



## **La nutrición en los sistemas intensivos de producción de carne bovina**

Cecilia Cajarville<sup>1</sup>, Martín Aguerre<sup>2</sup>, Alvaro Santana<sup>2</sup>, José Luis Repetto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Nutrición: ccajarville@gmail.com,* <sup>2</sup>*Departamento de Bovinos. Facultad de Veterinaria, UdelaR*

### **Introducción**

El Uruguay se encuentra en una región que se ha transformado en la principal exportadora mundial de carne vacuna. Actualmente el 42% de las exportaciones de este rubro a nivel mundial provienen de América Latina. A su vez nuestro país es netamente exportador. El 72% de la producción de Uruguay es exportada, pero esto no ha sido en detrimento del consumo interno. Desde el año 2005 hasta la fecha el consumo *per capita* no ha cesado de crecer, pasando de 47 kg en 2004 hasta los actuales 58 kg por habitante, hecho que hoy en día posiciona a nuestro país como el principal consumidor mundial de carne vacuna. A su vez en el período 2002-2006 las exportaciones se duplicaron, diversificándose asimismo los destinos (INAC, 2011).

Este incremento de la demanda interna y externa, hasta la fecha, se ha cubierto por un aumento en la faena que cursó con estabilidad en el número de existencias de ganado. Ello fue posible por una disminución en la edad de faena. Así, en 2002 el 50% de los animales faenados tenían dentición incompleta, mientras que hoy más del 70% de la faena está representada por esa categoría, lo que indica un aumento importante de la tasa de extracción (INAC, 2011). Esta evolución estuvo dada no por un aumento de la superficie dedicada a la cría y engorde de animales, sino por una intensificación y mejora en la alimentación. Este parece ser el camino también para el crecimiento en la oferta de animales para el futuro próximo.



Se debe señalar que la carne vacuna uruguaya obtiene el mejor precio por tonelada de la región. La estrategia que ha elegido el país para promocionar su carne es la de presentarla como: sana, ambientalmente apta y éticamente aceptable, además de tierna y sabrosa. Si bien el status sanitario tal vez sea el factor más importante en relación al posicionamiento del país en el mercado internacional, el modo de producción “a pasto y cielo abierto” también explica una buena parte del valor agregado de nuestro producto. Es así que el país debe estudiar la forma de lograr los máximos resultados productivos - capaces de atender a la demanda creciente-, contemplando algunos de los aspectos mencionados que hacen que los productos uruguayos apunten a mercados de alta exigencia con un estilo marcadamente propio.

Este material tiene como objetivo poner en discusión algunos aspectos relativos a la alimentación en sistemas intensivos en sus distintas formas.

### **Sistemas intensivos en base a pasturas**

Tradicionalmente, en Uruguay, la intensificación de la producción de carne se ha basado en el pastoreo de pasturas implantadas mejoradas. Es sabido que las pasturas templadas pueden ser una muy buena fuente de nutrientes para los rumiantes. Nuestro país presenta condiciones muy favorables para la producción de forrajes de alta calidad, por lo que además es una alternativa de relativo bajo costo. La materia orgánica y especialmente las fracciones nitrogenadas de este tipo de pasturas son altamente degradadas en rumen (Hoffman et al. 1993; Elizalde et al. 1999; Repetto et al. 2005). Esto hace que se produzcan altas concentraciones de N-NH<sub>3</sub>, con valores que oscilan entre 15 y 30 mg/dL para bovinos y que aseguran un adecuado aporte de nitrógeno para el crecimiento microbiano (Cajarville et al., 2006; Aguerre, 2010). Sin embargo, muchas veces la limitante para lograr altas producciones con alimentación exclusivamente en base a pasturas es la relativa baja concentración energética de las mismas, lo que sumado a que en muchas ocasiones su alto contenido en humedad limita



los niveles de ingestión por parte de los animales, termina resultando en bajos consumos de materia seca y de energía (NRC, 1996). Ésto, junto a las fluctuaciones en la disponibilidad y calidad de forraje que se dan a lo largo del año dificulta obtener rendimientos estables y preestablecidos. Una forma de superar estas limitantes es la suplementación de pasturas con granos de cereales.

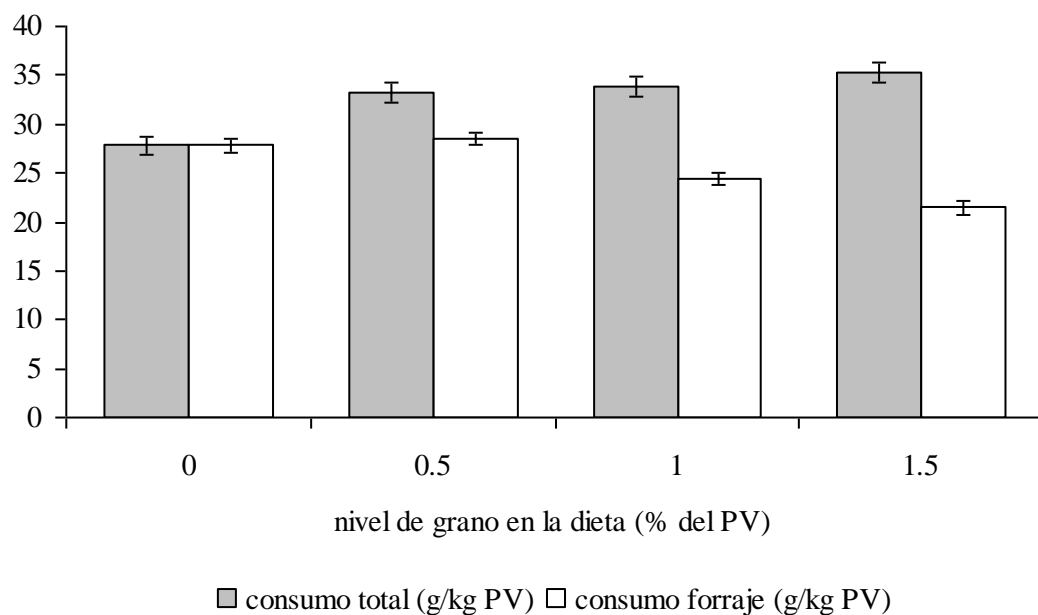
### **Suplementación de pasturas con grano**

La inclusión de cereales en dietas pastoriles, permite mejorar la captación del N-NH<sub>3</sub> proveniente de los componentes nitrogenados y por otra parte, aumentar la densidad energética de la dieta. De hecho, son varios los trabajos que reportan una disminución en los valores medios de N-NH<sub>3</sub> en rumen cuando se suplementa con concentrados energéticos a animales consumiendo pasturas templadas de buena calidad, siendo en general esta disminución, mayor cuanto mayor es la inclusión del concentrado en la dieta (Elizalde et al. 1999; Reis y Combs, 2000; Sairanen et al. 2005; Azevedo do Amaral, 2008). La caída en los niveles de N-NH<sub>3</sub> en rumen es explicada por su mayor captación para la síntesis microbiana (Sairanen et al. 2005), por una reducción en el consumo de nitrógeno proveniente del forraje y del nitrógeno total en la dieta (Elizalde et al. 1999; Azevedo do Amaral, 2008), o por la combinación de ambos efectos (Reis y Combs, 2000)

Otro efecto buscado con la suplementación es el aumento del consumo total de alimento. La suplementación de pasturas templadas con concentrados en base a granos, normalmente repercute en una disminución del consumo de forraje (Reis y Combs, 2000; Sairanen et al. 2005; Azevedo do Amaral, 2008; Aguerre et al., 2009), efecto que se conoce como sustitución. Sin embargo, varios trabajos realizados sobre animales consumiendo pasturas templadas de buena calidad, muestran un incremento en el consumo de materia seca total cuando se incluyen concentrados energéticos en la dieta (Reis y Combs, 2000; Sairanen et al., 2005; Aguerre, 2010). En un trabajo reciente realizado en nuestro país, Aguerre (2010) suplementó vaquillonas consumiendo una



pastura templada con niveles crecientes de grano de sorgo en la dieta. En la figura 1 se presentan los resultados del mencionado autor donde se muestra claramente el efecto descrito anteriormente sobre la ingestión, con una disminución significativa en el consumo de pasturas, pero con un aumento en el consumo total de MS.



*Figura 1: Consumo total de MS de la dietas y de forraje en vaquillonas alimentadas con pastura de buena calidad suplementada con niveles crecientes de grano de sorgo molido (Adaptado de Aguerre, 2010). La suplementación implicó un aumento en el consumo total de MS ( $P < 0.001$ ). Dentro de los animales suplementados, el aumento de la cantidad de grano llevó a una disminución lineal del consumo de forraje ( $P = 0.009$ ), por lo que no se observaron diferencias en el consumo de MS total entre niveles de suplementación.*

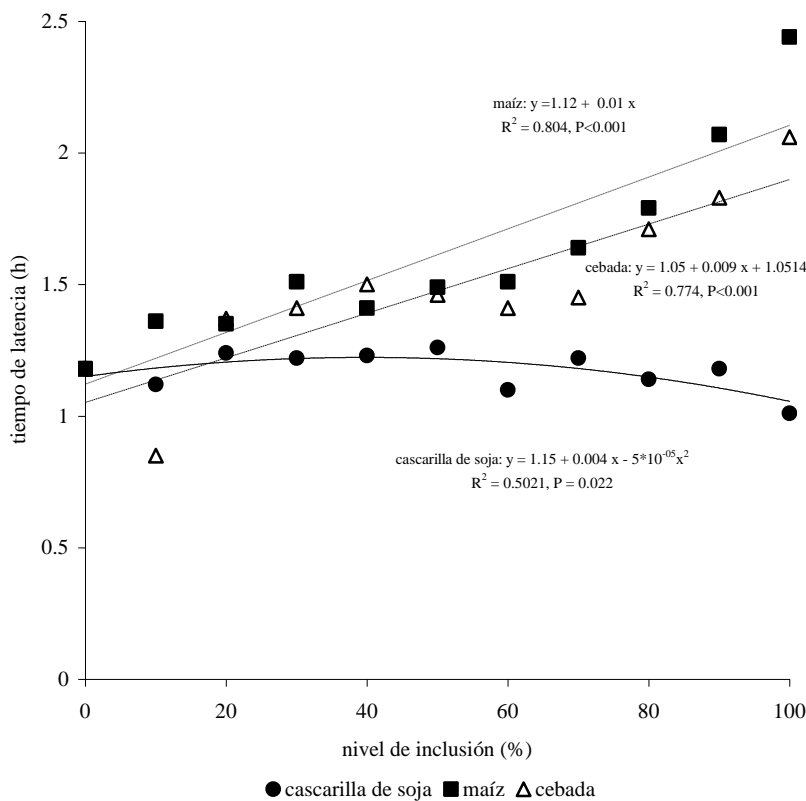
De manera general, se puede afirmar que la suplementación con granos de cereales a animales consumiendo pasturas templadas de buena calidad es una medida que



generalmente repercute en un aumento del consumo de MS total. Según Hungtington et al (2006) el aumento en el consumo de energía, dado principalmente por el aporte de concentrados almidonosos determina un incremento de los procesos anabólicos en el animal. En este sentido, Aguerre et al. (2011) observaron aumentos en la retención de nitrógeno y en la concentración plasmática de glucosa en animales suplementados con niveles altos de grano (1.5 % del PV), en comparación con animales consumiendo pastura como único alimento. La inclusión del grano en la dieta determinó mayores niveles de insulina y menores niveles de glucagón en sangre, lo que junto a modificaciones en la abundancia de transcritos de algunos genes relacionados a la neoglucogénesis serían los factores que comandaron la respuesta. Es así que ambos mecanismos (aumento de consumo y aumento del anabolismo) contribuyen al incremento de la producción que se observa en general en animales suplementados.

Existen varios trabajos realizados a nivel nacional que muestran impactos productivos importantes por el uso estratégico de concentrados en animales consumiendo pasturas templadas de buena calidad (Vaz Martins, 1997; Simeone y Beretta, 2005a; Simeone y Beretta, 2005b). Sin embargo, Vaz Martins (1997) plantea que sobre este tipo de pasturas la suplementación con niveles mayores al 0,5% del peso vivo (PV) no redundaría en aumentos de la ganancia de peso. Dicho autor considera que las respuestas positivas a la suplementación se dan cuando el nivel de asignación de forraje no sobrepasa el 2,5% del PV y el suplemento no representa más del 1% del PV. A pesar de ello, en otro trabajo, García López et al. (2008) no encontraron efectos de la suplementación, ni interacciones significativas entre la suplementación y el nivel de asignación de forraje, sobre la ganancia de peso de novillos consumiendo una pastura templada a diferentes asignaciones y suplementados a razón del 1% del PV. Estos resultados coinciden con algunas observaciones empíricas comunicadas por asesores y productores, quienes marcan que no siempre se obtienen mejoras productivas al suplementar pasturas templadas de buena calidad con granos de cereales.

Al menos parte de la explicación a estos resultados aparentemente contradictorios puede estar dada por las llamadas interacciones o efectos asociativos entre los alimentos. Estas interacciones pueden provocar cambios en el ecosistema ruminal, en la proteína microbiana que llega al duodeno, en la digestibilidad, en el consumo y por ende en el aprovechamiento global de la dieta. Por ejemplo, incluir niveles bajos de carbohidratos de rápida degradación sobre forrajes de difícil digestión puede tener efectos positivos, ya que resultaría en un estímulo para la microbiota del rumen. Este efecto, sin embargo, puede transformarse en negativo si la inclusión es elevada, ya que aumentarían las cepas amilolíticas en detrimento de las fibrolíticas. La magnitud de los cambios será la que determine el efecto de la inclusión del concentrado en el aprovechamiento digestivo total de la dieta y el efecto a nivel productivo que tenga la suplementación (Dixon y Stockdale, 1999).





*Figura 2: Efecto del nivel de inclusión de distintos concentrados energéticos sobre el tiempo de retardo en la fermentación ruminal de mezclas con pasturas de buena calidad medida in vitro (Tesis de Maestría A. Britos, datos sin publicar). El aumento en la proporción de cebada y maíz llevó a incrementos lineales en el tiempo de retardo en la fermentación, mientras que cuando se incluyó cascarilla de soja, los retardos fueron máximos a niveles aproximados de 50%, disminuyendo después.*

Como ejemplo de lo anterior, puede observarse en la Figura 2, que la respuesta a la fermentación es diferente según el nivel de concentrado utilizado. A su vez, la respuesta al aumento de este nivel puede ser muy distinta de acuerdo al concentrado en cuestión. Como se observa, el aumento del nivel influyó muy poco en el tiempo de latencia cuando se utilizó cascarilla, pero creció mucho cuando se utilizaron concentrados almidonosos.

Más allá de las consideraciones acerca del nivel de oferta y la disponibilidad y calidad de alimentos en general indicados por Vaz Martins (1997), hay otros factores, como se señala en los párrafos precedentes, que tienen que ver con aspectos digestivos y metabólicos, que pueden explicar la diversidad de resultados que se logran con este tipo de manejo alimenticio

### **Sistemas de engorde a corral**

Si bien en Uruguay este sistema es relativamente reciente y comprende un número relativamente reducido de animales, el confinamiento es entendido a nivel mundial como la manera más común de intensificar la terminación de los animales. En los sistemas de engorde a corral (feedlot) los alimentos se suministran en forma de raciones totalmente mezcladas (RTM). El uso de RTM tiene algunas ventajas ya que permite un mejor balance de los nutrientes ingeridos, sincronizando su disponibilidad. Permite utilizar relaciones óptimas entre insumos fibrosos y concentrados ya que se evita la



selección de componentes de la ración por parte de los animales. Además de lo anterior, los sistemas tipo feedlot permiten destinar superficie a otras actividades, aumentar el ritmo de ganancia de peso, promover tipos de carcasas diferenciales, a través del manejo de las cantidades y el tipo de energía que consumen los animales.

En general en los sistemas a corral modernos se manejan dietas con un alto contenido energético. A modo de ejemplo, en EEUU poseen una concentración energética promedio que oscila entre 2.7 y 3.45 Mcal de Energía Metabolizable (EM)/kg de Materia Seca (MS) (Krehbiel et al., 2006), lo cual es muy elevado si la comparamos con el grano de maíz que posee 2.9 Mcal de EM/kg de MS. Lo anterior se logra con dietas que contienen desde más de un 65 a casi un 90 % de granos y niveles de forrajes que pueden ser tan bajos como un 4.5%. Con el fin de incrementar aún más la concentración energética, las dietas de terminación habitualmente contienen niveles de hasta 6.5% de grasa (Krehbiel et al., 2006).

El riesgo de aparición de acidosis, sobre todo la denominada acidosis subaguda (o SARA), es por lejos la principal patología en estos sistemas, ya que esta se asocia al consumo de grandes cantidades de materia seca y sobre todo, a la inclusión de niveles altos de grano en las dietas. La acidosis subaguda se caracteriza por cursar con períodos persistentes de moderada depresión de pH ruminal (menores de 6), que derivan en cambios en la población microbiana ruminal (Brossard et al., 2003; Krause y Oetzel, 2006). En todos los casos se caracteriza por bajos pH ruminales, provocados por elevadas producciones de ácidos grasos volátiles, que exceden los mecanismos de absorción y/o tamponamiento del sistema ruminal y que no necesariamente cursan con acúmulo de ácido láctico en el rumen. Parecería ser que la situación de bajo pH ruminal lleva a procesos degenerativos e inflamatorios de la mucosa del rumen (rumenitis), que permiten que endotoxinas presentes en el rumen traspasen el epitelio y se vuelquen a la sangre (Kleen et al., 2003; Emmanuel et al., 2008). Ese hecho provoca una respuesta inflamatoria aguda inespecífica durante la cual se segregan proteínas hepáticas, cuya función en general es proteger el sistema, como la amiloide A sérica (SAA), las





proteínas que unen lipopolisacáridos (LBP), la haptoglobina o la  $\alpha$ 1-glicoproteína ácida. (Werling et al., 1996). Está demostrado que el suministro de elevadas proporciones de granos de rápida fermentación en la dieta de animales de feedlot, fundamentalmente en la fase de terminación, se asocia con aumentos en las concentraciones de estas proteínas de fase aguda (Ametaj et al, 2009). Según Owens et al (1997) el promedio de inclusión de cereales en 605 corrales estudiados en EEUU se situó en 82%, con niveles extremos de 56 a 100%, a lo que se suma, como fue comentado antes, la baja inclusión de forrajes en la dieta. Esto hace que el riesgo de acidosis en los corrales esté siempre presente.

Un riesgo implícito en este tipo de explotación es la *Escherichia coli* O157. Es sabido que el tracto digestivo del ganado, en particular el intestino grueso, es el principal reservorio de este patógeno (Van Baale et al., 2004) que se transmite al humano a través del alimento, con severas consecuencias para la salud humana (Bielaszewska y Karch, 2000). Por esta razón, las excreciones de bovinos son una fuente importante de esta bacteria, y diversos estudios han identificado el agrupamiento intensivo de los animales como uno de los factores que predisponen a la contaminación (LeJeune y Wetzel, 2007). Pese a los esfuerzos realizados en cuanto a medidas de manejo, de alimentación o de inclusión de aditivos, este problema está lejos de ser controlado en las explotaciones comerciales.

### **Las ventajas de incluir pasturas en los sistemas de alimentación de rumiantes**

Más allá de aspectos relacionados con el costo, recientemente ha existido un renovado interés a nivel mundial respecto a la inclusión de pasturas frescas en la dieta de rumiantes, en la medida en que esta práctica podría traer beneficios tanto para el productor como para el consumidor final. Por una parte, comparados con los sistemas basados en la alimentación a corral, los sistemas de base pastoril ofrecen una imagen más “amigable” con el ambiente, en la medida en que minimizan la polución y tienen menos efectos negativos sobre la calidad del suelo (Soder y Rotz, 2001). Asimismo, los



sistemas pastoriles pueden tener beneficios sobre la salud de los animales respecto a sistemas de confinamiento, y desde este punto de vista se considera que promueven un mayor bienestar de los mismos (Rushen et al., 2008). Además presentarían menores riesgos para la salud humana en la medida que los animales están menos expuestos a infecciones relacionadas con el manejo de grupos en espacios reducidos.

Pero la utilización de pasturas como alimento principal tiene otras ventajas que se relacionan con aspectos vinculados a la calidad del producto final. Modernamente, se considera que la composición de los ácidos grasos en los tejidos animales son un factor determinante en el valor nutricional de los productos a consumir por los humanos (von Keyserlingk et al., 2009). En este sentido, es reconocido que el consumo de forrajes frescos disminuye la relación AG saturados: AG poli-insaturados (Dewhurst R.J., et al., 2006, Lourenço et al, 2008, Warren et al., 2008). Además, las dietas con niveles altos de incorporación de pasturas favorecen la aparición de niveles más elevados de ácido linoleico conjugado (CLA) tanto en la leche como en la carne del rumiante, particularmente del isómero cis-9, trans-11 (Aurousseau et al., 2007, Lourenço et al, 2008, Warren et al., 2008).

El término CLA se refiere a una serie de isómeros posicionales y geométricos del ácido linoleico que contienen un par de dobles enlaces conjugados (Palmquist et al., 2005). Está demostrado que tiene algunas propiedades especiales, como por ejemplo propiedades anti-carcinogénicas y anti-aterogénicas (Dedeckere et al., 1998, Steen y Porter, 2003). En los rumiantes, los CLA son producidos durante el proceso de biohidrogenación ruminal del ácido linoleico cuyo responsable principal es la bacteria *Butyrivibrio fibrisolvens* (Diman et al., 2005), aunque parecería que no es la única especie de este género que presenta esta propiedad (Park et al., 2011). Si bien los mayores aportes de CLA en la ingesta diaria provendrían de la leche (69%), es de destacar la importancia de la carne vacuna en la ingesta diaria de CLA representando un 24% mientras que la sumatoria de carne de ave y de cerdo aportarían aproximadamente un 5% de la ingesta total en los Estados Unidos (Ritzenthaler et al., 2001). En nuestro



país, recientemente, Fraga (2010), logró aislar e identificar diferentes cepas de *Butyrivibrio fibrisolvens* y *B. hungateii*, a partir del contenido ruminal de animales alimentados exclusivamente con pasturas templadas.

### **¿Qué pasaría si en lugar de suplementar una pastura con granos suplementáramos una dieta de feed lot con pasto?**

Una alternativa poco explorada hasta el momento, al menos a nivel de ganado de carne, es la combinación de dietas “completas” con pasturas. Este tipo de alimentación se puede observar hoy en día en algunos establecimientos lecheros de alta producción. En este caso, la hipótesis de trabajo sería la posibilidad de aumentar el consumo, de aprovechar los potenciales beneficios que puede tener la inclusión de pasturas sobre el producto final, y contemplar aspectos valiosos de nuestros sistemas de producción como son la seguridad alimentaria, el bienestar animal y el ambiente. Por otra parte, el aporte extra de alimentos sobre la pastura no estaría dado por insumos exclusivamente almidonosos, con los posibles efectos negativos de estos últimos comentados con anterioridad.

En esta línea, ya están disponibles resultados primarios de un experimento reciente realizado en el Campo Experimental de Libertad de la Facultad de Veterinaria. En éste, se evaluó el efecto de la inclusión de pasturas en dietas RTM para ganado en crecimiento. Así, animales de 220 kg de PV fueron sometidos a 3 tratamientos que consistieron en el suministro de una ración completa (RTM), el suministro de pradera durante 6 h y el resto del día RTM, o el suministro de pradera como único alimento. En el cuadro 1 pueden observarse los resultados preliminares del trabajo (Santana et al., 2011).



*Cuadro 1: Consumo de materia seca y pH ruminal (promedio de 24 h) de vaquillonas de carne (Hereford × Aberdeen Angus) bajo diferentes sistemas de alimentación.*

	RTM	P6h	Pastura	ESM	P
Consumo de MS (g/kg PV)	29.41 <sup>b</sup>	36.52 <sup>a</sup>	25.42 <sup>b</sup>	2.61	0.045
pH	6.51 <sup>b</sup>	6.47 <sup>b</sup>	6.87 <sup>a</sup>	0.045	<0.001

RTM: ración totalmente mezclada ( Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS), 6.1), 24 h,

P6h: RTM 18 h + pradera 6 h, Pastura: pradera 24 h

Como se puede observar, el agregado de pradera a una dieta completa (RTM) permitió aumentar el consumo de MS hasta niveles de más del 3.5 % del PV (nótese que el consumo de estos animales fue más de 40% superior al de los animales alimentados exclusivamente con pasturas), sin disminuir el pH ruminal por debajo de niveles seguros. Aunque es necesario contar con más información, estos primeros resultados muestran al sistema como promisorio, ya que dos de las hipótesis planteadas fueron cumplidas. Como resultado de este mismo trabajo será posible tener información acerca de cómo el sistema afecta la utilización digestiva, metabólica y las variaciones en la población ruminal, tanto en cantidad de microorganismos producidos como en el tipo de población predominante, datos que se encuentran en proceso. En próximos experimentos este equipo se abocará a la evaluación de los comportamientos animales en cuanto a ganancias de peso, conversión y características del producto final logrado.

### **Bibliografía**

Aguerre M. 2010. Suplementación con grano de sorgo a vaquillonas consumiendo una pastura templada: efecto sobre el consumo, el aprovechamiento digestivo y el metabolismo de la glucosa. Tesis de Maestría, Facultad de Veterinaria. UdelaR. 45 p.



Aguerre M., Cajarville C., Machado V., Persak G., Bambillasca S., Repetto J.L. 2009. Dry matter intake and digestibility of wethers and heifers fed temperate pastures supplemented or not with sorghum grain. *S Afr J Anim Sci* 39, 5: 251-255.

Aguerre M., Carriquiry M., Astessiano A.L., Cajarville C., Repetto J.L. 2011. Effect of sorghum grain supplementation on glucose metabolism 1: Bovine. ADSA-ASAS Joint Annual Meeting. New Orleans, USA (aceptado).

Ametaj B.N., Koenig K.M., Dunn S.M., Yang W.Z., Zebeli Q., Beauchemin K. A. 2009. Backgrounding and finishing diets are associated with inflammatory responses in feedlot steers. *J. Anim. Sci.* 87:1314-1320.

Aurousseau B., Bauchart D., Faure X., Galot A.L., Prache S., Micol D., Priolo A. 2007. Indoor fattening of lambs raised on pasture. Part 1: Influence of stall finishing duration on lipid classes and fatty acids in the *longissimus thoracis* muscle. *Meat Science* 76: 241–252.

Azevedo do Amaral G. (2008). Valor alimentar de dietas com azevém (*Lolium multiflorum*, LAM.) e suplementação nitrogenada ou energética. MSc Tesis. Universidade Federal de Santa Maria, Santa María, RS, Brasil

Bielaszewska M., Karch H. 2000. Non-O157:H7 Shiga toxin (verocytotoxin)-producing *Escherichia coli* strains: Epidemiological significance and microbiological diagnosis. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 16:711–718.

Cajarville C., Aguerre M., Repetto J. 2006. Rumen pH, NH<sub>3</sub>-N concentration and forage degradation kinetics of cows grazing temperate pastures and supplemented with different sources of grain. *Anim. Res.* 55:511–520.



Dewhurst R.J., Shingfield K.J., Lee M.R.F., Scollan N.D. 2006. Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high-forage systems. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 131:168–206.

Dedeckere E.A.M., Korver O., Verschuren P.M., Katan M.B. 1998. Health aspects of fish and n-3 polyunsaturated fatty acids from plant and marine origin. *European Journal of Clinical Nutrition.* 52: 749–753.

Dhiman T.R., Nam S.H., Ure A.L. 2005. Factors affecting conjugated linoleic acid content in milk and meat. *Crit. Rev. Food Sci. Nut.* 45: 463-482.

Elizalde J.C., Merchen N.R., Faulkner D.B. 1999. Supplemental cracked corn for steers fed fresh alfalfa: II. Protein and amino acid digestion. *J. Anim. Sci.* 77:467–475.

Emmanuel D.G., Dunn S.M., Ametaj B.N. 2008. Feeding high proportions of barley grain stimulates an inflammatory response in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91:606–614.

Fraga M. 2010. Microbiota ruminal: estrategias de modulación con microorganismos fibrolíticos. Tesis de Maestría en Biotecnología, Facultad de Ciencias. Universidad de la República. 69pp.

García López G., García Pintos L., López Ortiz M. 2008. Efecto de la suplementación energética sobre la performance de novillos manejados sobre una mezcla de raigrás perenne bajo cuatro presiones de pastoreo. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía, UdelaR. Uruguay. Disponible en <http://biblioteca.fagro.edu.uy/cgi-bin/wxis.exe/iah/>

Hoffman P.C, Sievert S.J., Shaver R.D., Welch D.A., Combs D.K. (1993). In situ dry matter, protein, and fiber degradation perennial forages. *J. Dairy Sci.* 76:2632-2643.



Huntington G.B., Harmon D.L., Richards C.J. (2006). Sites, rates, and limits of starch digestion and glucose metabolism in growing cattle. *J. Anim. Sci.* 84(E. Suppl.):E14–E24.

Kleen J. L., Hooijer G. A., Rehage J., Noordhuizen J. P. 2003. Subacute ruminal acidosis (SARA): A review. *J. Vet. Med. Series A* 50:406–414.

Krehbiel C.R., Cranston J.J., Curdy M.P. 2006. An upper limit for caloric density of finishing diets. *J. Anim. Sci.* 84 (E.Suppl.): E34-E49

INAC 2011. Instituto Nacional de Carnes. Disponible en: <http://www.inac.gub.uy/innovaportal/v/1048/1/innova.net/bovinos>

LeJeune J.T., Wetzel A.N. 2007. Preharvest control of *Escherichia coli* O157 in cattle. *J. Anim. Sci.* 85 (E. Suppl.):E73–E80.

Lourenço M., Van Ranst G., Vlaeminck B., De Smet S., Fievez V. 2008. Influence of different dietary forages on the fatty acid composition of rumen digesta as well as ruminant meat and milk. *Anim. Feed Sci. Technol.* 145: 418-437

NRC. 1996. Nutrient requirements of beef cattle. Ed. National Academy Press, 7° ed. Washington D.C., USA.

Owens F.N., Secrist D.S., Hill W.J., Gill D.R. 1997. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: a review. *J. Anim. Sci.* 75: 868-879.

Palmquist D.L., Lock A.I., Shingfield K.J., Bauman, D.E. 2005. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants and humans. *Adv. Food Nut. Res.* 50: 179-217.



Park HG, Heo W, Kim SB, Kim HS, Bae GS, Chung SH, Seo HC, Kim YJ. 2011. Production of Conjugated Linoleic Acid (CLA) by *Bifidobacterium breve* LMC520 and Its Compatibility with CLA-Producing Rumen Bacteria. *J. Agric. Food Chem.* 59: 984-988

Piperova L.S., Sampugna J., Teter B.B., Kalscheur K.F., Yurawecz M.P., Ku Y., Morehouse K.M., Erdman R.A. 2002. Duodenal and milk trans octadecenoic acid and conjugated linoleic acid (cla) isomers indicate that postabsorptive synthesis is the predominant source of cis-9-containing cla in lactating dairy cows. *J. Nutr.* 132: 1235-1241.

Reis R.B., Combs D.K. 2000. Effects of increasing levels of grain supplementation on rumen environment and lactation performance of dairy cows grazing grass-legume pasture. *J. Dairy Sci.* 83:2888–2898

Repetto J.L, Cajarville C., D'Alessandro J., Curbelo A., Soto C., Garin D. 2005. Effect of wilting and ensiling on ruminal degradability of temperate grass and legume mixture. *Anim. Res.* 54: 1-8.

Ritzenthaler K.L., McGuire M.K., Falen R., Shultz T.D., Dasgupta N., McGuire M.A. 2001. Estimation of conjugated linoleic acid intake by written dietary assessment methodologies underestimates actual intake evaluated by food duplicate methodology. *J. Nutr.* 131: 1548-1554.

Rushen J., de Passillé A.M., von Keyserlingk M.A.G. Weary, D.M. 2008. Housing for adult cattle. In: *The welfare of cattle*. Springer. Amsterdam, Netherlands. pp 142-180.

Santana A, Ubilla J, Berrutti M, Konrath T, Aguerre M, Britos A, Cajarville C, Repetto JL. 2011. Dry matter intake, ruminal pH and fermentation capacity of rumen fluid in





heifers fed temperate pasture, total mixed rations or both. *ADSA-ASAS Joint Annual Meeting*. New Orleans, USA (aceptado).

Sairanen A., Khalili H., Nousiainen J.L., Ahvenjarvi S., Huhtanen P. 2005. The effect of concentrate supplementation on nutrient flow to the omasum in dairy cows receiving freshly cut grass. *J. Dairy Sci.* 88:1443–1453

Simeone A., Berreta V. 2005a. Suplementación y engorde a corral: cuándo y cómo integrarlos en el sistema ganadero. En: *Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne*. E.E.M.A.C. Facultad de Agronomía.

Simeone A., Berreta V. 2005b. Pasto vs. Grano en invernada: falso dilema. Consideraciones sobre la utilización de alimentos concentrados en sistemas de recría y engorde de ganado bovino. *XXXIII Jornadas Uruguayas de Buiatría*. Paysandú, Uruguay.

Soder K.J., Rotz C.A. 2001. Economic and environmental impact of four levels of concentrate supplementation in grazing dairy herds. *J. Dairy Sci.* 84: 2560–2572

Steen R.W.J. y Porter M.G., 2003. The effects of high-concentrate diets and pasture on the concentration of conjugated linoleic acid in beef muscle and subcutaneous fat. *Grass and Forage Science* 58: 50–57

Van Baale M. J., Sargeant J.M., Gnad D.P., DeBey B.M., Lechtenberg K. F., Nagaraja T.G.. 2004. Effect of forage or grain diets with or without monensin on ruminal persistence and fecal *Escherichia coli* O157:H7 in cattle. *Appl. Environ. Microbiol.* 70:5336–5342.



Vaz Martins D. 1997. Suplementación energética en condiciones de pastura limitante. En Suplementación estratégica para el engorde de ganado. *Serie técnica N° 83*. INIA La Estanzuela, p.17-22.

von Keyserlingk M.A.G., Rushen J., de Passillé A.M., Weary D.M. 2009. Invited review: The welfare of dairy cattle—Key concepts and the role of science. *J. Dairy Sci.* 92 :4101–4111

Warren H.E., Scollan N.D., Enser M., Hughes S.I., Richardson R.I., Wood J.D. 2008. Effects of breed and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages. I: Animal performance, carcass quality and muscle fatty acid composition. *Meat Science* 78: 256–269.

Werling, D., F. Sutter, M. Arnold, G. Kun, P. C. Tooten, E. Gruys, M. Kreuzer, and W. Langhans. 1996. Characterization of the acute phase response of heifers to a prolonged low dose infusion of lipopolysaccharide. *Res. Vet. Sci.* 61:252–257.