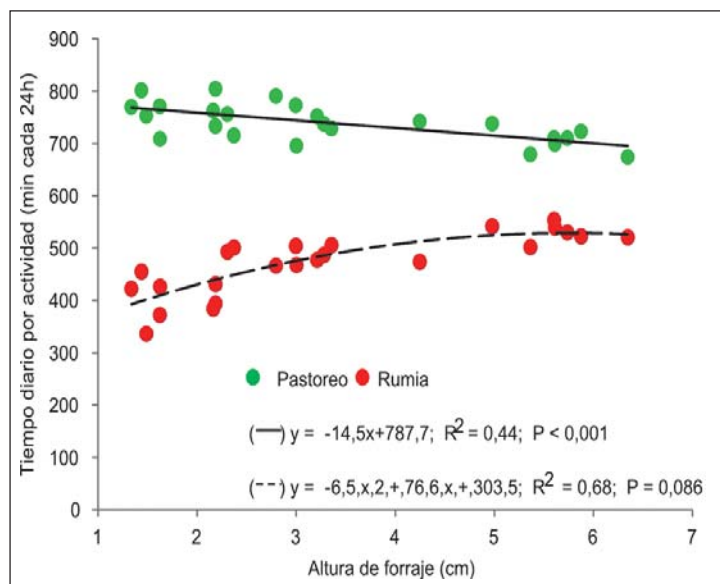


Figura 4. Relación entre la altura de forraje y los tiempos diarios de pastoreo y rumia.

da y cosecha de forraje, y reducciones en los niveles de consumo. En estas condiciones, se generarán reducciones en los niveles de producción por animal y por unidad de superficie, afectando además las condiciones de bienestar de los animales.

Uso de las zonas dentro de la parcela

Los animales hicieron un uso diferencial de las distintas zonas de la parcela durante el día (Figura 5). El índice de preferencia relativa (IPR) para las zonas bajo, ladera y alto dentro de cada parcela no fue afectado por los tratamientos de

OF ($P > 0,123$). El IPR para la zona baja fue afectado por la sesión de pastoreo ($P \leq 0,005$) en primavera e invierno, siendo mayor en la sesión de la mañana respecto a la sesión de la tarde (1,4 vs. $0,2 \pm 0,3$ y $1,6$ vs. $0,5 \pm 0,2$ para primavera e invierno, respectivamente). El IPR para la ladera tendió a ser mayor en la mañana respecto a la tarde en otoño (1,1 vs. $0,8 \pm 0,2$; $P = 0,087$) y fue mayor en invierno en OF alta (1,1 vs. $0,4 \pm 0,2$; $P < 0,05$). La preferencia por las zonas baja y ladera en la mañana podría explicarse por la presencia o proximidad de la fuente de agua. Stuth (1991) sugiere que el agua es el foco primario a partir del cual los herbívoros orientan su estrategia de pastoreo. El IPR para la zona alta fue menor en la mañana respecto a la tarde ($P \leq 0,002$) en primavera, otoño e invierno (1,2 vs. $2,6 \pm 0,4$; $0,2$ vs. $1,1 \pm 0,2$; y $0,2$ vs. $2,9 \pm 0,3$). La preferencia por la zona alta de las parcelas durante el pastoreo de la tarde podría explicarse por la presencia de los árboles, lugar donde los animales permanecían durante la noche. A su vez, la zona alta presentó mayor masa de forraje respecto a las zonas baja y ladera durante todo el período experimental, y al encontrarse dominada por *Cynodon dactylon*, de tipo productivo ordinario (Rosengurt, 1979), presentó mayor contenido de fibra y materia seca que el resto de la parcela. La preferencia de las vacas por esta zona podría indicar un intento de maximizar el consumo de fibra previo al anochecer, a través del incremento de la tasa de consumo.

Estudios previos reportan la habilidad de los herbívoros de seleccionar áreas

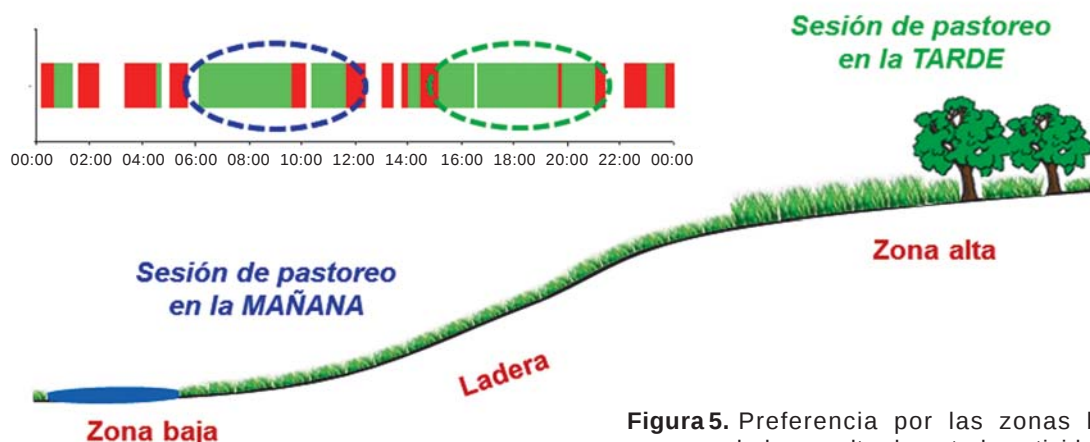


Figura 5. Preferencia por las zonas baja, ladera y alta durante la actividad de pastoreo.

con mayor masa de forraje, incrementando el número de visitas y el tiempo de permanencia en ellas (Bailey *et al.*, 1996; Bailey y Provenza, 2008). Hirata *et al.* (2010), ofreciendo simultáneamente pasturas de calidad contrastante a vacas de cría, encontraron que los animales procuraban forraje de mayor calidad en la mañana, cambiando la preferencia hacia forraje de menor calidad en la tarde. Del mismo modo, animales a los que se les ofrecía trébol blanco y raigrás en pasturas puras adyacentes, consumieron mayoritariamente trébol en la mañana y raigrás en la tarde (Rutter *et al.*, 2004). Este patrón de comportamiento ha sido propuesto como una estrategia para evadir el pastoreo nocturno mediante el incremento del consumo de fibra previo a la noche, reduciendo la tasa de pasaje a nivel de rúmen y por ende, las necesidades de consumo de forraje durante la noche (Rutter, 2006). Se ha demostrado que imponer al animal a situaciones que vayan en contra de este patrón natural de preferencia puede determinar reducciones en los niveles de producción (Nuthall *et al.*, 2000; Cosgrove *et al.*, 2001; Rutter, 2010).

El incremento de los niveles de producción de los sistemas criadores en Uruguay, requiere de la integración de los patrones de comportamiento al momento de diseñar y manejar los sistemas de producción. Comprender que los rumiantes presentan un patrón de selectividad variable durante el día, resulta ineludible al momento de diseñar subdivisiones, sistemas de pastoreo y estrategias de alimentación del rodeo. Pretender que los animales hagan un uso homogéneo de recursos que son naturalmente heterogéneos como el campo nativo, puede determinar un incremento en el tiempo y energía dedicados por el animal a seleccionar, y una reducción en los niveles de producción. Los patrones naturales de comportamiento de los animales, lejos de ser considerados un problema, deben ser integrados como una oportunidad de incrementar la eficiencia de uso del campo nativo. Resulta clara entonces, la necesidad de continuar profundizando en el conocimiento de los patrones de comportamiento de rumiantes en ambientes heterogéneos para incorporarlos en el diseño y manejo de los sistemas productivos.

CONCLUSIONES

El tiempo de pastoreo y rumia diario fue afectado por la oferta de forraje, asociado a cambios en la altura y masa de forraje. Niveles de oferta de forraje de 6 % PV podrían limitar el consumo de forraje, al generar limitaciones en la estructura de pastura que el animal no sería capaz de compensar mediante cambios en el comportamiento en pastoreo.

El patrón de comportamiento en el espacio no fue afectado por los tratamientos de oferta de forraje, fotoperíodo, clima ni por el estado fisiológico de las vacas, permaneciendo incambiado durante todo el período experimental. Esto evidenciaría que a pesar de haber transcurrido miles de años de domesticación, los vacunos aún retienen algunos mecanismos antipredatorios de comportamiento de sus ancestros, que deberían ser incorporados en el diseño y manejo de los sistemas pastoriles.

El incremento de los niveles de oferta de forraje y la integración de los patrones espacio-temporales de comportamiento en el diseño y manejo de los sistemas de producción, permitirá mejorar la producción y el bienestar animal, conservando el campo nativo en Uruguay.

BIBLIOGRAFÍA

- BAILEY, D.; GROSS, J.; LACA, E.; RITTENHOUSE, L.; COUGHENOUR, M.; SWIFT, D.; SIMS, P. 1996. Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. *Journal of Range Management*. 49, 386-400.
- BAILEY, D.; PROVENZA, F. 2008. Mechanisms determining large-herbivore distribution, p. 7-28. In: Prins, H. y Van Langevelde, F. (eds.) *Resource Ecology: Spatial and Temporal Dynamics of Foraging*.
- CHAPMAN, D.; PARSONS, A.; COSGROVE, G.; BARKER, D.; MAROTTI, D.; VENNING, K.; RUTTER, S.; HILL, J.; THOMPSON, A. 2007. Impacts of spatial patterns in pasture on animal grazing behavior, intake, and performance. *Crop Science*. 47: 399-415.
- COSGROVE, G.; PARSONS, A.; MAROTTI, D.; RUTTER, S.; CHAPMAN, D. 2001. Opportunities for enhancing the delivery of novel forage attributes. *Proceedings*

of New Zealand Society of Animal Production. 61: 16-19.

DA-TRINDADE, J.K. 2011. Ingestive behavior and forage intake by beef cattle grazing on complex natural grassland. PhD Thesis, Federal University of Rio Grande do Sul, Brazil, 148 pp.

DAGET, PH.; GODRON, M. 1982. Analyse de l'écologie des espèces dans les communautés. Ed. Masson, Paris.

FUNSTON, R.; KRESS, D.; HAVSTAD, K.; DOORNOBS, D. 1991. Grazing behaviour of rangeland beef cattle differing in biological type. Journal of Animal Science. 69: 1435-1442.

GANSKOPP, D.; BOHNERT, D. 2009. Landscape nutritional patterns and cattle distribution in rangeland pastures. Applied Animal Behaviour Science. 116: 110-119.

GIBB, M.; HUCKLE, C.; NUTHALL, R.; ROOK, A.J., 1997. Effect of sward height on intake and behaviour by lactating British Friesian cows. Grass and Forage Science. 52, 309-321.

GIBB, M.; HUCKLE, C.; NUTHALL, R. 1998. Effect of time of day on grazing behaviour by lactating dairy cows. Grass and Forage Science, 53, 41-46.

HEADY, H. 1964. Palatability of herbage and animal preference. Journal of Range Management. 17, 76-82.

HEJCMANOVA, P.; STEJSKALOVA, M.; PAVLU, V.; HEJCMAN, M. 2009. Behavioural patterns of heifers under intensive and extensive continuous grazing on species-rich pasture in the Czech Republic. Applied Animal Behaviour Science. Sci. 117, 137-143.

HIRATA, M.; IWAMOTO, T.; OTOZU, W.; KIYOTAD. 2002. The effects of recording interval on the estimation of grazing behavior of cattle in a daytime grazing system. Asian-Australian Journal of Animal Science. 15, 745-750.

HIRATA, M.; YAMAMOTO, K.; TOBISA, M. 2010. Selection of feeding areas by cattle in a spatially heterogeneous environment: selection between two tropical grasses differing in accessibility and abiotic environment. Journal of Ethology. 28 (1), 95-103.

HODGSON, J. 1985. The control of herbage intake in the grazing ruminant. Proceedings of the Nutrition Society. 44, 339-346.

JAMIESON, W.S.; HODGSON, J. 1979. The effects of variation in sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves and lambs under a continuous stocking management. Grass and Forage Science. 34, 273-282.

MINISTERIO DE GANADERÍA AGRICULTURA Y PESCA – DIRECCIÓN ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS. 2010. Anuario Estadístico Agropecuario 2010. Montevideo. Uruguay.

MOTT, G.; LUCAS, H. 1952. The design, conduct, and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures, in: Wagner, R.E. (ed.) Proc. Int. Grassl. Congr., 6th, Penn State College. 17-23 Aug. 1952. State College Press, PA. pp. 1380-1385.

NUTHALL, R.; RUTTER, S.; ROOK, A. 2000. Milk production by dairy cows grazing mixed swards or adjacent monocultures of grass and white clover. in: Proc. Sixth British Grassland Society Research Meeting, Aberdeen, UK. pp. 117-118.

OYHANCABAL, W.; EQUIPOS MORI. 2003. Encuesta de actitudes y comportamientos tecnológicos de los ganaderos uruguayos. INIA / Equipos Mori – 1999. Serie FPTA-INIA N° 9. 108 p.

PEREIRA, G.; SOCA, P. 2000. Programa para la toma de decisiones en predios ganaderos: PLAN G. En página WEB de Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Ciencias Sociales. www.rau.edu.uy/agro/ccss/Publicaciones.

PINTO, C.; CARVALHO, P.; FRIZZO, A.; SILVEIRA, J.; NABINGER, C.; ROCHA, R. 2007. Comportamento ingestivo de novilhos em pastagem nativa no Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Zootecnia, 36 (2), 319-327.

PULIDO, R.; LEAVER, J. 2001. Quantifying the influence of sward height, concentrate level and initial milk yield on the milk production and grazing behaviour of continuously stocked dairy cows. Grass and Forage Science. 56, 57-68.

REALINI, C.E.; HODGSON, J.; MORRIS, S.T.; PURCHAS, R.W. 1999. Effect of sward surface height on herbage intake and performance of finishing beef cattle. New Zealand Journal of Agricultural Research. 42, 155-164.

- ROSENGURTT, B.; GALLINAL, J.P.; BERGALLI, L.; ARAGONE, L.; CAMPAL, E.** 1939. Estudios sobre praderas naturales del Uruguay. La variabilidad de la composición de las praderas. Revista de la Asociación de Ingenieros Agrónomos, XI (3): 28-33.
- ROSENGURTT, B.** 1979. Tabla de comportamiento de las especies de plantas de campos naturales en el Uruguay. Departamento de Publicaciones y Ediciones, Universidad de la República, Montevideo, 86 pp.
- RUTTER, S.; CHAMPION, R.; PENNING, P.** 1997. An automatic system to record foraging behaviour in free-ranging ruminants. Applied Animal Behaviour Science. 54, 185-195.
- RUTTER, S.; ORR, R.; YARROW, N.; CHAMPION, R.** 2004. Dietary preference of dairy cows grazing ryegrass and white clover. Journal of Dairy Science. 87, 1317-1324.
- RUTTER, S.** 2006. Diet preference for grass and legumes in free-ranging domestic sheep and cattle: current theory and future application. Applied Animal Behaviour Science. 97 (1), 17-35.
- RUTTER, S.** 2010. Review: Grazing preferences in sheep and cattle: Implications for production, the environment and animal welfare. Canadian Journal of Animal Science. 90, 285-293.
- STOBBS, T.** 1970. Automatic measurement of grazing time by dairy cows on tropical grass and legume pastures. Tropical Grasslands. 3 (4), 237-244.
- STUTH, J.** 1991. Foraging behavior. In: Heitschmidt, R. y Stuth, J. Grazing management: An ecological perspective. Oregon: Timber Press. p. 85-108.
- THUROW, J.; NABINGER, C.; DE SOUZA, C.; CARVALHO, P.; OLIVEIRA, C.; MACHADO, M.** 2009. Estrutura da vegetação e comportamento ingestivo de novilhos em pastagem natural do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Zootecnia, 38 (5), 818-826.
- WELCH, J.; SMITH, A.** 1969. Effects of varying amount of forage intake on rumination. Journal of Animal Science. 28: 827-830.

Fernando Olmos¹, M. Sosa¹, Martín Do Carmo², V. Cal³, D. Bentancur, Pablo Soca², E. García⁴, C. Genro⁵

¹INIA Tacuarembó.

²Estación Experimental Mario A. Cassinoni.

³Estación Experimental Bernardo Rosengurtt.

⁴Universidad Federal Pelotas RS, Brasil

⁵EMBRAPA Bagé, RS. Brasil.

8. Monitoreo de cambios en la composición botánica

RESUMEN

En el año 2007 se instaló un experimento de campo en la Estación Experimental B. Rosengurtt en Bañado de Medina; los tratamientos consistieron en dos tratamientos de oferta de forraje (alta y baja) con variaciones estacionales, combinados con dos tipos raciales animales (razas puras y cruza). Se identificaron tres bloques para el trabajo, siendo uno sobre suelo arenoso y los otros dos bloques sobre suelo arcilloso, uno de estos dos últimos había sido laboreado para agricultura en 1982. La vegetación se estudió utilizando 16 cuadros de 25 x 25 cm en una grilla de 25 x 25 m. Se reportan los resultados del monitoreo de la composición botánica en el período primavera 2007 – otoño 2010. Los resultados indican una composición botánica diferencial entre los tipos de suelo así como los cambios en el tiempo. Se aplicaron técnicas de análisis multivariado. En general especies consideradas más forrajeras tendieron a incrementar su presencia mayormente cuando la oferta de forraje fue mayor. *Coelorachis selloana* incrementó significativamente más su presencia en los tratamientos con mayor oferta de forraje que con los tratamientos de menor oferta.

INTRODUCCIÓN

La región noreste de Uruguay se caracteriza por la predominancia geográfica de pastizales naturales, los cuales comprenden alrededor del 70 % del área. Dentro de la misma se encuentran tres grupos de suelos principales, arenosos, arcillosos y bajos hidromórficos (D. S. F. – MGAP, 1976).

Los primeros trabajos de pasturas naturales reportados para la región sobre diferentes tipos de suelo fueron los presentados por Gallinal *et al.* (1938), más tarde, a través de una serie de relevamientos regionales Olmos y Godron (1990) y Olmos (1990) caracterizaron las principales factores que describen la estructura de las pasturas naturales lo-

cales. Olmos (1992) reporta resultados de manejo de pasturas naturales en la región de Caraguatá utilizando animales, destacando el cambio en la estructura de la pastura luego de cuatro años con el incremento de pasturas tipo cespitosas en los tratamientos con menor carga animal; una especie componente de esta respuesta lo constituyó *Coelorachis selloana*. Más tarde y en base a los relevamientos previos realizados en la región, se estudiaron diez pasturas naturales con manejo contrastante durante dos años, indicando los resultados diferentes niveles de productividad de las pasturas dentro de un mismo suelo, alcanzando valores de hasta cinco veces mayor para las pasturas manejadas con menor presión de pastoreo que el obteni-

do con pasturas manejadas con alta carga animal (Olmos *et al.*, 2005).

Este trabajo reporta, el efecto de los cambios estacionales en la oferta de forraje para consumo animal sobre la composición botánica de la pastura en la región de Bañado Medina en el departamento de Cerro Largo.

METODOLOGÍA

El trabajo fue realizado sobre una superficie de 110 hectáreas entre los años 2007 y 2010, en la Estación Experimental B. Rosengurtt. La composición botánica se estudió en seis estaciones, primavera 2007-2008-2009 y otoño 2008-2009-2010; para ello se identificaron las primeras cinco especies que contribuyeron al recubrimiento de la vegetación en un cuadro de 25 x 25 cm, cada cuadro fue ubicado en una grilla de 25 x 25 m totalizando 16 registros por hectárea.

Los tratamientos de alta y baja oferta de forraje, detallados en capítulos anteriores, fueron aplicados en tres bloques, uno de ellos sobre un suelo arenoso correspondiente a la Unidad Zapallar, y los otros dos sobre suelo arcilloso correspondiente la Unidad Fraile Muerto; en el caso de los suelos arcillosos el bloque III correspondió a una pastura con antecedentes de agricultura hace más de 20 años. En la Figura 1 se presenta el análisis inicial del sitio experimental en base a la composición botánica en el año 2007 para cada bloque (1 -arenoso, 2-3 arcilloso).

El análisis de la información se realizó en forma general por métodos multivariados y para caracterizar la respuesta a los tratamientos se utilizó *Coelorachis selloana* en forma individual, una especie relevante para la región. Asimismo, a los efectos de interpretar en forma más detallada la respuesta individual se llevó adelante un experimento de laboratorio en condiciones de invernáculo.

En el caso del análisis multivariado se utilizó la contribución de las primeras especies al 70 % del recubrimiento de la vegetación; en el caso del análisis de *Coelorachis selloana* individualmente se comparó el incremento de la especie en cada temporada de crecimiento entre primavera y el otoño siguiente (respuesta neta estacional); en el experimento de laboratorio se utilizaron cinco clones de *Coelorachis selloana*, repetidos en cada tratamiento, donde se aplicó el corte a 2 y 7 cm de altura cada dos y cuatro semanas y un tratamiento de corte cada 8 semanas a 2 cm de altura. Para el análisis multivariado se utilizó el software MVSP (2007) y para los demás el software InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2011).

Las características climáticas durante el período experimental estuvieron de acuerdo a lo esperado para la región con períodos de estrés hídrico y de exceso de lluvias. En la Figura 2 se gráfica la relación entre la lluvia y evaporación utilizando una media móvil trimestral, en base a registros de la Dirección Nacional de Meteorología de Melo.

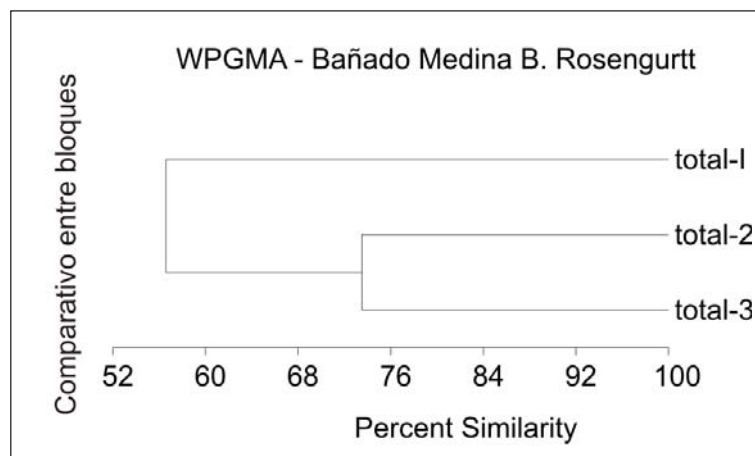


Figura 1. Análisis de grupos para los tres bloques en la primavera 2007.

RESULTADOS

Análisis General Exploratorio

Evolución de los tratamientos

Los resultados del análisis de correspondencia indican la diferencia entre los bloques al inicio del período experimental agrupando los bloques según el tipo de suelo en la primavera 2007, elipses negras (Figura 3). La elipse roja y la verde indican la posición relativa de los bloques arcillosos y el arenoso respectivamente en la primavera del año 2009, indicando un cambio en el tiempo en los tres bloques así como el mantenimiento de la diferencia relativa entre los dos tipos de suelo;

Desde el punto de vista del análisis de grupos los resultados fueron similares a los obtenidos con el análisis de correspondencia, así los bloques inicialmente se separaron de acuerdo al tipo de suelo y la historia del campo y se separaron de la situación inicial manteniendo su diferencia relativa en la primavera de 2009 al final del período experimental (Figura 4).

El análisis por métodos multivariados indicó un comportamiento diferencial de las pasturas, fundamentalmente en base al tipo de suelo (bloque I vs. bloques II – III) y la historia de cada pastura (bloque II vs. bloque III con antecedente de chacra).

Composición botánica

En este caso se utilizaron las especies que mostraron una mayor respuesta al cambio en la oferta de forraje tanto por su aumento como por su disminución en la contribución a la composición botánica. En general hubo una tendencia a algunas especies con características forrajeras a incrementar su presencia, pero en un número mayor de especies en condiciones de alta oferta de forraje que en baja oferta de forraje. Es decir hubo una respuesta general del área experimental que a su vez es diferencial según los tratamientos aplicados. En este sentido, a modo de ejemplo, en la Figura 5 se indican en amarillo seis especies que incrementan su proporción en el tratamiento de alta oferta en el bloque II (suelo

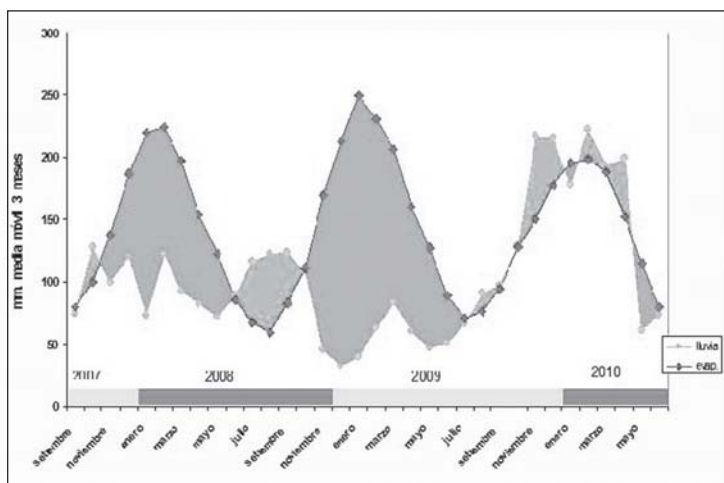


Figura 2. Variación en la relación entre la lluvia y la evaporación del Tanque «A», durante el período experimental (Datos de Dirección Nacional Meteorología – Melo).

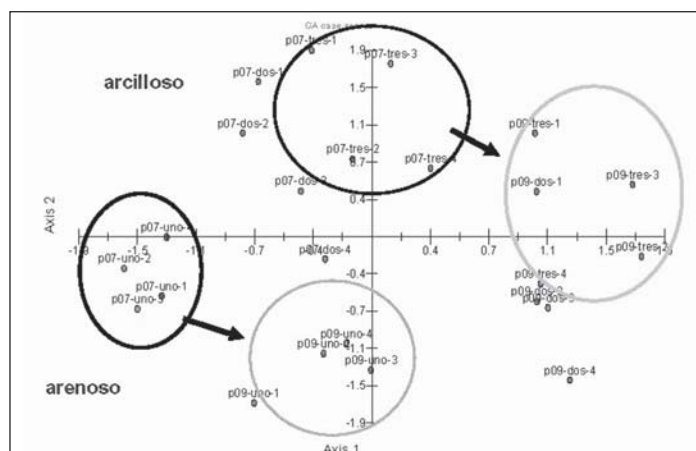


Figura 3. Resultados del análisis de correspondencias utilizando los registros de la vegetación en primavera para los años 2007 y 2009 en los tres bloques experimentales.

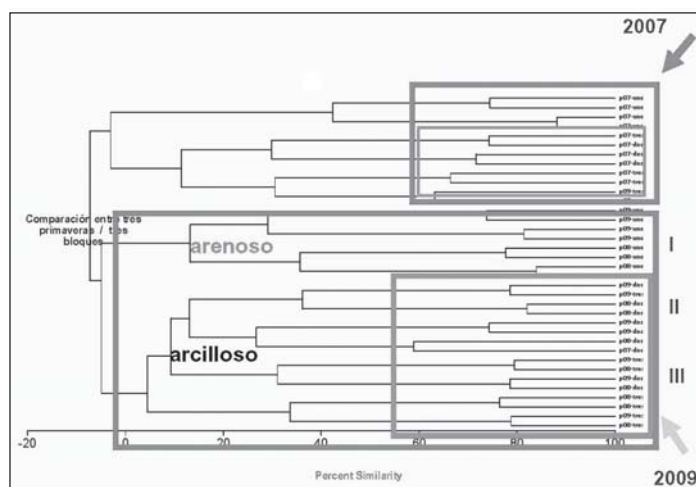


Figura 4. Resultado del análisis de grupos utilizando los registros de la vegetación en primavera para los años 2007 - 2009 en los tres bloques experimentales (I – II – III).

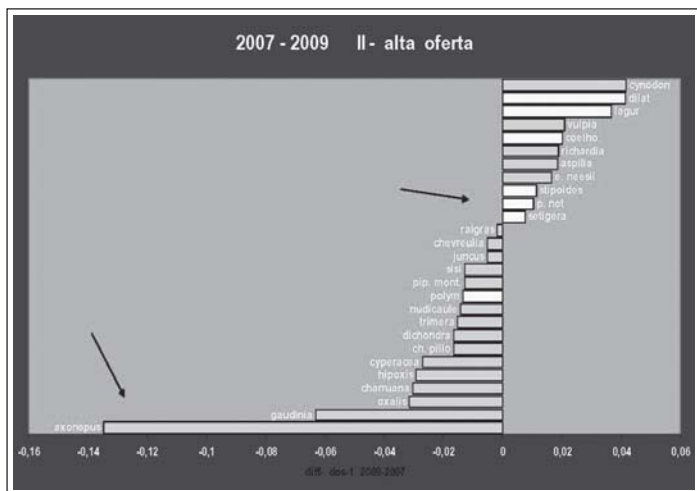


Figura 5. Variación en la composición botánica de las principales especies en una condición de alta oferta de forraje en el bloque experimental II, sobre suelo arcilloso.

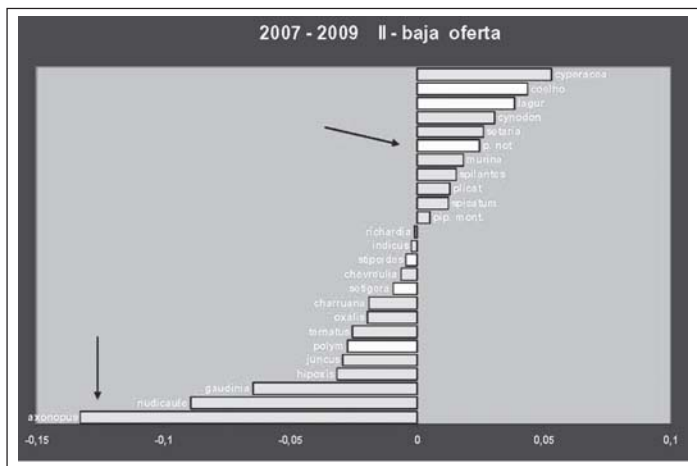


Figura 6. Variación en la composición botánica de las principales especies en una condición de baja oferta de forraje en el bloque experimental II, sobre suelo arcilloso.

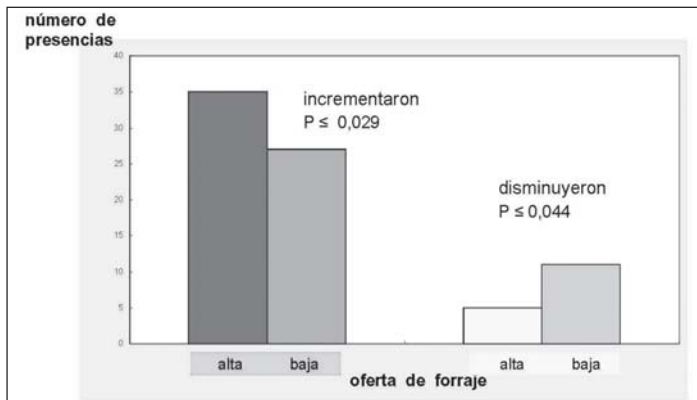


Figura 7. Incremento o disminución de especies de interés forrajero *B. laguroides*, *P. dilatatum*, *P. notatum*, *C. selloana*, *Adesmia* sp., *S. setigera*, *T. polymorphum* y *P. stipoides* según la oferta de forraje.

arcilloso), *Paspalum dilatatum*, *Botriochloa laguroides*, *Coelorachis selloana*, *Piptochaetium stipoides*, *Paspalum notatum* y *Stipa setigera*; en cambio, por otra parte en el tratamiento de baja oferta solamente incrementan su proporción tres especies, *Coelorachis selloana*, *Botriochloa laguroides* y *Paspalum notatum* (Figura 6).

En la Figura 7 se grafica, para once especies consideradas de interés forrajero para el tipo de pasturas naturales de la región, la respuesta a los tratamientos de oferta de forraje. Las especies consideradas fueron: *Botriochloa laguroides*, *Paspalum dilatatum*, *Paspalum notatum*, *Coelorachis selloana*, *Adesmia* sp., *Stipa setigera*, *Trifolium polymorphum* y *Piptochaetium stipoides*. En condiciones de alta oferta de forraje este grupo de especies incrementó su proporción significativamente más que en condiciones de baja oferta de forraje; inversamente cuando estas especies disminuyeron, la disminución fue significativamente menor en condiciones de alta oferta de forraje que en baja oferta de forraje. Hubo algunas especies como el caso de *Axonopus affinis*, que redujeron en toda circunstancia su presencia en la pastura, probablemente debido a los períodos de estrés hídrico y su sistema radicular relativamente superficial.

Análisis en base a una especie

En el campo experimental se identificó a *Coelorachis selloana* como una especie sensible al manejo del pastoreo y con una amplitud ecológica de tolerancia a situaciones extremas tanto de sobre pastoreo como de competencia ínter específica. En sentido, en base a sus registros de presencia se implementó la respuesta neta estacional anual y se la analizó a la luz de los tratamientos de oferta de forraje. En la Figura 8 se destaca por un lado el incremento de la presencia de la especie hacia el otoño de cada ciclo tanto en los tratamientos de alta como de baja oferta de forraje, pero para el caso de alta oferta de forraje su incremento fue significativamente mayor ($P \leq 0,044$) que para la condición de baja oferta de forraje.

Como una forma de mejorar la comprensión de la respuesta de esta especie en condiciones de campo, con el experimento planteado en el invernáculo se registraron resultados que permiten interpretar algunos de los efectos de la disponibilidad de forraje sobre el crecimiento de *Coelorachis selloana*. En la Figura 9 se ve claramente que en la medida que las plantas son cortadas más intensamente, ya sea por la frecuencia semanal o por la altura de corte, la tasa de crecimiento es menor (2 y 4 semanas); cuando la planta fue cortada solamente cada 8 semanas la velocidad de crecimiento fue significativamente mayor que en los otros casos. El registro fotográfico con uno de los genotipos involucrados, muestra las diferencias comparando el corte cada 8 semanas con el corte cada 2 semanas a 2 cm.

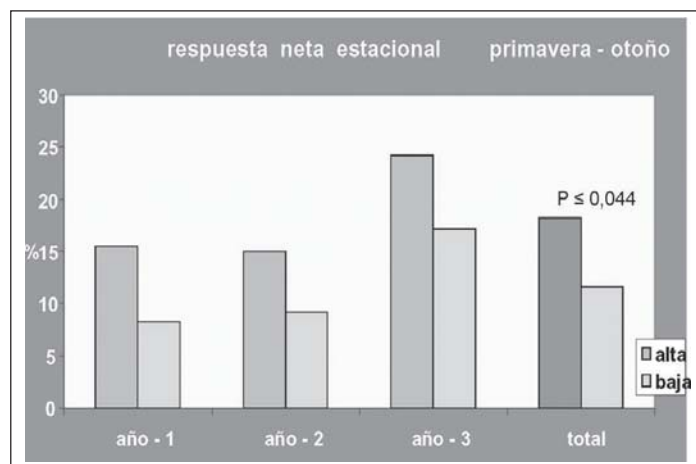


Figura 8 . Variación en la presencia de *Coelorachis selloana* de primavera a otoño de cada año y la variación en el período 2007-2009 acumulada.

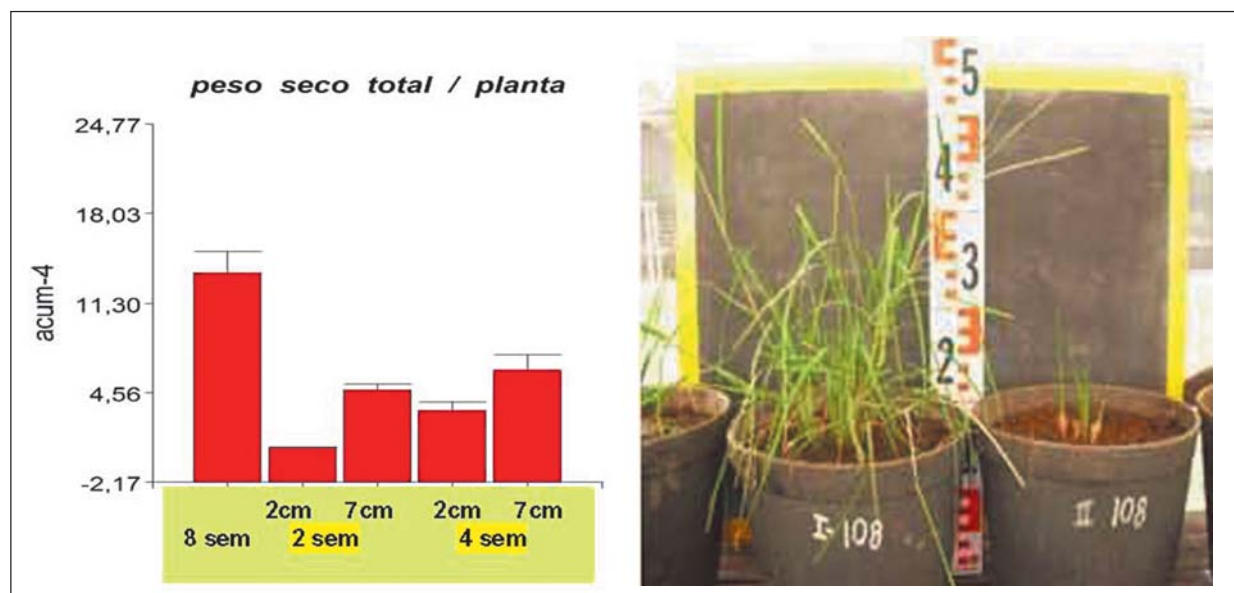


Figura 9. Variación en el peso seco ($\pm$ error estándar) de plantas de *Coelorachis selloana* durante cuatro ciclos de crecimiento de ocho semanas cada uno en el verano 2010 -2011 en condiciones de invernáculo. Imagen de un mismo genotipo (108) en el tratamiento de ocho semanas comparado con el tratamiento cortado cada dos semanas a 2 cm de altura (izquierda y derecha respectivamente).

CONCLUSIONES

Los resultados permiten afirmar que la composición botánica de una pastura natural puede variar en forma importante según el régimen de pastoreo que se aplique, independientemente del tipo de suelo. La variación en dicha composición botánica dependerá de la historia de cada potrero y de las principales especies forrajeras presentes en cada una.

En el caso de *Coelorachis selloana* se confirma su importancia, no solo desde el punto de vista forrajero, sino como una especie indicadora de la presión de pastoreo ejercida sobre la pastura natural. Al mismo tiempo, se observó que es posible incrementar su presencia según el manejo de pastoreo aplicado. Esta especie fue anteriormente clasificada con potencial forrajero para la región (Rosengurt, 1980). Trabajos recientes han mostrado

su potencial para la producción de semilla, lo cual podría contribuir a facilitar su propagación (Olmos y Sosa, 2011).

Los métodos de análisis utilizados, así como la aproximación para la interpretación permitirían ser aplicados en otras circunstancias como herramientas de trabajo para el monitoreo y clasificación de pastizales naturales de la región.

BIBLIOGRAFÍA

- DIRIENZO J.A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M. G.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M.; ROBLEDO, C.W.** 2011. InfoStat versión. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- D. S. F. – MGAP.** 1976. Mapa de Suelos del Uruguay. Dirección de Suelos y Fertilizantes.
- GALLINAL J.P.; BERGALLI, L.U.; CAMPAL, E.F.; ARAGONA, L.; ROSENGURT, B.** 1938. Estudios sobre Praderas Naturales del Uruguay. Primera Contribución. Imp. Germano Uruguay. Montevideo. 208p.
- MVSP.** 2007. Multi Variate Statistical Package. Version 3.13p. Kovach Computing Services <http://www.kovcomp.com>
- OLMOS, F.** 1990. Caracterización de comunidades naturales en la región Noreste. In: II Seminario Nacional de Campo Natural. Tacuarembó. Uruguay. pp.: 3-9.
- OLMOS F.** 1992. Aportes para el manejo de campo natural. INIA Tacuarembó. Serie Técnica No. 20. 40p.
- OLMOS F.; GODRON, M.** 1990. Relevamiento fito-ecológico en el noreste uruguayo. In: II Seminario Nacional de Campo Natural. Tacuarembó. Uruguay. pp.: 35-48.
- OLMOS, F.; SOSA, M.** 2011. Total number of seed produced in *Coelorachis selloana* (Hack) fertilized with nitrogen. In: IX International Range Land Congress. Rosario, Argentina. pp.: 78.
- OLMOS, F.; FRANCO, J.; SOSA, M.** 2005. Impacto de las prácticas de manejo en la productividad y diversidad de pasturas naturales. In: Seminario de actualización técnica en manejo de campo natural. Instituto Nacional Investigación Agropecuaria. Serie Técnica No. 151. pp.: 93-103.
- ROSENGURT, B.** 1980. Germoplasma de Forrajeras Nativas. Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay. 17p.

9. Aportes de la investigación realizada a la toma de decisiones en sistemas ganaderos y a la discusión sobre el futuro del campo natural

Los cambios en atributos de la pastura asociados a la oferta de forraje y su interacción con el grupo genético de las vacas provocaron modificaciones en la respuesta animal a corto (estacional), largo (anual o bianual) y muy largo plazo (todo el período experimental, 3 años).

CORTO PLAZO (INICIO EXPERIMENTO- OTOÑO 2008)

A los 60 días de modificada la oferta de forraje se detectó un cambio de estado corporal, en la concentración de insulina lo cual se relacionó con el patrón diario de pastoreo (Scarlato *et al.*, 2012 en esta publicación). La interacción grupo genético x oferta de forraje afectó los niveles de insulina plasmática lo cual sería explicado por el cambio en la insulina del grupo genético CRUZA en alta oferta (AO) ($P=0,01$). Los animales CRUZA de AO pastorearon significativamente menor cantidad de minutos por día durante el inicio de la lactancia ($P<0,01$). A corto plazo el porcentaje de preñez global y temprana resultó afectado por la oferta de forraje. Un cambio de 5 por ciento en la oferta durante 42 ± 20 días inicio tratamiento - parto se asoció con una mejora de 0,3 unidades de CCP. Por cada unidad de incremento en la CC a inicio de la aplicación de los tratamientos la CCP y CCIE incrementaron 0,44 y 0,5 ($P<0,05$) respectivamente.

El efecto de los cambios en la oferta de forraje del campo nativo se explicó a través de las mejoras en el estado ener-

gético. Una mejora en la altura de forraje incrementaría el consumo de energía y podría reducir el costo de cosechar el forraje, lo cual se expresaría en superiores niveles de hormonas metabólicas involucradas en el metabolismo de la energía. Cuando dicho cambio ocurre durante el período donde comienza la movilización de ácidos grasos no esterificados (NEFA), condición corporal (CC) y cambios en la insulina (gestación tardía y lactancia temprana) parecerían modificarse en primer término los niveles de hormonas relacionadas al metabolismo de la energía, insulina y posterior en el tiempo la condición corporal. Los experimentos que caracterizaron el pre y postparto de vacas primíparas de carne en campo nativo (Astessiano *et al.*, 2012 en esta publicación) aportan una excelente descripción de la dinámica de cambio de estado corporal, metabolitos, hormonas metabólicas y expresión génica.

La oferta de forraje afectó la probabilidad de preñez (Espasandín *et al.*, 2012 en esta publicación). Los elevados niveles de preñez global se explicarían por la CCP, categoría empleada (vaca adulta) y las intervenciones tácticas realizadas (destete temporario del ternero y suplementación a la vaca durante 20 días con afrechillo de arroz) (Astessiano *et al.*, 2012; Soca *et al.*, 2012 en esta publicación). Esto evidenciaría la importancia de la modificación de la oferta de forraje durante gestación tardía y postparto temprano, que en este caso fue de 3 meses, entre aplicación de tratamientos e inicio del entore. Sería importante la identifica-

ción de sitios o potreros que a nivel comercial permitieran modificar la oferta de forraje durante fin de gestación avanzada e inicio de lactancia de manera de que ocurran cambios en el estado metabólico, conducta en pastoreo y performance productiva y reproductiva. El empleo de imágenes satelitales permitiría comenzar a caracterizar la heterogeneidad espacial y temporal de los recursos forrajeros prediales, para modificar la oferta de forraje entre y dentro de años y mejorar la eficiencia de uso del forraje del campo nativo para el rodeo de cría (Soca *et al.*, Do Carmo *et al.*, en esta publicación).

A inicio de la monta controlada (108 días desde el inicio de aplicación de la oferta y 62 ± 20 días postparto) todas las vacas se encontraban en anestro diagnosticado por progesterona (P_4). A 20 días de iniciada la detección de celos el grupo de AO presentó un 82 % de las vacas en celo y el porcentaje de preñez fue de 65 % del total. En igual plazo, el grupo BO presentó un 80 % de las vacas en celo y el porcentaje de preñez fue de 56% del total.

Durante el año 2007 el intervalo parto-celo (IPC) y parto-ultimo servicio (IPUS) resultaron afectados por oferta de forraje ($P < 0,01$) el grupo genético (GG) ($P < 0,05$), la CCP ($P < 0,01$) y los días posparto ($P < 0,05$). El incremento de la oferta de forraje se asoció con una reducción de 20 días en el IPC (AO= 90 vs BO= 70 días; $P < 0,01$). El GG afectó el IPC (PURAS = 76 vs CRUZA = 86 días, $P < 0,05$). Por cada unidad de incremento de CCP el IPC disminuyó 14 días ($p < 0,05$) y el IPUS 22 días (P).

El cambio en la oferta de forraje ocurrió en el momento fisiológico donde el rodeo incremento las demandas de energía por gestación tardía, lactancia y posterior reinicio de actividad sexual. El control de la oferta de forraje y los cambios en el estado energético resultaron sinérgicos con el flushing + destete temporario (Soca *et al.*, 2012) y resulta un paso previo si queremos acortar el servicio con las ventajas productivas y económicas que esto puede traer en ambientes pastoriles y especialmente en aquellos con superior variabilidad en la producción de forraje durante primavera-verano (Basalto-Cristalino) .

LARGO PLAZO

El incremento en la OF mejoró la cantidad y acumulación de forraje y a largo plazo mejoró la producción total de forraje. Por otra parte, contribuye a atenuar el déficit hídrico, que para las condiciones del experimento, ocurrió desde el comienzo del experimento (Olmos *et al.*, 2012 en esta publicación). La mayor producción de forraje se fue construyendo en base a superior altura y cambios en el modelo de evolución de la misma. La «atenuación» de las caídas y «adelanto» de la recuperación en la cantidad de forraje de AO contribuye a mejorar la capacidad de resiliencia del sistema. La capacidad de carga no resultó diferente entre ofertas de forraje, lo que se explica por las mejoras en la producción de forraje en AO. A corto plazo (una primavera) la carga animal de AO fue inferior que la de BO, no obstante, las mejoras en producción de forraje en el año y sus efectos «compensatorios» atenuaron dicho inconveniente dado que la carga animal fue similar.

En ambos años, la AO mejoró el porcentaje de preñez, peso de los terneros y el peso vivo y condición corporal (CC) de las vacas. Por otra parte las vacas cruza presentaron mejor desempeño en peso vivo y CC que las puras. Esto permitió mejorar la productividad por animal y por hectárea ante modificaciones de la OF y grupo genético de la vaca (Figura1).

MUY LARGO PLAZO

A fin del experimento y previa sincronización de celos se procedió a la faena de todos los animales experimentales. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la nutrición a largo plazo, derivada de cambios en la oferta de forraje del campo nativo en el peso de las vísceras y estructuras ováricas de vacas de diversos grupos genéticos. En Mayo del 2010, se procedió a la faena de 32 vacas adultas las que reflejan un arreglo factorial de grupo genético (PURAS: Angus y Hereford vs CRUZAS F1) y la oferta de forraje durante el año (6 vs. 10 kg MS/100kg PV/día; BO vs. AO). Las vacas fueron faenadas a los 190 ± 15 días posparto las

vísceras fueron disecadas y pesadas. El peso vivo de faena presentó una tendencia a ser superior en vacas CRUZA que en PURAS (438 ± 14 vs 407 ± 14 kg) ($P=0.096$) pero el peso total de las vísceras representó un porcentaje menor del peso vivo en CRUZAS ($P=0.023$) que en PURAS (6.4 vs. $7.0 \pm 0.17\%$ PV). El peso total de las vísceras fue mayor en AO ($P=0.033$) que en BO (29.4 vs. 27.1 kg ± 0.70 kg) el cual se explicó por superior peso ($P<0.048$) del retículo-rumen (10.02 vs. 9.13 ± 0.28 kg) y menor del intestino delgado (3.17 vs. 2.65 ± 0.20 kg) en vacas de AO. No se encontró efecto de la oferta sobre el peso del omaso y abomaso. El peso del rumen expresado como g/kgBW^{0.75} fue superior en alta oferta ($P=0.034$) con respecto a la BO (105.4 vs. 100.4 ± 1.7 g/kgBW^{0.75}). El inferior peso de las vísceras con respecto al peso vivo total de vacas CRUZA contribuye a explicar la superioridad de las CRUZA en ambas ofertas de forraje dado la importancia del peso de las vísceras en los requerimientos de mantenimiento de vacas de cría. El diámetro y peso de los folículos y estructuras ováricas resultó diferente entre ofertas de forraje lo que refleja un mecanismo de control a largo plazo de la oferta de forraje en la reproducción de vacas de cría en pastoreo de pastizal nativo (Carriquiry *et al.*, 2012).

Aportes a la trayectoria tecnológica para mejorar resultado físico, económico y sostenibilidad de la de la cría vacuna

Es posible afirmar, que bajo condiciones de severo stress hídrico como el imperante en el Uruguay, durante el período 2007-2010, el cambio de oferta de forraje entre 6 y 10 % (kilos de materia seca cada 100 kilos de peso vivo) se asoció a:

- a) Mejoras en la cantidad de forraje total, verde y altura y de 20 por ciento en la producción de forraje total, sin reducción en la capacidad de carga animal del campo nativo cuando la misma se expresó en kilos de peso vivo/unidad de superficie. Esto determinó, mejora en la captación de la energía solar y con-

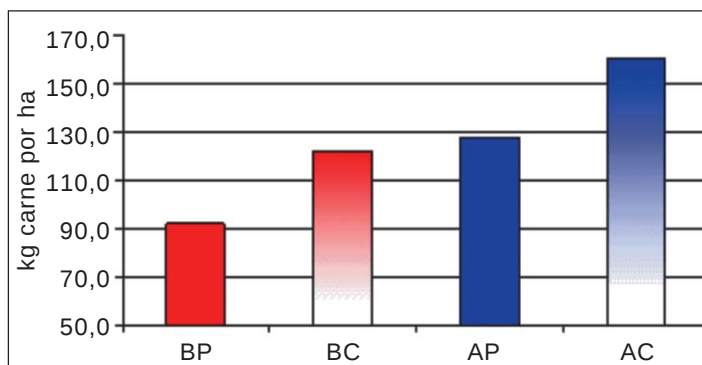


Figura 1. Efecto de cambios en la oferta de forraje y grupos genéticos de vacas de cría sobre la productividad por unidad de superficie de sistema criador.

servación del agua de manera de atenuar el efecto de la severa sequía imperante durante el período experimental. Para comunidades vegetales de extrema importancia ganadera en el país es posible plantear que el 10 por ciento de oferta de forraje promedio y las modificaciones estacionales, provocarían una mejora en la eficiencia productiva, resultado económico y en la competitividad de la cadena cárnica dado que se reducirían los costos unitarios de producción del kilo de carne y provocaría un importante aumento en la producción por hectárea.

- b) El cambio simultáneo en la oferta de forraje y grupo genético de las vacas entre puros y cruce determinaría que en ambos ambientes u ofertas de forraje se mejore la eficiencia biológica de producción de carne y se cuente con herramientas que permiten atenuar la variabilidad climática expresada en el aumento de probabilidad de ocurrencia de eventos extremos. No obstante el cambio hacia el 10 por ciento de oferta de forraje con vacas F1 duplicó la producción de carne por unidad de superficie. Dicho aumento, se explica por el efecto positivo de la oferta de forraje sobre la cantidad total y verde de forraje, la producción de forraje y la respuesta reproductiva y productiva de la cría vacuna. Si a las estimaciones de producción de carne por hectárea la ponderamos econó-

micamente es posible afirmar que esa ruta de cambio técnico también mejoraría el ingreso económico de la cría vacuna. Cabe destacar que este cálculo no tuvo en cuenta el valor de la vaca como producto de mercado (vaca de refugio) y el cambio a largo plazo en el porcentaje de destete.

- c) Mejoras en la probabilidad de preñez temprana y global. Las vacas de alta oferta respondieron mejor ante la aplicación de herramientas tácticas como el destete temporario y el flushing con afrechillo de arroz durante 20 días. La respuesta se expresó en el porcentaje de aparición de celos y preñez. Además del adelantamiento en preñez, dicha práctica, podría generalizar la inseminación artificial en la ganadería y concentrar los servicios con las ventajas productivas y económicas de dicha concentración a bajo costo.
- d) Se encontró interacción entre la oferta de forraje y el grupo genético de vacas sobre el peso vivo de las vacas y los kilos de ternero destetado por animal y unidad de superficie respectivamente. Se encontró una diferencia de 35 kilos de peso vivo a los 140 días de edad con respecto a hijos de vacas puras en baja oferta. Esta información sería de extrema utilidad para el planteo de estrategias que permitan incrementar el peso de destete de la ganadería nacional en campo nativo.
- e) Las vacas cruzas F1 presentaron mejor comportamiento productivo en ambas ofertas de forraje. No obstante dada la evolución de peso vivo de las vacas y los terneros parecerían emplear en cada caso diferentes mecanismos de adaptación al plano nutricional. En baja oferta de forraje las vacas cruzas parecerían utilizar mejor la energía en momentos de déficit (invierno). Dicho patrón podría estar relacionado con la estrategia de pastoreo a diversas escalas de espacio reportadas en el presente trabajo. Mientras que en alta oferta parecerían incrementar el consumo, la producción de leche con reservas suficientes para mejorar la eficiencia reproductiva. Las estimaciones globales de vigor híbrido arrojan una superioridad cercana al 15 por ciento de las vacas cruzas sobre las puras.
- f) La respuesta reproductiva a medidas tácticas como el flushing con afrechillo de arroz (2 kilos por vaca por día durante 20 días) y destete temporario a inicio de entore resultó afectada por la oferta de forraje. En un año crítico desde el punto de vista climático las vacas adultas y primíparas manejadas con ALTA oferta de forraje durante su ciclo productivo (OTOÑO= 12.5; INVIERNO=7.5, PRIMAVERA y VERANO =10%) obtuvieron un 70 por ciento de preñez durante los 30 primeros días del entore mientras que las de BAJA oferta (OTOÑO = 7.5; INVIERNO=7.5, PRIMAVERA y VERANO = 5%) se ubicaron en 30 por ciento de preñez.
- g) Las respuestas a diversas escalas de tiempo permiten mejorar las recomendaciones y entender los procesos involucrados sobre la eficiencia de utilización de la energía en sistemas de cría en pastoreo de campo nativo. A corto plazo, un cambio en la oferta de forraje modifica la condición corporal, reduce el tiempo dedicado al pastoreo, mejora el balance de energía y los niveles de insulina con lo consecuente mejora en el porcentaje de preñez y kilos de destete. A mediano plazo se modifica la tasa de crecimiento y producción de forraje sin cambio en la capacidad de carga. La reducción del tiempo de pastoreo con el aumento en la oferta permite ahorrar energía que será empleada en los procesos productivos. A muy largo plazo (3 años) comienzan a operar los cambios benéficos en la dinámica de especies claves del campo nativo y se provocan cambios en la composición corporal, peso de las vísceras y tamaño de estructuras ováricas, que reflejan adaptaciones permanentes al cam-

bio de alimentos y modificaciones realizadas a inferior plazo.

- h) Fue posible plantear un modelo de cambio técnico que en base a modificaciones en la intensidad de pastoreo, grupo genético de las vacas y modificación estacional de la oferta de forraje mejora el resultado físico-económico. Dicho modelo interactúa en forma positiva con las propuestas tecnológicas planteadas hasta el momento (Soca *et al.*, 2007) para continuar mejorando la producción física-económica y sostenibilidad de la ganadería.
- i) El flushing con Afrechillo de arroz mejoró el porcentaje de preñez de vacas primíparas sometidas a destete temporario con separación de la vaca y ternero durante 7 días y 5 días de la tablilla nasal. El Flushing no modificó el estado corporal, peso vivo, producción de leche, peso al destete de los terneros, ni la dinámica folicular de vacas primíparas en anestro y pastoreo de campo nativo.
- j) El Flushing sin el destete temporario no mejoró el porcentaje de preñez de vacas primíparas en anestro bajo pastoreo de campo nativo. El F con campo nativo mejorado con Lotus el Rincón mejoró el peso vivo y CC de la vaca, la producción de leche y peso del ternero no obstante no modificó ni el porcentaje de vacas en celo, dinámica folicular y preñez. El tipo de Flushing (pastura vs. suplemento) modificó la concentración de metabolitos y la cantidad de transcritos de hormonas vinculadas al metabolismo de la energía.
- k) La condición corporal al parto (CCP) y el modelo de cambio de CC durante el pre y postparto temprano de vacas primíparas controlan la homeorhesis y homeostasis de vacas primíparas en pastoreo de campo nativo. La CCP presentó relación con metabolitos implicados en el balance de energía como betahidroxibutirato (BHO), NEFA y colesterol. Se encontró un desfase temporal de 15-20 días para que se

manifestara el cambio en los metabolitos y la condición corporal. La CCP también presentó relación con la genómica del metabolismo de la energía de vacas primíparas.

- l) Cuando se repitió el flushing y destete temporario durante varios años el flushing afectó la probabilidad de preñez temprana en interacción con el cambio de CC postparto mientras que el destete temporario afectó el reinicio postparto. El reinicio postparto es una condición necesaria pero no suficiente para obtener elevados niveles de preñez en vacas primíparas en estado corporal suboptimo en pastoreo de campo nativo. El año afecta el CCP y balance de energía postparto lo cual determina los cambios entre reproducción y peso al destete entre años.
- m) No obstante la aplicación de flushing y destete temporario la CCP 4-4.5 «optimizo» el retorno, ciclicidad y probabilidad de preñez. Las herramientas tácticas permiten «atenuar» el efecto de la variabilidad entre años en la producción de forraje no obstante cuando se quiere optimizar el comportamiento productivo y reproductivo de vacas primíparas es necesario incorporar las herramientas tácticas en el contexto de las estrategias (oferta de forraje).
- n) Se propuso un modelo de investigación interinstitucional e interdisciplinaria, desarrollada en la Facultad de Agronomía, Universidad de la República, para generar información científica que contribuya a mejorar la competitividad de los ecosistemas pastoriles de carne vacuna del Uruguay y en especial la cría vacuna a pastoreo de campo nativo.

Dicho modelo, integra un enfoque de investigación jerárquico con consorcios regionales, investigadores uruguayos residentes en el extranjero, para abordar un sistema complejo como el pastoril, productor de las principales divisas de la producción animal del Uruguay. A través de una red de experimentos de pastoreo con pasturas nativas hemos estudiado, a

diversos niveles de resolución, la respuesta primaria (producción y composición química forraje), fisiológica, metabólica, física (carne) y ecológica (balance de nutrientes C y N) ante cambios en la intensidad de pastoreo y empleo de herramientas tácticas como el flushing y destete temporario.

La integración de un equipo multidisciplinario, ha permitido comenzar a desarrollar un modelo de investigación que integre jerárquicamente procesos que ocurren internamente en el animal (metabolismo de la energía), la productividad primaria en base a empleo de imágenes satelitales y las respuestas ecosistemáticas (niveles de producción de carne). El pastoreo, principal forma de explotación comercial de las cadenas exportadoras de carne del Uruguay resulta un proceso complejo con mecanismos de control a diversas escalas de tiempo y espacio. Dicha complejidad, solo puede ser abordada por un consorcio de investigación con expertos en Geoestadística, Eco fisiología de Plantas Forrajeras, Ecología del Pastoreo, Nutrición Animal en Pastoreo, Metabolismo de la Energía, Suelos y Comportamiento Animal.

Aportes a la discusión sobre el papel del campo natural

No obstante, la importante expansión de la agricultura, que recientemente ha operado en Uruguay, la producción de carne resulta en importantes aportes a la economía nacional. El incremento del valor de la renta de la tierra y de los costos unitarios de producción, lleva a que se deba incrementar la productividad sin incrementar los costos. Por otra parte, resulta necesario controlar los problemas ambientales asociados al empleo de elevados niveles de insumos. Esto jerarquiza el papel de recursos forrajeros con bajo costo unitario de producción

como por ejemplo el campo natural en la competitividad del sector exportador de carne. Por ende, la investigación sobre herramientas y procesos vinculados a la relación planta animal en ganadería se constituye en prioridad del cambio técnico. La investigación, que venimos desarrollando en la Facultad de Agronomía, ha ubicado al control de la intensidad de pastoreo como la principal herramienta para mejorar simultáneamente la captación, utilización y conversión de la energía solar en producto animal. En el presente proyecto, empleando la cría vacuna como modelo de trabajo, se encontró que la modificación en la oferta de forraje sería la herramienta con la cual lograr ese múltiple objetivo. Este modelo, apuntó a generar I+D de manera de mejorar competitividad física y económica a nivel de predios y la cadena cárnica, así como impedir que un elevado empleo de insumos distorciere los indicadores ambientales.

Los cambios en la agriculturización del territorio nacional, el incremento en el precio de los principales insumos dependientes del petróleo, la variabilidad económica asociada a la política cambiaría y la climática, determinan que el campo nativo mejoren su «costo de oportunidad» como un insumo de bajo costo relativo. No obstante, los métodos clásicos de producción y utilización del recurso pastura deben ser complementados por un enfoque que considere la heterogeneidad y la escala dependencia de los principales recursos y procesos involucrados en el control de la relación planta-animal del ecosistema. El conocimiento de las relaciones entre producción primaria y secundaria, resultado económico y conservación ecosistémica con la intensidad de pastoreo se constituye en la principal herramienta de manejo del ecosistema pastoril para mejorar la eficiencia de captación de luz, transformación en producto animal y el soporte de una elevada capacidad de sustentación.

Impreso en Editorial Hemisferio Sur S.R.L.
Buenos Aires 335
Montevideo - Uruguay

Depósito Legal 362-133/13

