



UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA  
1803

## Nutrición y alimentación animal (poligástricos)

**R**evista  
Colombiana de  
Ciencias  
Pecuarias

### Actividad fibrolítica de extractos enzimáticos de hongos ruminales aislados de bovinos en ecosistemas tropicales<sup>1</sup>

*Fibrolytic activity in enzymatic extracts of bovine ruminal fungi  
in tropical ecosystems*

Laura Gualdrón<sup>2</sup>, Olga Mayorga<sup>3</sup>, Diego Rodríguez<sup>2</sup>, Patricia Manovacia<sup>4</sup>,  
Alejandro Martín<sup>4</sup>, Juan Carulla<sup>2</sup>, Rolando Barahona<sup>5</sup>

<sup>1</sup>International Foundation for Science (IFS)

<sup>2</sup>Departamento de Producción animal, Universidad Nacional de Colombia,  
Bogotá, Colombia.

<sup>3</sup>Programa Nacional de Fisiología y Nutrición animal, Corpoica, C. I. Tibaitatá,  
Mosquera, Cundinamarca.

<sup>4</sup>Convenio Jóvenes Investigadores Colciencias-Corpoica.

<sup>5</sup>Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias,  
Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.

La capacidad de degradación de un sustrato altamente fibrosos y la actividad enzimática fibrolítica se evaluó de 18 aislados fungales ruminales (Fase I) en fermentaciones de 120 horas utilizando como única fuente de carbono pasto colosuana (*Bothriochloa pertusa*), con la posterior selección a través de un análisis de factores y de conglomerados, de los cinco aislados que presentaron la mayor diversidad en los parámetros evaluados, principalmente en degradación de FDN y las actividades enzimáticas fibrolíticas. En la Fase II se analizó la cinética de la degradación de sustrato y de la actividad enzimática de los cinco aislados seleccionados. Durante la Fase I y II se evaluaron aislados fungales pertenecientes a los géneros *Neocallimastix*, *Orpinomyces* y *Piromyces*. El análisis de producción de gas estableció diferencias entre y dentro de géneros de aislados fungales. El aislado con mayor TMPG en la Fase I fue el 85 (5.7 mL/h) y en la Fase II, los aislados 75 y 97 (6.03 mL/h promedio), pertenecientes a los géneros *Piromyces*, *Orpinomyces* y *Piromyces*, respectivamente. En relación al tiempo de establecimiento de los cultivos (FL), en la Fase I, los aislados de mayor (88) y menor tiempo (75 y 81) de establecimiento pertenecían al género *Orpinomyces* y en la Fase II, los de menor tiempo (17 y 75) pertenecían al género *Orpinomyces* y el de mayor tiempo (97) al género *Piromyces*. Así mismo se identificaron aislados con actividad fibrolítica alta, con degradaciones de la MS entre 57 y 60% (aislados 17 y 92 en la Fase I, y promedio de los cinco aislados seleccionados para la Fase II) y degradaciones de FDN entre 51 y 52% (aislado 17 en la Fase I, y promedio de los cinco aislados seleccionados para la Fase II). La solubilización de

la lignina alcanzó valores porcentuales entre el 20 y el 30%. La producción total de ácidos grasos volátiles (AGVs) fue de 23.8 mM, con una proporción molar de ácido acético de 0.93 para el promedio de los 18 aislados. En la Fase I, los valores máximos de las actividades enzimática carboximetilcelulasa (CMCasa), celulasa microcristalina y xilanasas fueron 9.56, 1.39 y 303.12 UI, respectivamente, y durante la Fase II fue de 7.98 y 245.06 UI para las actividades carboximetilcelulasa (CMCasa) y xilanasas respectivamente. Los aislados 75 y 17, del género *Orpinomyces*, mostraron comportamientos interesantes en producción de gas (75), degradaciones y actividades enzimáticas, además de presentar facilidad de su manejo en laboratorio (transferencia al nuevo medio de cultivo, mantenimiento de la pureza del cultivo), lo cual los propone como aislados con potencialidad para escalamiento a nivel industrial.

**Palabras clave:** *celulasa*, *Neocallimastix sp.*, *Orpinomyces sp.*, *Piromyces sp.*, *xilanasas*

**Key words:** *celulase*, *Neocallimastix sp.*, *Orpinomyces sp.*, *Piromyces sp.*, *xilanasase*

### Adición de ácidos grasos protegidos en suplementos proteico-minerales ofrecidos a vacas de primer parto y su efecto sobre variables productivas y reproductivas<sup>1</sup>

*Protected fat acids addition in the mineral- protein supplements  
offered to primiparous cows and the effect on performances and  
reproductive variables*

Daniela Ricco<sup>2</sup>, Harold Ospina Patino<sup>2</sup>, Zoot, MS, Dr.Sc; Mari Lourdes Bernardi<sup>3</sup>,  
MV, MS, Dr.Sc.; Felix Hilario Diaz Gonzales<sup>4</sup>, MV, MS, Dr.Sc.

Disertación de Maestría en Zootecnia. Facultad de Agronomía. Departamento de  
Zootecnia, Universidad Federal de Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.  
Parcialmente financiado por empresa Bellman Nutrición

<sup>2</sup>Programa de Postgrado en Zootecnia, <sup>3</sup>Departamento de Zootecnia <sup>4</sup>Postgrado en  
Medicina Veterinaria – UFRGS. Rio Grande do Sul, Brasil.

Las vacas primíparas presentan una elevada demanda de nutrientes para llenar sus requerimientos nutricionales y generalmente, en sistemas pastoriles de producción, estos animales presentan déficit nutricional. Esto perjudica el retorno de la actividad ovariana y causa bajos índices de repetición de cría. La

suplementación con grasa protegida no postparto además de la contribución energética puede tener un efecto positivo directo en la reproducción. El objetivo de este trabajo fue evaluar el desempeño productivo y reproductivo de vacas primíparas paridas, suplementadas en pastura natural con sales proteínadas con y sin adición de grasa protegida. Se utilizaron 68 vacas Devon paridas con edad media de 3 años, peso medio y escore de condición corporal iniciales de 371 kg e 2,5, respectivamente. Se utilizaron 8 potreros de 14,6 ha cada uno divididos con cerca eléctrica y en cada uno de ellos fueron colocadas 8 vacas con sus terneros. Los animales fueron alimentados durante 70 días con suplementos isoprotéicos e isoenergéticos. Un grupo de animales (4 potreros) fue suplementado con sal proteínado sin la adición de ácidos grasos protegidos (T1), mientras el otro grupo (4 potreros) fue suplementado con el sal proteínado con ácidos grasos protegidos (T2). Muestras de pasto fueron colectadas cada 28 días para determinación de la disponibilidad de MS por ha y el tenor de proteína cruda (%PC), nitrógeno insoluble en FDA (% NIDA) y de los componentes de la pared celular (% FDA, % FDN, y % LDA). En los animales se evaluó el consumo de suplemento, la ganancia media diaria de peso de vacas y terneros, el escore de condición corporal, la tasa de preñez y la concentración de urea, albúmina, triglicéridos y colesterol en la sangre. El tipo de suplemento utilizado no afectó ninguno de los parámetros de calidad evaluados en las pasturas ( $p > 0,05$ ). Los valores medios para el consumo de suplemento y la ganancia de peso fueron 596 y 206 g/animal/día, respectivamente, sin que se detectaran diferencias entre tratamientos ( $p > 0,05$ ). A pesar de la tasa de preñes haber sido numéricamente mayor en los animales suplementados con grasa protegida (40.6 vs 41.7 %) esta diferente no fue estadísticamente significativa ( $p > 0,05$ ) así como ninguno de los otros parámetros evaluados. El nivel de consumo de suplemento observado en este experimento no permitió detectar los efectos de la grasa protegida sobre el desempeño reproductivo de vacas primíparas.

**Palabras clave:** ganancia de peso, parámetros sanguíneos, preñes

**Key words:** weight gain, blood parameters, pregnant cows

### **Análisis técnico de un modelo de confinamiento utilizando diferentes proporciones de pollinaza, fruto de palma (*Eleaesis Guinnensis Jacq*) y pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) en la dieta de bovinos machos en fase de levante**

*Technical analysis of a confinement model using different proportions from broiler litter, fruit of palm (*Eleaesis Guinnensis Jacq*) and grass maralfalfa (*Pennisetum sp.*) in the diet of male bovines in phase of the growth*

Rodolfo Ruíz Posada<sup>1</sup>, MVZ; Walter Hernández A<sup>1</sup>, MVZ; Edinson Ortiz C<sup>2</sup>, Est. MV.

<sup>1</sup>PROCA (Grupo de Investigación en Producción y Ciencia Animal), Escuela Medicina Veterinaria y Zootecnia, Instituto Universitario de la Paz, Barrancabermeja, Colombia.  
rodol\_70@yahoo.es

El confinamiento en bovinos es un sistema donde se pretende una mayor producción y mejor calidad de la carne en el menor tiempo posible. En estos sistemas es quizá la alimentación el factor más limitante por lo cual se deben utilizar recursos ojalá

de bajo costo, pero de alta disponibilidad. Durante los últimos años se ha venido trabajando en el diseño de sistemas de alimentación animal basados en la palma africana aprovechando los subproductos resultantes del proceso y el fruto entero. La pollinaza es una materia prima utilizada como fuente de proteína especialmente para rumiantes, no obstante también es rica en fósforo, calcio y otros minerales. Con la finalidad de evaluar la ganancia de peso, el índice de conversión alimenticia y analizar económicamente un modelo de confinamiento se realizó este trabajo de investigación en la finca El Cigarral, ubicada en el municipio de Turbana departamento de Bolívar. Se distribuyeron al azar 20 bovinos cebú comercial con un peso promedio de 266 kg en dos tratamientos. El tratamiento uno (T1) consistió en una dieta integral con base en pasto maralfalfa (70%), pollinaza (20%) y fruto de palma (10%). El tratamiento dos (T2) correspondió a una dieta integral con pasto maralfalfa (60%), pollinaza (30%) y fruto de palma (10%), ambos tratamientos con sal mineralizada a voluntad. Para comparar el efecto de los tratamientos se utilizó un análisis de varianza multifactorial. El trabajo de campo se realizó durante 90 días, mas 15 días de adaptación a las dietas propuestas y los pesajes cada 30 días. La ganancia de peso promedio día para el periodo experimental fue de 506 g para T1 y 796 g para T2, los resultados no presentaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ). El índice de conversión fue mejor para el T2 con respecto al T1, 11.34 y 15.9 respectivamente. De acuerdo con el análisis económico, la mayor utilidad neta la obtuvo el T2. El trabajo permite concluir, que la dieta correspondiente al T2 presentó los mejores resultados tanto técnicos como económicos.

**Palabras clave:** alimentación de novillos, análisis económico, dietas

**Key words:** bovine feeding, economic analysis, diets

### **Aplicación de la técnica de alcanos para estimar la composición y el consumo de la dieta de bovinos en pastoreo\***

*Application of the alkane technique for estimating diet composition and intake by grazing cattle*

Rolando Barahona Rosales<sup>1</sup>, Diana M Bolívar Vergara<sup>2</sup>, Luís A Giraldo Valderrama<sup>2</sup>, Jair J Gaviria Arango<sup>1</sup>

\*Proyecto financiado por la DIME, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

<sup>1</sup>Grupo Biotecnología ruminal y Silvopastoreo – BIORUM, Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Laboratorio de Análisis Instrumental, Escuela de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Medellín, Colombia.

La estimación o cuantificación del consumo voluntario de forraje por bovinos en pastoreo, es una dificultad técnica y científica aun no completamente resuelta, especialmente bajo condiciones tropicales. A fin de contribuir a la solución de este problema, se diseñó un estudio que tiene como objetivo general el validar el uso de la técnica de alcanos para estimar el consumo voluntario y la composición de la dieta de bovinos en pastoreo bajo las condiciones del trópico colombiano. Dentro de los objetivos específicos se encuentran: 1) validar el uso de la técnica de alcanos para estimar el consumo voluntario y la composición de la dieta de bovinos pastoreando en praderas en monocultivo de *Panicum maximum* y en praderas asociadas de *P. maximum* con diferentes especies producto

de la regeneración natural; 2) determinar el contenido de nutrientes en muestras obtenidas en praderas en monocultivo de *P. maximum* y en praderas asociadas de *P. maximum* con diferentes especies producto de la regeneración natural; y 3) comparar las predicciones de consumo voluntario obtenidas a través del uso del modelo Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) con las estimadas mediante la técnica de alcanos. Para alcanzar estos objetivos, se plantea la ejecución de un experimento de campo en la finca Cotové, propiedad de la Universidad Nacional, Sede Medellín utilizando la metodología de cuantificación de alcanos para medir, tanto el consumo voluntario de forraje, como la selectividad de bovinos en pastoreo. Este método comprende la medición del contenido de alcanos tanto en hojas del forraje de interés, como de su concentración en las heces de los animales durante un tiempo determinado. La evaluación de la excreción diaria de heces y la estimación de la digestibilidad de la dieta se realizará mediante la dosificación diaria con dos marcadores externos independientes C32 y C36. Para complementar dichas mediciones, se utilizará el modelo CNCPS, que basándose en la composición química de los forrajes incluye una subrutina que permite estimar su consumo por bovinos. Estas estimaciones serán acompañadas de una caracterización nutricional detallada de los forrajes consumidos durante el período de medición del consumo, para poder asociar las características nutricionales del forraje, a los valores de consumo medido. La realización de este proyecto permitirá establecer dentro de los laboratorios de la Universidad Nacional una técnica analítica con la cual estimar el consumo de los bovinos. A partir de esa información se podrá balancear, la dieta de los animales a fin de aumentar su eficiencia productiva y/o aumentar la eficiencia económica de las explotaciones ganaderas. Igualmente dará la posibilidad de determinar con mayor grado de exactitud cual es el impacto de los sistemas silvopastoriles en el consumo de nutrientes de los bovinos y asociar estos cambios a los observados en cuanto a productividad animal. A su vez, se contribuirá a la formación de masa crítica en el área de estimación de consumo voluntario, al permitir la formación de cuatro estudiantes de pregrado de la Universidad Nacional y generar información que será difundida tanto en el sector académico como en el productivo.

**Palabras clave:** CNCPS, consumo de nutrientes, consumo voluntario, selección de dieta

**Key words:** CNCPS, diet selection, nutrient intake, voluntary intake

### **Balance de nitrógeno y fósforo de vacas lecheras en pastoreo con diferentes ofertas de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y suplementadas con ensilaje de avena (*Avena sativa*)**

*Nitrogen and phosphorus balance of cows offered different amounts of kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) and supplemented with oats silage (*Avena sativa*)*

Javier León<sup>1</sup>, Jose E Mojica<sup>1</sup>, Edwin Castro<sup>1</sup>, Edgar Cárdenas, Martha L Pabón<sup>1,2</sup>, Juan Carulla<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Investigación en Nutrición Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, <sup>2</sup>Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.

Bogotá, Colombia.

mlpabonr@unal.edu.co, jecarullaf@unal.edu.co

En los sistemas de alimentación de la zona lechera altoandina caracterizados por el uso de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y suplementos alimenticios se desconoce los balances de N y

P, elementos implicados en la contaminación ambiental. Para determinar el balance de N y P se utilizaron 18 vacas Holstein pastando kikuyo en el Centro Agropecuario Marengo localizado en el Municipio de Mosquera (Cundinamarca). Las vacas con peso promedio 587 kg y 22 l/día promedio fueron asignadas aleatoriamente a cada uno de tres tratamientos. Los tratamientos consistieron en tres niveles de oferta de ensilaje (MS) de avena (*Avena sativa*) 0, 0.7 y 1.4% con base al peso vivo. Esta oferta fue complementada con pasto kikuyo en pastoreo hasta alcanzar una oferta total del 4%. La relación kikuyo:ensilaje fue de 4:0, 3.3:0.7 y 2.6:1.4 para los tratamientos 1, 2 y 3; respectivamente. El ensilaje se suministró en dos raciones (AM y PM). Adicionalmente, las vacas recibieron un suplemento a base de maíz y torta de soya (1.85 Mcal/kg y 18% PC). El consumo de suplemento se determinó el día 1 de acuerdo a la producción de leche (1kg por 4,2 Kg de leche) y se mantuvo constante durante el periodo experimental que duró 14 días con siete días de adaptación y siete de mediciones. Se midió individualmente la producción de leche (AM, PM) y orina y heces los días 0, 7, 14 para cuantificar N y P. El volumen de orina se estimó usando creatinina y el consumo usando cromo (cantidad de heces) y fibra en detergente ácido indigerible (digestibilidad). El consumo de kikuyo (18,2 Kg MS/d) fue mayor para el tratamiento 1 que para el dos y el tres (13.4 y 12.9 Kg MS/d) ( $P < 0.05$ ). Sin embargo, el CMS total no fue diferente entre tratamientos (23.4; 21.4 y 24.8 kg MS /d). El volumen de heces fue mayor para el tratamiento 3 (10,3), que para 2 y 1 (7.8 y 8.1 kg/d). El consumo de N (667.8 g/día) y la excreción en orina (240.6 g/d) fueron mayores para el tratamiento 1 que para los tratamientos 2 (560.7 y 199.7 g/d) y 3 (594.8 y 200.8 g/d) ( $p < 0.1$ ). El balance de N estuvo estrechamente asociado al consumo de N ( $r = 0.9$ ) y por lo tanto fue mayor para el tratamiento 1 (216.2) con respecto a los otros (167.9 y 151.3 g/d). Sin embargo, no se encontraron diferencias en la eficiencia de utilización de N (15.6; 16.6 y 15.1%). El consumo de P (98.2; 85.9 y 93.4 g/d) la excreción en orina (0.43; 0.42 y 0.35 g/d) en heces (91.8; 100.7 y 108.6 g/d) no fueron diferentes entre tratamientos, sin embargo el balance de P fue mayor para el tratamiento 1 (5.9 g/d) que para los tratamientos 2 y 3 (-15.2, -15.6 g/d) y la eficiencia fue igual para los tres tratamientos (19.6; 21.1 y 17.8 %). El ensilaje de avena redujo la cantidad de N excretado en orina y el consumo de P fue suficiente en vacas que reciben solo kikuyo.

**Palabras claves:** consumo de forraje, eficiencia, excreción

**Keywords:** efficiency, excretion, forage intake

### **Balance de nitrógeno y producción de leche en pasturas de clima frío en la región occidente de la sabana de Bogotá, Colombia<sup>1</sup>**

*Nitrogen balance and milk production under cold climate pastures in west region of Bogotá savannah, Colombia*

Edwin Castro R<sup>2</sup>, Zoot; José E Mojica<sup>2</sup>, MVZ; Javier León<sup>2</sup>; Martha Pabon<sup>2,3</sup>, Quim, PhD; Juan Carulla<sup>2,4</sup>, Zoot, PhD; Edgar A Cárdenas Rocha<sup>2,4</sup>, Zoot, MS.

<sup>1</sup>Financiado por la División de Investigación de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, <sup>2</sup>Grupo de Investigación en Nutrición Animal, <sup>3</sup>Departamento de Química, <sup>4</sup>Departamento de ciencias para la producción animal, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.

Bogotá, Colombia.

Los actuales sistemas de producción de leche especializada emplean, para lograr sostener la producción de leche, altos volúmenes de fertilización nitrogenada, lo cual hace económica

y ambientalmente insostenible este sistema productivo. Es por ello, que se plantea un nuevo modelo de pastura, como es emplear asociaciones con *Lotus corniculatus* para clima frío, debido que trabajos de investigación anteriormente realizados por la Universidad Nacional de Colombia - Bogotá y por otros investigadores a nivel mundial, han demostrado las ventajas comparativas que esta tecnología ofrece. Por tanto, es necesario evaluar el efecto del tipo de pastura sobre la producción y calidad composicional de la leche, para favorecer los sistemas de producción lecheras especializadas de clima frío en Colombia. Éste proyecto de investigación tuvo como objetivo evaluar una alternativa de pastura asociada de gramínea más leguminosa promisorias para el sistema de producción lechera del trópico alto andino colombiano, que permita mejorar las actuales producciones y calidades composicionales de la leche, bajo un entorno de modelo de producción sostenible, que minimice el uso de la fertilización nitrogenada. El ensayo se realizó en el centro agropecuario Marengo de la Universidad Nacional en Mosquera, Cundinamarca, donde se evaluaron dos pasturas, una de mezcla de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y festuca alta (*Festuca arundinacea*) fertilizadas luego de cada pastoreo con 50 kg N/ha; la segunda, una mezcla de festuca alta (*F. arundinacea*) y trébol pata de pájaro (*L. corniculatus*) sin fertilización nitrogenada, con 5 vacas (peso vivo de 580 kg) de segundo tercio para cada tratamiento durante un periodo experimental de 15 días. En cada pastura se determinó la producción (l/día) y calidad de leche (grasa, proteína, caseína, sólidos) y el balance de nitrógeno en el sistema, donde se incluyó el nitrógeno ingerido y las diferentes excreciones (orina, heces, leche). Se observaron mayores valores significativos ( $p < 0.05$ ) de caseína y proteína en la pastura de gramínea más leguminosa, sin que se afectara ( $p > 0.05$ ) los valores de grasa y la producción de leche. El balance del nitrógeno presentó valores favorables en la pastura de gramínea más leguminosa, donde se observó el efecto de la presencia de la leguminosa sobre el nitrógeno retenido por el animal. Se puede concluir que las pasturas asociadas de festuca con *L. corniculatus* mejoran los valores de proteína en la leche y, por disminución de la fertilización nitrogenada, se aumenta la eficiencia de uso de nitrógeno en el sistema, con disminución de las emisiones al medio ambiente.

**Palabras clave:** calidad leche, fertilización, festuca, lotus, trébol pata de pájaro

**Key words:** birdsfoot trefoil, fertilization, festuca, lotus, milk quality

### Caracterización e identificación de especies promisorias para la alimentación de herbívoros en el macizo colombiano<sup>1</sup>

#### Characterization and identification of promissory species in order to feed herbivores from the Colombian massif

Edgar Piamba<sup>2</sup>, Donaldo Chicangana<sup>2</sup>, Edgar A Cárdenas Rocha<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Financiado por la División de Investigación de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, <sup>2</sup>Grupo de Investigación en Nutrición Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, <sup>3</sup>Profesor Asociado, Departamento de Ciencias para la Producción Animal, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, Bogotá, Colombia. jecarullaf@unal.edu.co, mlpabonr@unal.edu.co, eacardenasr@unal.edu.co

En Colombia existe una gran diversidad de especies de plantas nativas que aún no han sido estudiadas y que tienen múltiples beneficios. Es por ello que en este trabajo se realizó la determinación de uso de plantas por el hombre y

por especie animal, caracterización botánica y análisis de la calidad nutricional de especies de plantas seleccionadas de 50 inicialmente colectadas en el macizo colombiano en la región de Yanacónas entre un rango altitudinal de 2.000 a 3.000 msnm, a partir de una encuesta realizada a productores indígenas de la zona. A las especies de plantas se les determinó su posición taxonómica, aceptación por especies animales, su uso en la región y la calidad nutricional (PC, FDN, FDA, DIVMS). Los resultados mostraron una amplia variedad de especies arbóreas, arbustivas y postradas de gramíneas y leguminosas, donde se identificó la mayoría de las especies colectadas. Las especies con mayor diversidad de uso fueron *Acacia sp.*, *Verbesina arborea* Kunth y *Delostoma integrifolium* D. Don. Las especies con mayor índice de aceptabilidad (IA) por bovinos, ovinos, equinos y caprinos fueron *Valerianna pavonni* Benth, *Viguiera quitensis* (Benth), *Acacia sp.* y *Lathyrus odoratus* L. Mientras que por conejos y curfés fueron *Lathyrus odoratus* L., *Viguiera quitensis* (Benth), *Verbesina arborea* Kunth y *Phaseolus coccineus* M. Martens. Las especies más destacadas por calidad nutricional fueron: *Lathyrus odoratus* L., *Verbesina arborea* Kunth por presentar mayor DIVMS (67.9 y 67.2%, respectivamente) y altos contenidos de PC (23.3 y 21.2%, respectivamente); *Acacia sp.*, *Ambrosia arborescens* Mill por los más altos contenidos de PC (27.3 y 27.0%, respectivamente) y aceptable DIVMS; *Valerianna pavonni* Benth, *Viguiera quitensis* (Benth), *Phaseolus coccineus* M. Martens, *Torolinium odoratum* L. con altos valores de DIVMS y PC. Se concluyó que existe una amplia variedad de plantas que son aceptadas por las diversas especies animales, que las especies de plantas con mayor potencial en la alimentación de herbívoros fueron *Valerianna pavonni* Benth, *Viguiera quitensis* (Benth), *Verbesina arborea* Kunth y *Acacia sp.*, por su calidad nutricional.

**Palabras clave:** calidad nutricional, clasificación botánica, especies nativas, índice de aceptabilidad, indígenas Yanacónas

**Key words:** acceptability indice, botanic classification, nutritional quality, wild species, Yanacónas indigenous

### Caracterización fitoquímica de factores antinutricionales en las hojas de uvito (*Cordia dentata* Poir)<sup>1</sup>

#### Phytochemical characterization of antinutritional factors on leaves of uvito (*Cordia dentata* Poir)

Andrea García<sup>1</sup>, Beatriz Abadía<sup>1</sup>, Rolando Barahona<sup>2</sup>, Solange Sánchez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Programa Nacional de Fisiología y Nutrición Animal, Corpoica, C.I. Tibaitatá, Mosquera, Colombia. <sup>2</sup>Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, Medellín, Colombia.

<sup>3</sup>Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. andrea\_gr22@yahoo.es, betty1ster@gmail.com, rbarahonar@unalmed.edu.co, sanchez.mariamolange@gmail.com

En la región Caribe colombiana, la escasa disponibilidad de biomasa forrajera en épocas de verano, hace que los animales consuman forraje de diversas especies no cultivadas, entre las que se incluye el uvito (*Cordia dentata* Poir). El consumo de esta especie durante los últimos meses del verano, puede llegar a ser considerable al aumentar su presencia relativa en los potreros, razón por la cual se hace necesaria su caracterización

fitoquímica. Este trabajo se realizó para identificar posibles factores antinutricionales presentes en esta especie, determinar su valor nutricional y su posible impacto al bienestar animal en esta región. Para esto, se colectaron entre 5 a 10 K de hoja de uvido en dos épocas del año, correspondientes a la estación lluviosa (marzo) y seca (septiembre), en el municipio de Codazzi (Cesar), junto con muestras de pasto Colosuana (*Bothriochloa pertusa*) como forraje control. En estas muestras se determinó la concentración de taninos, saponinas, alcaloides, nitratos y nitritos. Posteriormente, en ensayos de producción de gas *in vitro*, se cuantificó el impacto nutricional de diferentes concentraciones de los componentes antinutricionales mayoritarios identificados en la primera fase. Con este fin se midió la degradación de la materia seca, proteína cruda, y fibra detergente neutra. El análisis fitoquímico de hojas indicó que la concentración de metabolitos secundarios de carácter antinutricional en las dos épocas de muestreo fue mínima, taninos (0 ppm); saponinas con índice de hemólisis de 421.05 y 478.58, con respecto a un índice de hemólisis de 5000 en muestras de Quilaja y alcaloides (0.1 ppm). Sin embargo, la concentración de nitratos observada (4.803 y 6.647 ppm), se clasificó como alta, siendo este valor 27.7% mayor para la época de sequía. En el experimento *in vitro*, con diferentes concentraciones de nitratos, se observó una acumulación de nitritos a partir de las seis horas de fermentación, indicando un posible efecto negativo de este forraje en el ambiente ruminal y el animal. Asimismo, en las concentraciones más altas de nitratos y nitritos, 5.000 ppm y 110 ppm respectivamente, se observó una reducción en la producción de gas, que podría deberse al contenido de dichos compuestos. Así, cuando se comparó la producción de gas con la concentración de nitratos y nitritos, se encontraron índices de correlación negativos de 0.92 y 0.73, respectivamente. Los resultados de este estudio indican que *C. dentata* es un forraje de fácil degradabilidad y una buena fuente de proteína aprovechable (16.8%). Aunque *C. dentata* Poir podría ser incluida en la dieta de rumiantes de acuerdo a estas características nutricionales, su acumulación de nitratos, podría convertirla en potencialmente tóxica, factor a tener en cuenta al momento de incluirla en la dieta de rumiantes, especialmente durante el verano cuando *C. dentata* puede constituir la gran mayoría del forraje en oferta para los animales y cuando su contenido de nitratos es mayor. Cabe recordar que una vez expuestos al proceso de fermentación en el rumen, los nitratos se reducen rápidamente a nitritos, llegando a causar problemas de intoxicación que pueden conducir a la muerte de los animales.

**Palabras clave:** forrajes, nitratos, nitritos, nutrición animal, metabolitos secundarios, producción de gas

**Key words:** forages, nitrates, nitrites, animal nutrition, secondary metabolites, gas production

## Cinética del intercambio catiónico ruminal de una resina sintética<sup>1</sup>

### Rumen cation-exchange kinetics of a synthetic resin

Héctor J Correa Cardona<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Financiado por la Dirección de Investigaciones de la Universidad Nacional, Sede Medellín

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Medellín, Colombia.  
hjcorreac@unal.edu.co

Altos contenidos de potasio (K<sup>+</sup>) en la dieta han sido asociados con la incidencia de hipocalcemia en vacas recién

paridas. El uso de compuestos que impidan su absorción puede contribuir a reducir este problema. Este es el caso de las resinas de intercambio catiónico. Con la finalidad de cuantificar la cinética ruminal del intercambio de K<sup>+</sup> por sodio (Na<sup>+</sup>) de una resina sintética (Lewatit® MonoPlus S 100, Bayer), seis muestras de este compuesto (aproximadamente 1.0 g/muestra) se empacaron en bolsas de nylon de 5 x 10 cm y se incubaron durante 20 min y 2, 4, 8, 16 y 24 h en orden inverso al tiempo de incubación. Posteriormente, las bolsas se lavaron con agua de grifo hasta que esta salió limpia y se secaron a 60 °C/24 h. Tanto en el material original como en los residuos de la incubación ruminal se determinó la concentración de K<sup>+</sup> y Na<sup>+</sup>. La diferencia entre la concentración inicial y la hallada en cada tiempo de incubación se utilizó para estimar la retención o la liberación del ión desde la resina. La concentración inicial de K<sup>+</sup> (0.15%) y Na<sup>+</sup> (4.4%) en la resina se fue modificando a medida que avanzó el tiempo de incubación ruminal hasta estabilizarse a las 24 horas. La máxima concentración de K<sup>+</sup> (2.64%) en la resina se alcanzó a las 4 h de incubación, que implicó un incremento del 1660% con respecto a la concentración inicial. El intercambio de cationes máximo se alcanzó alrededor de las 16 h, momento en que la concentración de K<sup>+</sup> representó el 53% de los cationes en la resina. Aunque esta resina tiene una alta capacidad de retener K<sup>+</sup>, la baja concentración final de este catión limitaría su utilización. Estos resultados, sin embargo, muestran el potencial que tiene este tipo de resinas para desarrollar métodos que permitan retener K<sup>+</sup> en el tracto gastrointestinal impidiendo su absorción.

**Palabras clave:** cinética ruminal, hipocalcemia, potasio, sodio

**Key words:** milk fever, potassium, rumen kinetic, sodium

## Comparación del uso de suplemento proteico de yuca en un sistema de cría de bovinos en el Valle del Cauca, Colombia<sup>1</sup>

### Comparison of the use of Yuca (*Manihot esculenta*) as a protein supplement in a bovine rearing system in the Valle del Cauca region, Colombia

Rómulo Campos<sup>2</sup>, María I Castrillón<sup>2</sup>, Jorge L Gil<sup>3</sup>, Leonidas Giraldo<sup>2</sup>, Harold Ospina<sup>4</sup>, Iván D Ocampo<sup>2</sup>

Proyecto de ejecución mixta CLAYUCA-Universidad Nacional de Colombia-Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, Palmira, Colombia.

<sup>3</sup>CLAYUCA-CIAT

<sup>4</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

Ancestralmente las culturas indígenas latinoamericanas han extraído de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) alimento básico para subsistencia. El futuro en el uso de la yuca es promisorio y puede ser una alternativa viable para la sustitución de materias primas actualmente destinadas a la producción animal. Transformaciones industriales sobre hojas y raíz deben efectuarse para aumentar el potencial de uso de la planta. El presente trabajo tuvo como objetivo comparar la respuesta en consumo y ganancia de peso de un suplemento de yuca, comparado contra el consumo de concentrado comercial en un grupo de bovinos en levante. Para el estudio

se seleccionó un sistema de producción especializado en la cría de animales de la raza Hartón del Valle. El sistema en estudio correspondió a terneros de la raza hartón del Valle, en este grupo se emplearon 42 animales distribuidos en 3 grupos, cada uno con 14 animales, el primer grupo recibió inicialmente 500 g/día de concentrado comercial (NDT 75%), el segundo grupo 500 g/día de suplemento de yuca (36.5% de harina de raíz de yuca, 30% de harina de hoja de yuca, 4.3% de úrea, 5% de sal mineralizada, 20% de vinaza, 4% de polímero, para 55.44% de NDT) y el tercer grupo no recibió suplemento. La base de la dieta era constituida por cogollo de caña y pollinaza (FC 49.55, FDN 57.0, FAD 37.44, EE 1.7, lignina 6.47, proteína 12.48, y cenizas 12.43). Se efectuaron pesajes cada 21 días. El día del pesaje se evaluó el consumo de materia seca de la base forrajera. Diariamente antes del suministro del suplemento se recogía y pesaba el alimento rechazado del consumo anterior. Se encontró una mejor ganancia de peso en los animales en el tratamiento de concentrado. El grupo control y el de suplemento de yuca tuvieron un comportamiento similar, sin embargo, se observó un consumo reducido de este último suplemento. Es posible que estos animales aún no presentaran características ruminales adecuadas para el tipo de alimento suministrado en el suplemento de yuca, mientras que para el concentrado sí. La palatabilidad originada en los relativos altos porcentajes de urea y vinaza pudo determinar disminución del consumo. El uso de polímero como adherente en el suplemento pudo haber ocasionado que la mezcla se tornara poco digerible, dado que fue observada una elevación en los movimientos mandibulares postconsumo lo que se asoció al clásico movimiento de mascar chicle, y derivado de esto los animales mostraban reticencia al consumo mientras que los animales con consumo de concentrado mostraron consumo dinámico. Las ganancias medias de peso para cada uno de los grupos fueron: 658, 527 y 535 g/día para los tratamientos uno, dos y tres respectivamente. Se encontró efecto estacional sobre la ganancia de peso. En los pesajes tres y cuatro, los cuales correspondieron a la fase de entrada de lluvias la ganancia de peso declinó en todos los grupos.

**Palabras claves:** *crecimiento, alimentación, terneros*

**Key words:** *calves, feeding, growth*

### **Comparación de tres métodos para estimar la digestibilidad intestinal de la materia seca y proteína no degradable en rumen, en bovinos de leche y cerdos en crecimiento**

*Comparison of three methods to estimate intestinal dry matter and non degradable rumen protein digestibility in dairy cattle and growing pigs*

Juliana P Palacios García<sup>1</sup>, Héctor J Correa Cardona<sup>2</sup>, Jaime E Parra Suescún<sup>2</sup>

Estudiante Zootecnia, <sup>2</sup>Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. AA 1779, Medellín, Colombia.  
jeparrasu@unal.edu.co

La directa determinación de los valores nutricionales de los alimentos comúnmente utilizados en cualquier especie

animal, implican la recolección total de heces, el uso de marcadores digestivos y la modificación quirúrgica de los animales. Estas técnicas requieren demasiado tiempo y dinero, además de una gran cantidad de alimento. Debido a esto, se ha creado la necesidad de utilizar técnicas de digestibilidad menos traumáticas, invasivas (cánulas ruminales o duodenales) y riesgosas para el animal. Es por ello que se considera necesario establecer la viabilidad de utilizar los datos de digestibilidad total en cerdos, utilizando la técnica de la bolsa móvil de nylon (TBMN) suministrada oralmente como estimador de la digestibilidad posruminal, y establecer la relación entre la estimación de la digestibilidad intestinal de la proteína no degradable en rumen (DIPNDR) por la (TBMN) y el método *in vitro* de tres pasos, ya que estas técnicas no se han aplicado a los alimentos utilizados en el ganado lechero de Antioquia. Debido a lo anterior se utilizará la técnica de la bolsa móvil de nylon con y sin predigestión, y el método de los tres pasos en cerdos y bovinos con el objetivo de establecer la relación entre la estimación de la digestibilidad intestinal de la materia seca (DIMS) y DIPNDR de materias primas utilizadas en la alimentación de ganado lechero en Antioquia. Los experimentos se realizarán en los Centros de Producción Paysandú y San Pablo, pertenecientes a la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Se utilizarán cuatro vacas holstein dotadas con cánula ruminal, dos de las cuales estarán dotadas con cánulas duodenales. Además, se utilizarán 4 cerdos en fase de crecimiento (aproximadamente de 35 kg de peso vivo), los cuales serán utilizados para las pruebas de digestibilidad intestinal con las bolsas móviles de nylon suministradas oralmente. Los animales serán alojados en corrales o jaulas independientes. Los tratamientos estarán constituidos por los métodos de determinación de la DIMS y PNDR (Técnica de la bolsa móvil de nylon con y sin predigestión, y el método de los tres pasos). Se utilizarán nueve alimentos (yuca, maíz, sorgo, torta de soya, harina de pescado, harina de carne, salvado de trigo, salvado de maíz, cascarilla de algodón), los cuales serán distribuidos en los tres tratamientos. Se utilizará un diseño estadístico de bloques al azar, donde cada uno de los tratamientos será aleatorizado a unos de nueve bloques. La tasa de degradación, así como los parámetros de cinética ruminal de las nueve muestras experimentales, se estimarán por la técnica *in situ* de acuerdo con la metodología descrita por Ørskov y Shand (1998). La DIPNDR se estimará mediante la (TBMN) propuesta por el Research Centre Foulum (Hvelplund y Weisbjerg, 2000) y la técnica de los tres pasos. Con este proyecto se pretende conformar y publicar una base de datos con información confiable sobre las posibles diferencias entre las metodologías para la determinación de DIPNDR de diferentes materias primas y compararla con las publicadas a nivel nacional e internacional.

**Palabras claves:** *cánulas, evaluación de alimentos, monogástricos, rumiantes, técnicas in situ, técnicas in vivo*

**Key words:** *cannulas, feed evaluation, in situ techniques, in vivo techniques monogastrics, ruminants*

**Composición de la grasa de la leche en vacas  
en pastoreo de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*)  
o ryegrass (*Lolium spp*) con diferentes  
edades de rebrote<sup>1</sup>**

*Milk fat composition of cows grazing kikuyo  
(*Pennisetum clandestinum*) or ryegrass (*Lolium spp.*)  
with different regrowth ages*

Olga X Aguilar<sup>2</sup> Bárbara Moreno<sup>3</sup>, Edgar Cárdenas<sup>2</sup>, Martha L Pabón<sup>2,3</sup>, Juan Carulla<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Financiado por División de Investigaciones, sede Bogotá (DIB), Bogotá, Colombia.

<sup>2</sup> Grupo de Investigación en Nutrición Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, <sup>3</sup> Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Bogotá, Colombia.

jecarullaf@unal.edu.co, mlpabonr@unal.edu.co

El ALC (C18:2 cis 9 trans 11) se encuentra en buenas concentraciones en la grasa láctea de vacas en pastoreo. Es un compuesto anticarcinogénico, antiaterosclerótico, antidiabético, antilipogénico y potencializa la respuesta inmune. Se evaluó el efecto del consumo de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) o ryegrass (*Lolium spp*) con diferentes edades de rebrote, sobre la composición de ácidos grasos y ALC en la grasa láctea. Se realizaron dos experimentos, en el centro agropecuario Marengo en Mosquera (Cundinamarca). En el experimento uno, cada tratamiento tenía diez vacas lactantes Holstein con promedios de 102 de días en lactancia y 2,3 partos partos. Los tratamientos eran: kikuyo, edad de rebrote 70 días (K70), Kikuyo, edad de rebrote de 50 días (K50) y ryegrass edad de rebrote de 45 días (R45) Se utilizó un sistema de pastoreo en franjas garantizando una oferta forrajera de 4 kg de MS/ 100 kg de peso vivo y una suplementación de alimento balanceado de 1 kg/ 4 kg leche a partir de una producción mayor a 8 Kg/día. En el experimento dos, cada tratamiento tenía diez vacas lactantes Holstein con promedios de días en lactancia (161) y número de partos (2,5). Los tratamientos fueron: ryegrass de 38 días (R38) y kikuyo 58 días (K58) más suplementación de ensilaje de maíz (1.75 Kg MS/día). Los períodos experimentales fueron de 14 días, siete de adaptación y siete de medición. El consumo de forraje se determinó utilizando fibra indigerible en detergente ácido y óxido de cromo. Se recolectaron muestras individuales de leche en los días cero, siete y 14. Se determinó el perfil de ácidos grasos por cromatografía de gases en la grasa láctea. En el experimento uno, el consumo de materia seca total fue de 15,8 y 15.2 kg/día para los animales que pastaban K50 y K70 respectivamente, y diferentes a R45 (13.4 kg/día) (p<0.05). Las concentraciones lácteas de ácidos grasos saturados y monoinsaturados no fueron diferentes entre tratamientos y las de ácidos grasos poliinsaturados fueron mayores para las vacas que consumieron kikuyo. Las concentraciones lácteas de ALC (21.0 mg/g grasa) fueron mayores para las vacas que consumieron K50 seguidas por las que consumieron K70 (13.2 mg/g grasa) y las menores concentraciones fueron para el tratamiento R45 (6.5 mg/g grasa). La concentración láctea de ALC aumentó del día siete al día 14 para R45 y K50 y disminuyó para K70. En el experimento dos, las concentraciones totales de poliinsaturados no fueron diferentes, las concentraciones de saturados fueron mayores para K58 que para R38 (p<0.05) y las concentraciones de monoinsaturados fueron mayores para R38 que para K58 (p<0.05). La concentración de ALC fue mayor para el tratamiento K58 (5.5 mg/g grasa) que para R38 (3.5 mg/g grasa) (p<0.05). La concentración de ALC aumentó entre el día siete y el día 14 para

los tratamientos K58 (218%) y disminuyó para el tratamiento R38 (32%). El consumo de kikuyo resulta en mayores niveles lácteos de ALC que el de ryegrass y los mayores niveles fueron para vacas que pastaban kikuyo de 50 días.

**Palabras clave:** ácidos grasos, ALC, gramíneas

**Key words:** CLA, fatty acids, gramineas

**Condición corporal e indicadores bioquímicos  
en hembras de cría Brahman**

*Corporal condition and biochemical indicators  
in Brahman females*

Julián A Bedoya Cortes<sup>1</sup>, Andrés Quintero Betancur<sup>1</sup>, Henry Mesa<sup>2</sup>, Luis F Uribe-Velasquez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudiante Medicina Veterinaria y Zootecnia, <sup>2</sup>Departamento de Producción Animal, y <sup>3</sup>Departamento de Salud Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia.

jbedoyamvz@hotmail.com, andresquin@hotmail.com,  
henry.mesa@ucaldas.edu.co, lfuribe@ucaldas.edu.co.

Como objetivo general se tuvo el estudio del comportamiento de los metabolitos séricos y la condición corporal en diferentes estados fisiológicos durante el pre y postparto con hembras de raza Brahman. Se contó con una población de cuarenta y cinco hembras clínicamente sanas, divididas en tres grupos (n = 15) dependiendo su edad reproductiva: un grupo de primíparas, otro de segundo parto y por último hembras tercer parto. La condición corporal se evaluó en cada grupo en los diferentes momentos. Se realizaron cuatro muestreos (sangre) en diferentes periodos: cuatro semanas preparto, la semana del parto, la tercera y la sexta semana postparto. Las muestras fueron remitidas al Laboratorio de Patología Clínica de la Universidad de Caldas donde se midieron metabolitos como colesterol total, lipoproteína HDL, triglicéridos y glucosa. Para la medición estadística se utilizó la prueba de Tukey-Kramer con un nivel de significancia del 95%. El efecto colesterol para el primer grupo presentó un leve descenso en el pre y en el postparto (6.4 ± 0.62 y 6.0 ± 1.23 mmol/L, respectivamente); para el segundo grupo se observó un aumento con valores en el pre y postparto de (6.7 ± 0.47 y 7.3±0.44 mmol/L, respectivamente); y para el tercero se obtuvo un descenso significativo (p<0.05) en el pre y en el postparto (11.7 ± 0.78 y 8.1 ± 0.85 mmol/L, respectivamente). La fracción HDL reveló cambios significativos, para el primer grupo en el pre y postparto (5.0 ± 0.40 y 3.0 ± 0.42 mmol/L, respectivamente); para el segundo y tercer grupo los valores preparto aumentaron (2.0 ± 0.13 y 5.7 ± 0.36 mmol/L, respectivamente), y postparto (4.2 ± 0.30 mmol/L) y (6.1 ± 0.48 mmol/L). Los triglicéridos se encontraron dentro de los rangos normales para la raza. La glucosa hallada durante el pre y postparto fue altamente significativa (p<0.05) con valores de 3.5 ± 0.34, y 0.27 ± 0.35 mmol/L, respectivamente, para el primer grupo; 3.4 ± 0.33 y 0.4 ± 0.23 mmol/L, respectivamente, para el segundo; y 2.0 ± 0.39 y 1.3±0.4 mmol/L, respectivamente, para el tercer grupo. Estos resultados reflejan las diferencias marcadas encontradas en la condición corporal de las hembras y en el estado nutricional. En consideración a lo anterior, se encontraron cambios

bioquímicos relacionados con el balance de energía, observando variaciones altamente significativas de algunos metabolitos como la glucosa y la fracción HDL. Podemos concluir que la condición corporal afecto notoriamente el nivel de dichos metabolitos evidenciándose un balance energético negativo moderado.

**Palabras clave:** *colesterol total, glucosa, lipoproteína HDL, triglicéridos*

**Key words:** *glucose, HDL lipoprotein, triglycerides, total cholesterol*

## Contenido de sodio y potasio en la leche y su relación con la concentración de proteína<sup>1</sup>

### *Milk sodium and potassium content and its relationship with protein concentration*

Héctor J Correa C<sup>2</sup>, Juan E Carulla F<sup>3</sup>, Martha L Pabón<sup>3,4</sup>

Financiado por el Laboratorio de Nutrición Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Medellín, Colombia.

<sup>3</sup> Grupo de Investigación en Nutrición Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, y <sup>4</sup> Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Bogotá, Colombia.  
jcarullaf@unal.edu.co, mlpabonr@unal.edu.co

Se ha sugerido que el mecanismo que garantiza el equilibrio osmótico entre la leche y la sangre es parcialmente responsable de la concentración de las proteínas lácteas. El potasio (K) y el sodio (Na) son dos de los componentes de la leche con mayor capacidad de generar presión osmótica por lo que es de esperarse que se correlacionen con el contenido de proteína en la leche. El objetivo de este trabajo fue analizar el contenido de K, Na, proteína cruda (PC) y la presión osmótica (POsm) en muestras individuales de la leche de 10 vacas Normando del hato de la Universidad Nacional, sede Bogotá. Se determinó la POsm con un crioscopio electrónico en muestras de leche fresca y posteriormente estas se secaron a 60°C durante 48 h y se les determinó el contenido de K, Na por espectrofotometría de absorción atómica y N por el método de Kjeldhal. El contenido de N se multiplicó por 6.38 para obtener la concentración de PC. Las concentraciones de K (0,23%), Na (0,90%) y PC (3,4%) se encontraron dentro de los promedios normales pero mostraron coeficientes de variación más altos (15.2, 18.2 y 17.1%, respectivamente) que los observados para la POsm (1,0%), sugiriendo que este último parámetro se encuentra fuertemente regulado. Las concentraciones de K y Na correlacionaron negativamente entre sí ( $r = -0,71$ ) mientras que la concentración de Na correlacionó positivamente con la concentración de PC ( $r = 0,84$ ) y la de K negativamente ( $r = -0,63$ ). Estos resultados sugieren que la manipulación del contenido de K y Na en la leche a través de la dieta podría constituirse en un mecanismo para incrementar el contenido de PC en la leche.

**Palabras clave:** *presión osmótica, leche cruda*

**Key words:** *osmotic pressure, raw milk*

## Crecimiento del cladócero *Daphnia pulex* en diferentes medios de cultivo

### *Growth of Daphnia pulex cladocero under several culture media*

Carlos M Rivera N, IP; Mónica Botero-Aguirre, Zoot, Dr. Biol. Mar. Acui.

Grupo de Investigación en Ciencias Agrarias-GRICA;  
Universidad de Antioquia AA 1226, Medellín, Colombia.  
carlos\_mario\_rivera@yahoo.es

El alimento vivo (zooplancton) es esencial durante el desarrollo larvario de los peces, ya que facilita el crecimiento y la sobrevivencia de estas, proporcionando la cantidad y la calidad de nutrientes esenciales. La *Daphnia* es una especie fundamentalmente de aguas cálidas, tiene alto contenido de ácidos grasos  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6 y enzimas tales como proteasas, amilasas, lipasas y aún celulasas que pueden servir como exoenzimas que contribuyen a los procesos digestivos de la larva. Para el presente trabajo se realizaron dos ensayos con diferentes medios de crecimiento para *Daphnia*. Para el primer ensayo se utilizaron cuatro tratamientos como medio de cultivo: papa (50 g: 1 l de agua, p/v), acelga licuada (50 g: 1 l de agua, p/v), levadura (0.5 g: 50ml de agua, p/v) y levadura (0.5 g: 50ml de agua, p/v). Para cada tratamiento se tomaron 5, 10, 2.5, y 1.25 ml, respectivamente, por litro de agua para cultivo de las *Daphnias*. Se emplearon frascos con 2 l del medio de cultivo respectivo, 4 réplicas/tratamiento, para un total de 16 frascos. A cada frasco se les sembraron 30 *Daphnias*. Los crecimientos obtenidos fueron:  $190.37 \pm 305.36$  ind/l para el tratamiento con papa;  $289.75 \pm 153.08$  ind/l para el tratamiento con acelga licuada;  $154 \pm 93.57$  ind/l, para el tratamiento con levadura; y  $176.12 \pm 61.87$  ind/l, para el tratamiento con levadura (concentración media). No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos ( $p > 0.05$ ). Para el segundo ensayo se emplearon tres tratamientos levadura (0.5 g: 50ml de agua, p/v) de la que se tomaron 1.25 ml/l de agua; microalgas en crecimiento con solución mineral (5 ml Crecifol®/l de agua) de donde se tomaron 10ml/l (v/v), y una mezcla de levadura+microalgas (LM), a la mitad de la concentración de cada uno de los tratamientos anteriores. Los crecimientos obtenidos fueron:  $373.1 \pm 277.7$  ind/l para el tratamiento con levadura;  $523.76 \pm 63.35$  ind/l, para el tratamiento con microalgas; y  $662.1 \pm 193.88$  ind/l, para el tratamiento LM, sin observarse diferencias significativas entre tratamientos ( $p > 0.05$ ). El incremento de la población/día para los cuatro tratamientos fue de 14.1, 17.5, 12.37, y 13.46%, respectivamente. Con base en los resultados se puede concluir que la mezcla de levadura y microalgas ofrece los mejores resultados para crecimiento y persistencia del cladóceros y que concentraciones más bajas de levadura, son benéficas para estimular el crecimiento de cultivo. El incremento de la población/día para los tres tratamientos fue de 19.7, 22.6, y 24.73%, respectivamente, observándose una mayor reproducción en el tratamiento la mezcla de levadura y microalgas.

## Degradabilidade *in situ* de cinco genótipos de sorgo colhidos em três estágios de maturidade

*Degradabilidade *in situ* de cinco genótipos de sorgo colhidos em três estados de maturidade*

Ricardo Rosero Noguera<sup>1</sup>, Eloisa de Oliveira Simões Saliba<sup>2</sup>, Norberto M Rodriguez<sup>2</sup>, Lucio C Gonçalves<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Investigación en Ciencias Agrarias GRICA, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

<sup>2</sup>Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais  
ricardonoguera@agronica.udea.edu.co

As pastagens constituem a principal fonte de alimento para os bovinos no Brasil. Nestas condições os níveis ótimos de produção só serão atingidos quando a disponibilidade de nutrientes na MS ingerida for capaz de suprir as demandas nutricionais dos animais em pastejo. Devido a que a qualidade das forragens limita a produção de carne e leite métodos que permitam avaliar a qualidade nutricional dos alimentos são de grande interesse. O objetivo do presente estudo foi determinar o efeito do estágio de maturação de cinco genótipos de sorgo (Massa 3, Volumax, BR 601, BR 700 e BR701) na cinética de degradabilidade “*in situ*”. Avaliou-se a degradabilidade “*in situ*” da matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemiceluloses e celulose de cinco genótipos de sorgo colhidos em três estágios de maturidade (quando os grãos se apresentaram em estado leitoso, pastoso e farináceo, primeira, segunda e terceira época de colheita). Foram utilizados quatro ovinos machos castrados alimentados com feno de tifton e 200 g de concentrado em um delineamento de parcelas sub-sub divididas. Os genótipos Massa 3 e Volumax apresentaram as maiores degradabilidades da MS na segunda e terceira época de corte, já para os genótipos BR 601, BR 700 e BR 701 nenhuma diferença estatística foi verificada nas três épocas de colheita do material, indicando que a idade da planta não teve efeito sobre a degradabilidade da MS. Ao avaliar a degradação da FDN e da FDA os genótipos Massa 3, Volumax, BR 601 e BR 700 apresentaram as maiores percentagens de desaparecimento para estas frações na segunda e terceira época de colheita do material. Contrariamente o genótipo BR 701 apresentou a menor percentagem de degradação na terceira época de colheita do material, fato atribuído a diferenças na composição química dos carboidratos estruturais da parede celular e ao tipo de ligações que estes mantêm com a lignina. A partir destes resultados concluiu-se que o avanço no estágio de maturidade das plantas não teve nenhum efeito sobre a cinética de degradação.

**Palavras chave:** digestibilidade, forragem, rumen

**Key words:** digestibility, forage rumen

## Degradación de la proteína, la materia seca y la materia orgánica en fluido ruminal o fluido ruminal más pepsina/HCl de mezclas de leguminosas tropicales con contenidos contrastantes de taninos<sup>1</sup>

*Degradation of protein, dry matter and organic matter of tropical legume mixtures with contrasting tannin contents using ruminal fluid or ruminal fluid plus pepsin/HCl*

Javier E Cortés C<sup>2</sup>, Martha L Pabón R<sup>2,3</sup>, Tassilo T Tiemann<sup>4</sup>, Carlos E Lascano<sup>4</sup>, Hans Dieter Hess<sup>5</sup>, Juan E Carulla F<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trabajo cofinanciado por CIAT, CORPOICA, ETH, Zürich, Suiza y Universidad Nacional de Colombia

<sup>2</sup>Grupo de Investigación en Nutrición Animal, Departamento de Ciencias para la Producción Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia,

<sup>3</sup>Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

<sup>4</sup>Proyecto de gramíneas y leguminosas tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali, Colombia.

<sup>5</sup>Agroscope Liebefeld-Posieux, Alimentación de la vaca lechera, Estación experimental ALP, CH-1725 Posieux. Bélgica  
jecortesc@unal.edu.co, jecarullaf@unal.edu.co, mlpabonr@unal.edu.co

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) ha identificado leguminosas arbustivas que se adaptan bien a suelos ácidos y que tienen un alto contenido de proteína cruda (PC). Pero el uso de varias de estas leguminosas en la alimentación animal está limitado por sus altas concentraciones de taninos condensados (TC). Una gramínea (*Brachiaria humidicola*, CIAT 6133) y 13 mezclas de la gramínea suplementada con leguminosas se incubaron *in vitro* con fluido ruminal/buffer McDougall (1/4) durante 48 h a 39°C. Una leguminosa no-tanifera (*Cratylia argentea*, CIAT 18668) y cada una de las leguminosas taníferas (*Calliandra calothyrsus*, CIAT 22310 y 22316, *Flemingia macrophylla*, CIAT 17403 y *Leucaena leucocephala*, CIAT 734) se mezclaron en proporciones 3:0, 2:1, 1:2 y 0:3. Estas mezclas se adicionaron a la gramínea en una relación 1:3 en base a materia seca (Experimento 1). En el Experimento 2 se reemplazó *B. humidicola* en 0, 25 y 50% con cada una de las leguminosas taníferas sin o con polietilenglicol (PEG; TC:PEG, 1:1) para inactivar los TC. Un total de 9 muestras se incubaron por tratamiento. Después de la incubación con fluido ruminal, tres muestras de cada tratamiento se filtraron para estimar la digestibilidad aparente de MS (DIVMSar) y MO (DIVMOar). Tres muestras fueron filtradas y el residuo sólido tratado con solución de FDN para determinar la digestibilidad verdadera de MS (DIVMSvr) y de PC en fluido ruminal (DIVPCvr). Los restantes tres tubos se incubaron por 24 h adicionales con pepsina/HCl y se determinó la digestibilidad total de MS (DIVMSt) y proteína (DIVPct). La concentración de amonio se determinó a las 0, 6, 12, 24 y 48 h. En ambos experimentos, se observó una reducción (-2% a -64%) en las digestibilidades y la concentración de amonio debida a la adición de leguminosa tanifera y un aumento debido a la adición de PEG (p<0.05). Sin embargo, la magnitud del efecto dependió de la especie (p<0.05). Las digestibilidades en fluido ruminal y fluido ruminal + pepsina/HCl y la concentración de

amonio en fluido ruminal (variables) se ajustaron a un modelo lineal y las diferencias entre pendientes (cambio en la variable/mg TC) se analizaron con una prueba t. En ambos experimentos, la inclusión de *F. macrophylla* disminuyó la DIVPCvr/mg TC en mayor magnitud que la inclusión de las otras leguminosas (pendiente mayor) ( $p < 0.05$ ). En el Experimento 1, la inclusión de *L. leucocephala* disminuyó en mayor proporción la DIVPct/mg TC que las demás especies, mientras que en el Experimento 2, presentó un menor efecto ( $p < 0.05$ ). Estos resultados indican que los TC de *F. macrophylla* o *L. leucocephala* son más efectivos en disminuir la degradabilidad ruminal de PC (-1.6 y -1.3%/mg TC respectivamente) y la digestibilidad de PC en fluido ruminal + pepsina/HCl (-0.8 y -0.7%/mg TC respectivamente). Sin embargo una mayor parte de proteína ligada a los taninos de *F. macrophylla* que es protegida de la degradación microbial en el rumen parece estar disponible para la digestión con pepsina/HCl en el abomaso.

**Palabras clave:** abomasal, *Calliandra calothyrsus*, *Flemingia macrophylla*, *Leucaena leucocephala*, polietileno glicol, ruminal

**Keywords:** abomasal, *Calliandra calothyrsus*, *Flemingia macrophylla*, *Leucaena leucocephala*, polyethylene glycol, ruminal

### Degradación *in vitro* de torta de soya tratada con taninos purificados a partir de hojas de leguminosas tropicales

#### *In vitro* digestibility of soybean meal treated with purified tannins obtained from tropical legumes leaves

Javier E Cortés<sup>2</sup>, Bárbara Moreno<sup>2</sup>, Martha L Pabón<sup>3</sup>, Patricia Ávila<sup>4</sup>, Hans Dieter Hess<sup>5</sup>, Juan E Carulla<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Grupo de Investigación en Nutrición Animal, <sup>3</sup>Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

<sup>4</sup>Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.

<sup>5</sup>Agroscope Liebefeld-Posieux, Estación experimental ALP, Suiza.

El uso de muchas leguminosas arbustivas en la nutrición animal se restringe por altas concentraciones de taninos condensados (TC) en el follaje que disminuyen la degradación ruminal de la proteína cruda (PC). Resultados de estudios anteriores sugieren, que el efecto de TC sobre la digestión de nutrientes no solo depende de la concentración sino también del tipo de TC en la planta. Para identificar posibles diferencias en la actividad biológica de taninos específicos se determinó la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (MS) y PC de torta de soya en fluido ruminal y fluido ruminal + pepsina/HCl en presencia de taninos purificados de *Calliandra calothyrsus* (CIAT 22310), *Calliandra calothyrsus* (CIAT 22316), *Flemingia macrophylla* (CIAT 17403) y *Leucaena leucocephala* (CIAT 734). Soluciones (5 ml) con diferentes concentraciones de taninos se adicionaron a 0.321 g de torta de soya (150 mg de proteína) para alcanzar proporciones de TC:PC de 0, 300, 600 o 900 mg/g y se dejaron en reposo durante 12 horas a 39°C para permitir la interacción tanino-proteína. Sobre esta mezcla se adicionó fluido ruminal/buffer McDougall (1/4), se gasificó con CO<sub>2</sub> y se incubó durante 48 h a 39°C para determinar la digestibilidad de la materia seca (DIVMSr) o de la proteína en fluido ruminal (DIVPcr)

y se determinó la concentración de amonio a las 48 horas. Para determinar la digestibilidad total de la materia seca (DIVMSr) o total de la proteína (DIVPcr) a un grupo de tubos adicionales, se les agregó fluido ruminal/buffer (incubación 48 h) + una solución de pepsina/HCl (incubación 24 h). La proteína no degradada en rumen pero digerida por pepsina (PCndr) se calculó por diferencia entre los valores de DIVPcr y DIVPct. La adición de taninos disminuyó la DIVMSr, DIVMSr, DIVPcr, DIVPct y la concentración de amonio en diferentes magnitudes (-16% a -73%) ( $p < 0.01$ ), dependiendo de la especie pero la PCndr aumentó en todos los casos. La DIVMSr, DIVMSr, DIVPr y DIVPt y la concentración de amonio (variables) se ajustaron a un modelo exponencial y las diferencias entre pendientes (cambio en la variable/mg de TC) se analizaron con una prueba t. Los taninos de *F. macrophylla* provocaron una reducción en la DIVMSr, DIVPcr y la concentración de amonio por miligramo de TC (pendiente) mayor a las otras especies ( $P < 0.05$ ). La menor disminución/mg TC (menor pendiente) se presentó con taninos de *L. leucocephala* ( $p < 0.05$ ). En general los efectos de los TC fueron mayores sobre la degradabilidad ruminal que sobre la digestibilidad total de MS y PC, excepto para TC de *L. leucocephala*. La menor disminución en la degradabilidad ruminal de PC y el menor aumento en la PC digerible en el abomaso se obtuvo con los taninos de *L. leucocephala*. Se puede concluir que los TC de las leguminosas evaluadas disminuyen la degradación de la torta de soya en fluido ruminal y en fluido ruminal + pepsina/HCl pero la magnitud de esta disminución depende de la especie. Los taninos de *L. leucocephala* parecen tener el menor potencial para generar PC sobrepasante digerible en el abomaso.

**Palabras clave:** abomasal, amonio, materia seca, proteína, rumen, suelos ácidos

**Key words:** abomasal, acidic soils, ammonia, dry matter, protein, rumen

### Desarrollo y evaluación de un sistema integrado de producción peral-ovinos

Vladimir Sánchez Moreno

Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia.  
vladimirsanchez@unillanos.edu.co

El uso de la tierra de una forma eficiente y diversificada, sin dañar los ecosistemas, obedece a una necesidad inmediata de producir alimentos y preservar el planeta. En este sentido, el pequeño productor requiere garantizar en sus cultivos una rentabilidad que le permita sostener la economía familiar. Bajo esta óptica se trazó como hipótesis de trabajo que el desarrollo de un sistema de crianza de ovinos, en un cultivo de pera, permite hacer un uso más eficiente de la tierra y obtener mayores beneficios económicos. Para demostrar esta hipótesis se estableció como objetivo general contribuir a la diversificación de la producción de pera mediante el desarrollo de un sistema integrado con ovinos. Como unidad experimental se utilizó una explotación de pera de 1.2 ha con 20 años de establecida, situada en el municipio de Nuevo Colón, Departamento de Boyacá en Colombia, a una altitud de 2.450 msnm, temperatura promedio de 14°C, precipitación anual

de 900 mm y humedad relativa de 70%, suelo franco con pH = 5.2, contenido de materia orgánica de 1.63% y en una región clasificada ecológicamente como bosque seco montano bajo (bs-MB). La revisión bibliográfica indicó que existía muy poca información sobre el uso de ovinos en frutales, más limitada aun en el caso de los perales, motivado por la concepción de los fruticultores de que los ovinos destruyen los cultivos. Para dilucidar la veracidad de esta afirmación se realizó una evaluación etológica (Fase I) con 9 ovinos (24.8 animales/ha), los cuales tenían libre acceso al pasto que habitualmente crece bajo los árboles, desde las 8:30 a.m. hasta las 5:30 p.m. Se midió la composición botánica y la disponibilidad de materia seca, y se realizó un análisis de suelo. El pasto predominante fue el Ray grass (*Lolium sp.*), con 58.9%, y se detectaron 9 especies diferentes. La disponibilidad fue de 4,11 t de MS/ha. Las observaciones etológicas demostraron que los ovinos efectuaban sus principales acciones de ingestión y de desplazamiento durante las primeras horas de la mañana y al final de la tarde; mientras que en las horas de mayor luminosidad y calor su actividad fundamental era la de rumia y descanso. También se constató que no depredaban los árboles. El peso inicial de los animales fue de 21 kg y se obtuvieron ganancias medias de 209 g/animal/día. Estos resultados sugirieron que era recomendable realizar una siembra con pastos mejorados que garantizaran suficiente alimento en cantidad y calidad. En la Fase II, con el objetivo de determinar la carga óptima a explotar dentro de este sistema, se preparó el terreno con retrobator (rotovador) para efectuar una siembra, en franjas, de Ray grass italiano (*Lolium multiflorum*) y trébol blanco (*Trifolium repens*), en una proporción de 70:30. Se dividió el área en tres lotes de 0.4 ha para evaluar tres cargas (15, 30 y 45 animales/ha) durante 121 días. Se midió la composición botánica y bromatológica, la disponibilidad del pasto y la ganancia diaria de peso de los animales. Se desarrolló una metodología nueva para evaluar el nivel de (resúmen cortado en 500 palabras).

**Palabras clave:** oveja, peras, sistema agrosilvopastoral, sheep, pears, silvopastoral systems

### Desarrollo y evaluación de un suplemento utilizando la planta integral de yuca y subproductos de la agroindustria de la caña de azúcar

*Development and evaluation of a supplement using the whole of cassava plant and by-products of the sugar cane agro-industry*

Jorge L Gil<sup>1</sup>, Zoot; Rómulo Campos<sup>2</sup>, MV, Dr. Sci; Leonidas Giraldo<sup>2</sup>, MVZ; Harold Ospina<sup>3</sup>, Zoot, PhD; Sandra Perilla<sup>2</sup> Est. Zoot.

<sup>1</sup>Clayuca/Ciat. Cali, Colombia.

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, Palmira, Colombia.

<sup>3</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil,  
j.l.gil@cgia.org, rcampos@palmira.unal.edu.co,  
lgiraldo@palmira.unal.edu.co, harold.patino@ufrgs.br,  
samipd80@hotmail.com

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz), es considerada una planta de uso integral en la alimentación animal, en especial para ganado bovino, ofreciendo grandes cantidades de energía proveniente del almidón contenido en la raíz y niveles altos de proteína y fibra que aporta su follaje. La agroindustria de la caña, en los últimos años, se ha especializado en la obtención de alcohol, generando

grandes cantidades de efluentes tales como las vinazas. Una alternativa para el manejo ecológico de estos efluentes es realizar transformaciones industriales a los productos de la yuca (raíces y follaje) para que junto con las vinazas puedan ser incorporados en suplementos proteicos y energéticos para rumiantes. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el consumo y la ganancia de peso de novillas en pastoreo, suplementadas con sales proteinadas elaboradas a partir de harina de raíz y hojas de yuca y vinaza. Para el estudio se utilizaron 20 novillas de reemplazo de la raza Holstein con un peso promedio de 167.6 kg, divididos en dos grupos de 10 animales cada uno. Un grupo para evaluar el suplemento proteico con base en yuca y vinaza y el otro para evaluar la utilización de un suplemento comercial. El experimento tuvo una duración de 120 días (septiembre a diciembre), y para ello se emplearon 4 potreros sembrados con pasto estrella africana (*Cynodon nlenfluensis*), con un área promedio de 5,518.5 m<sup>2</sup> por potrero para la rotación de los animales (cada grupo utilizó dos potreros), se realizó una medición del aporte de forraje en materia seca obteniéndose un promedio de 1957.80 kg de MS por potrero por corte. El ensayo fue realizado en las instalaciones del CNI-Palmira de Corpoica, Los animales se distribuyeron al azar en dos grupos: el primer grupo recibió 1.5 kg de suplemento comercial concentrado (18% de proteína y 67% de NDT) y el segundo grupo recibió 1.0 kg de suplemento con base en yuca y vinaza (21% proteína y 56% de NDT), a este grupo se le realizó un acostumbramiento previo de 10 días. Se efectuaron pesajes cada 21 días, y se evaluó el consumo de suplemento teniendo en cuenta la oferta diaria (el suplemento comercial y el suplemento con base en yuca eran pesados en la mañana con el suministro y en la tarde se realizaba un repaso de los comederos para pesar desperdicios o sobras). En ambos casos, el consumo de los suplementos fue completo, a pesar que el suplemento basado en yuca, presentó durante la semana 4 del ensayo un consumo discontinuo (el kilo de suplemento duraba un día en el comedero de los animales). Al evaluar las ganancias de peso, se encontró que los animales que consumieron el suplemento de yuca y vinaza presentaron un mejor comportamiento que con el concentrado comercial, las ganancias de peso estuvieron en promedio de 0.48 k/día para el suplemento de yuca y 0.36 para el concentrado comercial.

**Palabras clave:** alimentación, nutrición de rumiantes, rumiantes, vinaza, yuca

**Key words:** feeding, cassava, ruminant nutrition, vinasses

### Digestibilidad posruminal de la proteína cruda del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*)<sup>1</sup>

*Post-ruminal crude protein digestibility of kikuyu grass*

Ferley Monsalve Cifuentes<sup>2</sup>, Héctor J Correa Cardona<sup>3</sup>

Financiado por la Dirección de Investigaciones de la Universidad Nacional, Sede Medellín

<sup>2</sup>Zootecnista, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Medellín, Colombia.  
hjcorrea@unal.edu.co

La digestibilidad posruminal es un parámetro de suma importancia en la evaluación nutricional de alimentos para rumiantes. Para su estimación, han sido utilizados cerdos como

biológicos que implican un menor costo en el manejo de animales y la ausencia de intervenciones quirúrgicas. Con el objetivo de estimar la digestibilidad pos ruminal de la proteína cruda no degradable en el rumen (DIPNDR) del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) utilizando cerdos en levante, se tomaron muestras de esta gramínea que había sido sometida a dos niveles de fertilización nitrogenada (0 y 50 Kg/ha/corte) y cosechado a dos edades (30 y 60 días). Para ello se utilizaron cuatro cerdos machos castrados (¼ Pietran x ¼ Large White x ½ Landrace) de 60 Kg de peso, a cada uno de los cuales se le introdujo 32 bolsas de nailon de 1.5 x 2.5 cm. que contenían el residuo de la degradación ruminal a las 16 horas (DR16) del pasto kikuyo sometido a los cuatro tratamientos. Las bolsas fueron introducidas de manera forzada vía oral y al azar durante cuatro días a mañana y tarde a la hora del suministro del alimento concentrado (cuatro bolsas/comida/cerdo) y recuperadas en las heces a partir de las 31 horas de introducida la primera bolsa y hasta las 96 h posteriores a la última incubación. Las bolsas recuperadas fueron lavadas y secadas durante 48 h en una estufa de aire forzado a 60 °C. Posteriormente, se les determinó el contenido de PC. Los datos de DIPNDR fueron estimados por diferencia. Los tratamientos no afectaron ni en el contenido de proteína cruda (PC), ni en la DR16. El promedio de DIPNDR fue de 58.57% con un coeficiente de variación de 10.66 % sin que se presentaran diferencias entre los tratamientos ( $p > 0.05$ ), siendo consistente con el contenido de PC y la DR16. Se concluye que la técnica de la bolsa móvil de nailon es un método válido para estimar la DIPNDR ya que fue consistente con el contenido de PC y la DR16, además de ser práctico, económico y de fácil manejo al no requerir animales quirúrgicamente modificados ni jaulas metabólicas.

**Palabras clave:** *modelos biológicos, bolsas móviles*

**Key words:** *biologic models, mobile bags*

## Efectos asociativos de la suplementación energética y proteica de forrajes de baja calidad en ovinos<sup>1</sup>

### *Associative effects of low quality forage energy and protein supplementation in sheep*

André L Finkler da Silveira<sup>2</sup>, MV, MS; Harold Ospina Patino<sup>3</sup>, Zoot, Dr.Sc.

Tese de Doutorado em Zootecnia. Faculdade de Agronomia. Departamento de Zootecnia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil.

<sup>2</sup>Doctorado en el Programa de Postgrado en Zootecnia – UFRGS – Brasil. Becario CNPq.

<sup>3</sup>Profesor del PPG – Zootecnia. Laboratório de Nutrição de Ruminantes (LANUR) – UFRGS - Brasil

A pesar de la suplementación energética tener el mayor potencial para modificar el desempeño productivo y reproductivo de los animales en pastoreo, es la menos utilizada debido a su elevado costo de implementación y la presencia de los efectos asociativos negativos sobre la digestión de la fracción fibrosa de la dieta. El objetivo de este trabajo fue evaluar la amplitud de la respuesta (consumo y/o digestibilidad) a la suplementación proteica y energética y su relación con algunos parámetros ruminales. Fue realizado un experimento de suplementación con 8 ovinos machos enteros, fistulados en el rumen en un diseño experimental completamente aleatorio repetido en el tiempo (3 periodos experimentales). Los tratamientos evaluados fueron dos niveles de suplementación con maíz molido (0 y 1 % del peso corporal) y 4

niveles de suplementación de proteína degradable en el rumen en relación al requerimiento estimado de 13 % de la materia orgánica digestible (PDR: 0, 40, 80 y 120 %). El forraje utilizado fue heno de Coast Cross (*Cynodon dactylon*) de baja calidad (PB: 5.5 %, FDN: 78.6 %). Las fuentes de PDR fueron proteína aislada de soya y amiréa. Fueron realizadas medidas de digestibilidad, consumo, pH y N-NH<sub>3</sub> ruminales, degradabilidad ruminal de MS y FDN y parámetros de la degradación ruminal. Sobre la digestibilidad fueron observados efectos de la PDR solamente cuando hubo suplementación con energía, siendo el efecto lineal y positivo para la digestibilidad de la MO, FDN, celulosa, digestibilidad real de la MO y digestibilidad estimada del heno. No hubo efectos de la suplementación con PDR sobre el consumo, siendo este afectado apenas por la suplementación energética. Los niveles de amonio ruminal aumentaron con la suplementación con PDR y la respuesta fue lineal cuando hubo energía suplementar y cuadrática cuando no hubo suplemento energético. El pH ruminal fue afectado por el nivel de energía y por la disponibilidad de N-NH<sub>3</sub> en el rumen, siendo en ambos de manera negativa. El aumento en la concentración de N-NH<sub>3</sub> afectó la digestibilidad cuando la energía fue suplementada sin que hubiera efecto cuando fue suplementada apenas con PDR. La degradabilidad ruminal de la MS y de la FDN fue afectada negativamente por el nivel de energía a partir de 6 hasta las 96 horas de incubación. La tasa de degradación ruminal de la MS y de la FDN fue afectada positiva y linealmente por la suplementación con PDR en la presencia de suplemento energético, sin detectarse efecto de la PDR en la ausencia de energía. El análisis de los datos por regresión mostró que hubo aumento en el consumo de materia orgánica digestible (CMOD) en los animales que recibieron suplemento energético cuando la relación entre el consumo de PDR y el CMOD (CPDR:CMOD) fue próximo de 11.8 % sin que hubiera respuesta en la ausencia de suplemento energético. La relación ideal entre CPDR:CMOD, así como la concentración óptima de nitrógeno amoniacal dependen del tipo de dieta utilizada.

**Palavras chave:** *coeficiente de substituição, amonio ruminal, degradabilidade ruminal, consumo, digestión*

**Key words:** *digestibility, feed intake, substitution coefficient, ruminal ammonia, ruminal degradability*

## Efecto de diferentes niveles de polietilenglicol sobre la digestión *in vitro* de la materia seca y la proteína de leguminosas tropicales ricas en taninos<sup>1</sup>

### *Effects of different levels of polyethylene glycol on in vitro dry matter and protein digestion of tropical tannin-rich legumes*

Maria M Knowles<sup>2</sup>, Martha L Pabón<sup>2,3</sup>, Hans Dieter Hess<sup>4</sup>, Juan E Carulla F<sup>2</sup>

Trabajo cofinanciado por CIAT, CORPOICA, ETH-Zürich, Suiza y la Universidad Nacional de Colombia.

<sup>2</sup> Grupo de investigación en Nutrición Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. <sup>3</sup> Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia

<sup>4</sup> Agroscope Liebefeld-Posieux, Estación experimental ALP, Suiza. jecarullaf@unal.edu.co, mlpabonr@unal.edu.co

Se evaluó el efecto de inhibir los taninos con polietilenglicol (PEG) sobre la liberación de amonio, la digestibilidad *in vitro*

de la materia seca y de la proteína de las leguminosas taníferas, *Flemingia macrophylla* (CIAT 17403) y dos accesiones de *Calliandra calothyrsus* (CIAT 22310 y 22316) utilizando fluido ruminal o fluido ruminal+pepsina/HCl. Se adicionaron diferentes cantidades de PEG para lograr diferentes niveles de taninos activos. Soluciones (5 ml) con diferentes concentraciones de PEG se adicionaron a 0.5 g de materia seca (MS) de leguminosa para alcanzar relaciones PEG:tanino, 0:3, 1:3, 2:3 y 3:3. Se dejaron en reposo durante 12 horas a 39°C para permitir la interacción tanino-PEG. Sobre esta mezcla se adicionó fluido ruminal/tampón McDougall (1/4), se gasificó con CO<sub>2</sub> y se incubó por triplicado durante 48 h a 39°C para determinar la digestibilidad en fluido ruminal. Para determinar la digestibilidad en fluido ruminal + pepsina/HCl a un grupo de tubos adicionales, se les agregó fluido ruminal/buffer (incubación 48 h) y una solución de pepsina/HCl (incubación 24 h). La concentración de amonio incrementó en forma lineal con el aumento del nivel de PEG sin una clara diferencia entre las leguminosas ( $p < 0.0001$ ). Para todas las leguminosas un aumento en la relación PEG:taninos incrementó de manera similar la digestibilidad de la MS en fluido ruminal (DIVMSr) y en fluido ruminal + pepsina/HCl (DIVMSp). Sin embargo, para la *C. calothyrsus* 22310 la relación máxima PEG:tanino (3:3) no fue suficiente para inhibir totalmente el efecto de los taninos y por lo tanto la DIVMSr no se estabilizó como en el caso de las otras leguminosas. La respuesta a la adición de PEG fue menor para *C. calothyrsus* 22316 que para las otras leguminosas evidenciado por sus valores más bajos de DIVMSp. La degradabilidad ruminal de la proteína (DIVPr) aumentó linealmente al aumentar la adición de PEG para las tres leguminosas lo cual está de acuerdo con la liberación de amonio ya que a una mayor degradación ruminal se produce más amonio. La respuesta a la adición de niveles bajos de PEG (1:3 o 2:3) fue menor para la DIVPr de *C. calothyrsus* 22316 que para las otras dos leguminosas. La digestibilidad de la proteína en fluido ruminal + pepsina/HCl (DIVPp) de las tres leguminosas se comporta similar y alcanza el máximo nivel con 1:3. Se concluye que la relación PEG:tanino necesaria para inhibir el efecto de los taninos varía de acuerdo al tipo de leguminosa y la variable de respuesta evaluada.

**Palabras clave:** abomasal, amonio, materia seca, PEG, proteína, rumen

**Key words:** abomasal, ammonia, PEG, dry matter, protein, rumen

### Efecto de la frecuencia de alimentación semanal y ayuno en la velocidad del vaciado del estómago en dorada *Sparus aurata*

*The effect of weekly feeding frequency and starvation on the velocity of gastric evacuation in gilthead sea bream *Sparus aurata**

J Gómez Peñaranda<sup>1</sup>, Zoot, PhD; M Jover Cerda<sup>2</sup>, Ing. Agro. PhD.

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Colombia

<sup>2</sup>Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.  
jagomezp@palmira.unal.edu.co

Diversos autores centraron sus trabajos principalmente sobre el desarrollo de la suposición de sí el ritmo de evacuación gástrica

era realmente lineal para todos los peces o si declina más o menos exponencialmente, se han realizado gran cantidad de trabajos en esta cuestión, y todavía no se ha encontrado una solución que satisfaga completamente a todos, debido a las diferentes especies, alimentos y métodos usados. Esta prueba cuantifica la velocidad de vaciado del estómago en el día de inició regular de alimentación posterior al ayuno. Se recogieron muestras de contenido estomacal en periodos de 2 horas después de cada toma (toma mañana 9:30 y toma tarde 15:30), hasta esperar el primer indicio de vaciado del estómago. Para este fin, se utilizaron doradas de un peso inicial  $18 \pm 0,11$  g; diseñándose tres tratamientos de tres replicas por tratamiento, cada uno con un total de 165 peces alimentados a saciedad: alimentación 5 días y ayuno sábado y domingo (T5); alimentación 6 días y ayuno el domingo (T6) y alimentación 7 días a la semana (T7). El tratamiento T5 presentó una mayor cantidad de contenido estomacal desde el inicio de la alimentación hasta la toma de la tarde. Los lotes de doradas del tratamiento T6, presentaron un contenido estomacal muy parecido a los del tratamiento T7, solo encontrándose diferencias en la primera muestra posterior a la toma de la mañana. Como se pudo observar, posterior a la toma de la mañana, todos los tratamientos excepto el T5 que conservó el 30% de su contenido, vaciaron prácticamente todo el contenido estomacal antes de iniciar la toma de la tarde, este comportamiento mejoró la ingestión de alimento de los tratamientos T6 y T7 en dicha toma. Igualmente, el vaciado del estómago posterior a la toma de la tarde, se produjo aproximadamente en las 6 h siguientes, aunque el tratamiento T5 no logró vaciar más del 60% de su contenido estomacal respecto a los demás tratamientos que vaciaron el 90%. Por lo tanto, la velocidad del vaciado del estómago esta condicionada por el tamaño de la ración. Tras la respuesta hiperfágica en el primer día de alimentación posterior al ayuno, los lotes de dorada que se alimentaron cinco días a la semana presentaron mayor cantidad de alimento en el estómago tras la primera medición, y son precisamente estos los únicos que no terminan de evacuar su contenido estomacal entre el intervalo de tiempo que separa las dos tomas. Este mismo comportamiento se hace presente en las horas posteriores a la toma de la tarde. Esto hizo pensar que cuando la cantidad de contenido estomacal fue mayor, el tiempo necesario para vaciar el estómago de las doradas se incrementó.

**Palabras clave:** evacuación, ingesta, ración, saciedad

**Key words:** evacuation, ingest, rations, satiate

### Efecto de la inclusión de papa (*Solanum tuberosum*) en la cinética de fermentación *in vitro* del pasto kikuyu (*Pennisetum clandestinum*)

*Effect of dehydrated potato (*Solanum tuberosum*) on the kinetics of in vitro kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) fermentation*

Ricardo Rosero Noguera<sup>1</sup>, Cristina Ramirez<sup>2</sup>, Sandra Posada Ochoa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Investigación en Ciencias Agrarias, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

<sup>2</sup> Estudiante Universidad Nacional de Colombia- sede Medellín.  
Medellín, Colombia.

ricardonoguera@agronica.udea.edu.co

Los carbohidratos constituyen el 80% de la materia seca (MS) de las dietas para ruminantes y pueden ser clasificados como

estructurales (CE) y no estructurales (CNE), estos últimos están constituidos por almidón, azúcares, pectina y  $\beta$  glucanos. La cantidad óptima de inclusión de CNE en dietas para vacas lactantes no esta bien establecida, sin embargo diferentes investigaciones señalan que las dietas para vacas de leche de alta producción podrían formularse para contener más de 30% de CNE (con base en la MS). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la inclusión de niveles crecientes de papa deshidratada en la cinética de fermentación *in vitro* del pasto kikuyo y la síntesis de proteína bruta microbiana. Dietas con niveles crecientes de papa (0, 15, 30, 45 y 60%) y kikuyo deshidratado fueron evaluadas a través de la técnica *in vitro* de producción de gas. El líquido ruminal para las incubaciones *in vitro* fue obtenido de tres vacas fistuladas en el rumen, pastoreando kikuyo y sin suministro de suplemento concentrado. La incubación fue realizada en frascos de vidrio con capacidad para 100 ml. En cada frasco fueron pesados y adicionados 0.5 gramos de muestra correspondiente a cada tratamiento. El proceso de preparación del medio, manipulación del inóculo e incubación fue realizada conforme descrito por Mauricio et al. (1999). La presión originada por la acumulación de gases en la parte superior de los frascos fue medida a través de un transductor de presión. Las lecturas de producción de gas se realizaron en los horarios 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 19, 24, 30, 36, 48, 72 y 96 horas. El volumen final de gas, la tasa de producción de gas y los tiempos de colonización del sustrato fueron mejorados conforme los niveles de papa se incrementaron. De acuerdo con los resultados obtenidos en este experimento el nivel óptimo de inclusión de papa en la ración fue del 30%, niveles superiores no permitieron mejorar significativamente ( $p > 0.05$ ) los perfiles de fermentación. La relación carbohidratos no estructurales: fibra detergente neutra que permitió maximizar la digestibilidad del sustrato varió entre 0.67 y 1.22. El aumento en la concentración de carbohidratos no estructurales en las dietas tuvo un efecto positivo en la síntesis de proteína bruta microbiana, indicando que el factor limitante en el crecimiento microbiano en dietas del pasto kikuyo es la disponibilidad de energía fermentable.

**Palabras clave:** *carbohidratos no estructurales, producción de gases, proteína microbiana*

**Key words:** *gas production, nonstructural carbohydrate, microbial protein*

### **Efecto de las mezclas de *Calliandra calothyrsus*, *Flemingia macrophylla*, *Cratylia argentea* y *Vigna unguiculata* sobre la producción de gas *in vitro*\***

*Effect of the mixture Calliandra calothyrsus, Flemingia macrophylla, Cratylia argentea, and Vigna unguiculata on in vitro gas production*

Laila C Bernal Bechara<sup>1</sup>, Zoot; Patricia Ávila Vargas<sup>2,3</sup>, Gerardo Ramirez<sup>2,4</sup>, Carlos E Lascano Aguilar<sup>2,3</sup> Tassilo Tamino Tiemann<sup>6</sup> Y Hans Dieter Hess<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Est. Maestría Ciencias Agrarias Producción animal Tropical. Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. Palmira, Colombia.

<sup>2</sup> Programa de Leguminosas y Forrajes Tropicales, <sup>3</sup> Laboratorio de Calidad de Forrajes, <sup>4</sup> Estadística, <sup>5</sup> Programa Forrajes Tropicales, Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIAT. Cali, Colombia.

<sup>6</sup>Candidato a PhD. ETH Zurich, Instituto de Producción Animal, ETH-Centro/ LFW, CH-8092. Zurich, Suiza.

<sup>7</sup>Agroscope Liebefeld-Posieux, Estación de Investigación en Producción Animal y productos Lácteos, CH-1725. Posieux, Suiza.

<sup>8</sup>Financiado por Swiss Agency For Development and Cooperation - Swiss (SDC-ZIL), ejecutado por Swiss Federal Institute of Technology Zurich (ETH) and International Center for Tropical Agriculture (CIAT) lcbernalb@palmira.unal.edu.co, p.avila@cgiar.org, g.ramirez@cgiar.org, c.lascano@cgiar.org

El volumen de gas producido *in vitro* se evaluó cuando se incubaron ensilajes y henos de las mezclas de leguminosas con taninos, como *Calliandra calothyrsus* (CIAT 22310) y *Flemingia macrophylla* (CIAT 17403), y sin taninos caupi (*Vigna unguiculata* CIAT 1088/4, 288, 391, 9611 Y 715) y *Cratylia argentea* (CIAT 18516-18668) cosechadas en la Estación experimental Santander de Quilichao (CIAT), Cauca, Colombia. Para determinar la magnitud y la tasa de fermentación se utilizó el método de producción de gas propuesto por Theodorou *et al* (1994) donde se introduce 1 gr de sustrato en botellas inoculadas con líquido ruminal, para hacer mediciones periódicas desde las tres hasta las 144 horas de incubación. Se emplearon 28 tratamientos (14 con ensilajes y 14 con henos), 3 repeticiones por tratamiento. A los tratamientos del 15 al 28, se les adicionó polietileno glicol (PEG) para inactivar los taninos. Los tratamientos fueron T1: ensilaje *C. calothyrsus* 100%, T2: ensilaje *F. macrophylla* 100%, T3: ensilaje *V. unguiculata* 100%, T4: ensilaje *Crat. argentea* 100%, T5: ensilaje *C. calothyrsus/V. unguiculata* 33/67%, T6: ensilaje *F. macrophylla/V. unguiculata* 33/67%, T7: ensilaje *Crat. argentea/V. unguiculata* 33/67%, T8: heno *C. calothyrsus* 100%, T9: heno *F. macrophylla* 100%, T10: heno *V. unguiculata* 100%, T11: heno *Crat. argentea* 100%, T12: heno *C. calothyrsus/V. unguiculata* 33/67%, T13: heno *F. macrophylla/V. unguiculata* 33/67% y T14: heno *Crat. argentea/V. unguiculata* 33/67%. Los datos obtenidos de presión y volumen del gas después del periodo de incubación de 144 horas se ajustaron al modelo matemático de Gompertz con el fin de determinar la producción total de gas. Se determinó la degradación de la materia seca y la proteína cruda por diferencia de peso con los residuos. Los ensilajes presentaron mayor tasa de producción de gas que los henos ( $p < 0.01$ ). La adición de PEG no tuvo efecto. El tipo de forraje incubado presentó efecto altamente significativo siendo la tasa de producción de gas mayor para *Vigna unguiculata* 100% y menor para *C. calothyrsus* 100% y *F. macrophylla* 100%. El amonio y la degradación de proteína presentó diferencia altamente significativa ( $p < 0.01$ ) siendo mayor para henos, y para los forrajes *Vigna unguiculata* y *Crat. argentea* que para *C. calothyrsus*; la *F. macrophylla* ocupó valores intermedios. Se concluye que las mezclas con la inclusión de leguminosas taníferas reduce la producción de gas, la liberación de amonio y la tasa de degradación de proteínas de los materiales henificados.

**Palabras clave:** *degradación de nutrientes, ensilajes, Henos, polietileno glicol (PEG), taninos, técnica de producción de gas (TPG)*

**Key words:** *gas transducer technique (GTT), hay, nutrients degradation, polyethylene glycol (PEG), silages, tannins*

## Efecto de la mezcla de *Calliandra calothyrsus* y *Vigna unguiculata* sobre los parámetros de fermentación ruminal *in vitro* en el sistema rusitec<sup>1</sup>

### *Effect of the mixture of Calliandra calothyrsus and Vigna unguiculata on in vitro ruminal fermentation parameters in the rusitec system*

<sup>1</sup>Financiado por Swiss Agency For Development and Cooperation - Swiss (SDC-ZIL), ejecutado por Swiss Federal Institute of Technology Zurich (ETH) and International Center for Tropical Agriculture (CIAT)

Laila C Bernal Bechara<sup>1,2</sup>, Patricia Avila Vargas<sup>2,3</sup>, Gerardo Ramirez<sup>2,4</sup>, Carlos E Lascano Aguilar<sup>2,3</sup>, Tassilo Tamino Tiemann<sup>6</sup>, Hans Dieter Hess<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira. Zoot. Est. Maestría Ciencias Agrarias Producción animal Tropical. Email:

<sup>2</sup>Programa de Leguminosas y Forrajes Tropicales, <sup>3</sup>Laboratorio de Calidad de Forrajes, <sup>4</sup>Estadística, y <sup>5</sup>Programa Forrajes Tropicales, Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIAT. Cali, Colombia.

<sup>6</sup>Candidato a PhD. ETH Zurich, Instituto de Producción Animal, ETH-Centro/LFW, CH-8092 Zurich, Suiza.

<sup>7</sup>Agroscope Liebefeld-Posieux, Estación de Investigación en Producción Animal y productos Lácteos. CH-1725 Posieux, Suiza.

lcbernalb@palmira.unal.edu.co, p.avila@cgiar.org, g.ramirez@cgiar.org, c.lascano@cgiar.org

Con el fin de evaluar el efecto de mezclar leguminosas con y sin presencia de taninos en forma de henos y ensilajes sobre algunos parámetros de fermentación y la degradación de nutrientes, se empleó el sistema de simulación ruminal *in vitro* Rusitec, donde además se pudo cuantificar la emisión de metano y la producción de amonio producto de la fermentación ruminal en este sistema semi continuo, de propiedades controladas. Las leguminosas empleadas fueron *Calliandra calothyrsus* (CIAT 22310) alta en taninos y *Vigna unguiculata* (CIAT 1088/4, 288, 391, 9611 y 715). Estos materiales henificados y ensilados se distribuyeron en ocho tratamientos cada uno con cuatro repeticiones y se analizaron en un diseño de bloques completos al azar, así: T1: ensilaje de *C. calothyrsus* 100%, T2: ensilaje *V. unguiculata* 100%, T3: ensilaje *C. calothyrsus*:*V. unguiculata* 67:33%, T4: ensilaje *V. unguiculata*:*C. calothyrsus* 67:33%, T5: heno *C. calothyrsus* 100%, T6: heno *V. unguiculata* 100%, T7: heno *C. calothyrsus*:*V. unguiculata* 67:33% y T8: heno *V. unguiculata*:*C. calothyrsus* 67:33%. Las variables evaluadas fueron la composición bromatológica de las dietas (%), producción de metano (mmol/L y mmol/g), amonio (mmol), degradación (%) de materia orgánica (MO), proteína cruda (PC) y fibras. La composición bromatológica de henos y ensilajes de las leguminosas presentó diferencia ( $p < 0.05$ ) debida a tratamientos, mostrando mejor calidad proteica los henos que los ensilajes, y mayor contenido de fibras en los ensilajes de *C. calothyrsus* y sus mezclas que en *V. unguiculata*. La degradación de la materia orgánica, proteína cruda y fibras fue mayor en leguminosas ensiladas que henificadas, siendo más alta para *V. unguiculata* y sus mezclas, que para *C. calothyrsus*. La degradación de proteína cruda fue mayor para *V. unguiculata* 100% ensilada (49.8%) que para *C. calothyrsus* ensilada (16.9%) debido en esta última a su alto contenido de taninos. La emisión de metano fue mayor para ensilajes (49.3 mmol/l) que para henos (40.6 mmol/l), no se encontró diferencia debida a tratamiento. *V. unguiculata* produce más metano (32 mmol/g) que *C. calothyrsus* (0.36 mmol/g), por su carencia de taninos. La concentración de amonio fue mayor para *V. unguiculata* 100% ensilada (15.9 mmol) que para *C. calothyrsus* 100% henificada (2.8 mmol), y las mezclas presentaron valores intermedios. Se concluye que la estrategia de mezclar leguminosas

con y sin taninos para ensilar no parece reducir las pérdidas de nitrógeno en el material ensilado, pero que la inclusión de leguminosas con taninos reduce la degradabilidad ruminal de la materia orgánica, la proteína, las fibras y la producción de metano en el forraje ensilado, dejando en evidencia que los ensilajes presentan los parámetros de fermentación y la degradación de nutrientes más altas que los mismos materiales henificados.

**Palabras claves:** leguminosas, degradación de nutrientes, metano, amonio taninos

**Key words:** ammonium, legumes, methane, nutrients degradation, tannins

## Efecto de la suplementación con mezclas de leguminosas sobre la fermentación ruminal, el flujo de proteína duodenal y la absorción de nitrógeno en ovinos\*

### *Effect of mixtures of leguminous supplementation on ruminal fermentation, duodenal protein flow and absorption of nitrogen in sheep\**

Lina M Monsalve<sup>1,2</sup>, Carlos Lascano<sup>2</sup>, Patricia Avila<sup>2</sup>, Gerardo Ramírez<sup>2</sup>, Tassilo Tiemann<sup>6</sup>, Hans Dieter Hess<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, Colombia,

<sup>2</sup>Programa de Leguminosas y Gramíneas Tropicales, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.

<sup>3</sup>ETH Zurich, Instituto de Ciencia Animal, ETH-Centro/LFW, CH-8092 Agroscope Liebefeld, Zurich, Suiza

<sup>4</sup>Posieux, Estación de Investigación en Producción Animal y Productos Lácteos, CH-1725 Posieux, Suiza  
lmmonsalvec@palmira.unal.edu.co

En la Estación experimental Santander de Quilichao (CIAT), Cauca, Colombia, se evaluó el efecto de suplementar una gramínea de baja calidad empleando mezclas de leguminosas con taninos y sin taninos, en diez ovinos machos adultos castrados de tipo africano divididos en dos grupos liviano y pesado (PV = 26.11 y 34.56 kg) respectivamente, provistos de cánulas flexibles permanentes en rumen y duodeno, fueron asignados a cinco tratamientos. Los ovinos recibieron una oferta diaria de forraje de 45 g MS/kg por peso metabólico (PV<sup>0.75</sup>) que consistió en una gramínea de baja calidad 55% (*Brachiaria humidicola* 6.4% PC en MS) con una leguminosa libre de taninos 45% (*Vigna unguiculata* 19.2% PC en MS) sola o en combinación con leguminosas taníferas en proporciones de 1/3 ó 2/3 de (*Flemingia macrophylla* 18.7% PC en MS) y (*Calliandra calothyrsus* 15.8% de PC en MS). La suplementación con leguminosas con taninos redujo el consumo, que fue muy variable e inferior a lo ofrecido 10 y 15% en promedio y no de 15 y 30% como se había diseñado. El consumo y la digestibilidad de MS, MO, PC y FDN decreció ( $p < 0.01$ ) a medida que se incrementó el nivel de *C. calothyrsus* y *F. macrophylla* en la dieta. Independientemente de la especie la concentración de nitrógeno amoniacal en el líquido ruminal disminuyó ( $p < 0.01$ ) cuando se aumentó la proporción de leguminosa con taninos en la dieta. Las concentraciones de AGV resultaron mayores en las dietas con *C. calothyrsus* que con *F. macrophylla* ( $p < 0.01$ ). El consumo de nitrógeno, el Flujo de N total al duodeno y el N de escape disminuyeron ( $p < 0.01$ ) a medida que se incrementó el nivel de inclusión de leguminosas con taninos. El flujo de nitrógeno microbial con el 15% de inclusión

fue mayor ( $p < 0.05$ ) con *C. calothyrsus* que con *F. macrophylla*. La excreción de nitrógeno en orina y la excreción fecal de nitrógeno disminuyeron ( $p < 0.05$ ) con la inclusión de leguminosas taníferas, siendo mayor ( $p < 0.05$ ) en orina con el 15% de *F. macrophylla* que con el 15% de *C. Calothyrsus*. El nitrógeno retenido tendió ( $p < 0.07$ ) a decrecer con la suplementación del 15%, con respecto al control y no se presentaron diferencias ( $p > 0.05$ ) entre las dos especies taníferas. La absorción aparente de nitrógeno no varió en forma significativa ( $p > 0.05$ ) entre *C. calothyrsus* y *F. macrophylla*. Expresado como proporción del nitrógeno total consumido, el nitrógeno de escape ruminal tendió ( $p < 0.08$ ) a incrementar con la inclusión de leguminosas con taninos, así mismo, como proporción el flujo de nitrógeno microbial fue mayor ( $P < 0.01$ ) con el 15% de *C. calothyrsus* que con *F. Macrophylla* 15%. Esto se reflejó también en la eficiencia microbial, la cual fue mayor ( $p < 0.05$ ) con *C. calothyrsus* que con *F. macrophylla* en el nivel del 15%. Los resultados sugieren, que la suplementación con el 15% de *C. calothyrsus* resultó en menos nitrógeno amoniacal, mayor síntesis de proteína microbial, menor excreción de nitrógeno en orina y mayor proporción de nitrógeno retenido, además de incrementar la producción de AGV con respecto a la suplementación con el 15% de *Flemingia macrophylla*.

**Palabras clave:** *Calliandra calothyrsus*, *Flemingia macrophylla*, flujo de nitrógeno, ovinos canulados, *Vigna unguiculata*.

**Key words:** *Calliandra Calothyrsus*, *Flemingia macrophylla*, nitrogen flow, canuled sheep, *Vigna Unguiculata*.

### Efecto del consumo en pastoreo de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) o ryegrass (*Lolium spp.*) con diferentes edades de rebrote sobre parámetros productivos y composición de la leche<sup>1</sup>

**Effect of kikuyo (*pennisetum clandestinum*) or ryegrass (*lolium spp.*) intake with different regrowth ages on productive traits and milk composition in grazing cows**

Olga X Aguilar<sup>2</sup> Bárbara Moreno<sup>3</sup>, Edgar Cárdenas<sup>2</sup>, Martha L Pabón<sup>2,3</sup>, Juan Carulla<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Financiado por División de Investigaciones, sede Bogotá (DIB), Bogotá, Colombia.

<sup>2</sup>Grupo de Investigación en Nutrición Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, <sup>3</sup>Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Bogotá, Colombia.  
jcarullaf@unal.edu.co, mlpabonr@unal.edu.co

Se evaluó el efecto del consumo de kikuyo y ryegrass con edades de rebrote diferentes sobre la producción y composición de la leche, proteína, grasa, sólidos totales y nitrógeno ureico (NUL). Los experimentos se realizaron en el centro agropecuario Marengo, Mosquera (Cundinamarca). En el experimento 1 cada tratamiento tenía diez vacas lactantes Holstein con promedios de 102 días en lactancia y 2,3 partos. Los tratamientos eran: kikuyo, edad de rebrote 70 días (K70), kikuyo, edad de rebrote, 50 días (K50) y ryegrass edad de rebrote, 45 días (R45). Se utilizó un sistema de pastoreo en franjas garantizando una oferta forrajera de 4 kg de MS/00 kg de peso vivo y una suplementación de alimento balanceado de 1 kg/4 kg leche a partir de una producción

mayor a 8 Kg/día. En el experimento dos, cada tratamiento tenía diez vacas lactantes Holstein con promedios de días en lactancia (161) y número de partos (2.5). Los tratamientos fueron: ryegrass de 38 días (R38) y kikuyo 58 días (K58) más suplementación de ensilaje de maíz (1,75 kg MS /día). Los períodos experimentales fueron de 14 días, siete de adaptación y siete de medición. El consumo de forraje se determinó utilizando fibra indigerible en detergente ácido y óxido de cromo. Se recolectaron muestras individuales de leche en los días cero, siete y 14. En el experimento uno, el consumo de materia seca total fue de 15,8 y 15,2 kg/día para los animales que pastaban K50 y K70 respectivamente, y diferentes a R45 (13,4 kg/día) ( $p < 0.05$ ). La mayor producción de leche fue para los tratamientos K50 y R45 (24,0 L), diferente a K70 (20,3 L) ( $p < 0.05$ ). La concentración de grasa láctea fue mayor para K50 (3,8 %) y K70 (3,7 %), diferente del R45 ( $p < 0.05$ ) pero no hubo diferencias entre el día 7 y el día 14. Para el tratamiento R45 la concentración de grasa fue 2,9 (día siete) diferente a 3,4 % (día 14) ( $p < 0.05$ ). La concentración de proteína no fue diferente entre los tratamientos pero aumentó del día 7 al día 14: K50 (2,9 a 3,4 %), K70 (2,8 a 3,0 %), R45 (2,6 a 2,9%) ( $p < 0.05$ ). Los sólidos totales no fueron diferentes entre tratamientos y muestreos ( $p < 0.05$ ). El NULam fue mayor para K50 (16,0 mg N ureico/ dl) que para K70 (14,2 mg N ureico/ dl) y R45 (14,6 mg/dl) ( $P < 0.05$ ). El NULpm no fue diferente entre tratamientos y entre muestreos. En el experimento dos, la producción de leche, la concentración de proteína y los sólidos totales no fueron diferentes entre tratamientos ni muestreos. La concentración de grasa fue diferente entre tratamientos ( $p < 0.1$ ) siendo mayor para K58 y entre el día 7 y el 14 ( $p < 0.05$ ) incrementándose de 3.1 a 3.2% para K58 de 3.2 a 3.4% para R38. El NULam disminuyó de 13,3 a 10,3 mg N ureico/dl para K58 mientras para R38, aumentó de 9.5 a 12.6 mg N ureico/dl. La producción de leche fue mayor para el kikuyo y el ryegrass con menor edad de rebrote. El NUL y la grasa fueron mayores para vacas que pastaban kikuyo de 50 días.

**Palabras clave:** gramíneas, grasa, NUL, proteína, suplemento

**Key words:** grasses, fat, MUN, protein, supplement

### Efecto de mezclar leguminosas con y sin taninos ensiladas y henificadas sobre parámetros de fermentación ruminal in vitro y la producción de leche en bovinos

**Effect of mixing leguminosas con y sin taninos ensiladas y henificadas sobre parámetros de fermentación ruminal in vitro y la producción de leche en bovinos**

Laila C Bernal<sup>1</sup>, Patricia Avila<sup>2,3</sup>, Gerardo Ramírez<sup>2,4</sup>, Carlos Iascano<sup>2,3</sup>, Tassilo Tiemann<sup>6</sup> y Hans D Hess

<sup>1</sup> Maestría Ciencias Agrarias, Producción animal Tropical, Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira. Pal mira, Colombia.

<sup>2</sup> Programa de Leguminosas y Forrajes Tropicales, <sup>3</sup> Laboratorio de Calidad de Forrajes, <sup>4</sup> Estadista, y <sup>5</sup> Programa de Leguminosas y Forrajes Tropicales Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIAT, Cali Colombia

<sup>6</sup> Candidato a PhD. ETH Zurich, Instituto de Producción Animal, ETH-Centrol LFW, CH-8092, Zurich, Suiza.

<sup>7</sup> Agroscope Liebefeld-Posieux, Estación de Investigación en Producción Animal y productos Lácteos, CH-1725. Posieux, Suiza.  
lcbemalb@palmira.unal.edu.co

En bovinos se evaluó el efecto de mezclar leguminosas ensiladas y henificadas sobre parámetros de fermentación ruminal *in vitro* y producción de leche. Se realizaron tres experimentos, el primero utilizó la técnica de producción de gas *in vitro*, con 28 tratamientos, tres repeticiones. Se adicionó polietileno glicol (PEG) en 14 tratamientos para inactivar taninos. Ensilajes: T1: *Calliandra calothyrsus* 100%, T2: *Flemingia macrophylla*, T3: *Vigna unguiculata* 100%, T4: *Cratylia argentea* 100%, T5: *C. calothyrsus/V. unguiculata* 33/67%, T6: *Flemingia macrophylla/V. unguiculata* 33/67%. T7: *C. argentea/V. unguiculata* 33/67%. Estos mismos tratamientos se utilizaron pero henificados. El segundo experimento, Rusitec 8 tratamientos, 4 repeticiones. Ensilajes: T1: *C. calothyrsus* 100%, T2: *V. unguiculata* 100%, T3: *C. calothyrsus/N. unguiculata* (67/33%), T4: *V. unguiculata/C. calothyrsus* (67/33%). Estos mismos tratamientos se utilizaron pero henificados. El ensayo *in vivo* seleccionó 8 vacas tipo Holstein x Cebú, distribuidas en 4 tratamientos, en un diseño sobrecambio balanceado, con dos animales por secuencia. Los henos fueron: T1: *C. calothyrsus* 100%, T2: *V. unguiculata* 100%, T3: *V. unguiculata/C. calothyrsus* (67/33%) y T4: *C. calothyrsus/V. unguiculata* (67/33%). Los ensilajes produjeron mayor gas que los henos ( $p < 0.05$ ). No hubo efecto por (PEG). Se halló diferencia por el tipo de forraje incubado siendo mayor para *V. unguiculata* que para las leguminosas taníferas. La degradación de materia seca, proteína y la concentración de amonio fue mayor en henos. En RUSITEC las degradaciones de MO, PC, fibras, producción de metano y amonio fue mayor en ensilajes. Las vacas consumieron más *V. unguiculata* que *C. calothyrsus* y las mezclas. Como consecuencia la producción de leche fue mayor para *V. unguiculata*, sin diferencia entre las mezclas. No hubo diferencia entre tratamientos para grasa, sólidos totales, Sólidos no grasos y NUL. La mezcla *C. calothyrsus/V. unguiculata* 67/33% es una alternativa viable de adopción, por bajo costo, adaptación a suelos ácidos y mejoramiento de la producción láctea.

## Efecto de niveles crecientes de proteína degradable en rumen sobre algunas variables metabólicas y nutricionales en vacas lactantes<sup>1</sup>

### *Effect increasing degradable rumen protein levels on metabolic and nutritional variables in dairy cows*

Rubén D Galvis Góez<sup>2</sup>, Héctor J Correa Cardona<sup>2</sup>, Yised Muñoz Castaño<sup>3</sup>,  
Sorany M Barrientos Grajales<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dirección de Investigaciones Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, Medellín, Colombia.

<sup>2</sup>Departamento de Producción Animal, <sup>3</sup>pregrado de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, Medellín, Colombia.

Las pasturas fertilizadas con excesos de nitrógeno (N) pueden tener bajos niveles de carbohidratos fermentables a su vez que en éstas aumenta la incorporación de N en la planta en forma de nitrógeno no proteico (NNP), el cual es convertido en el rumen en amoníaco, bajo estas condiciones se satura la capacidad de utilización del amoníaco por los microorganismos ruminales; el exceso de NH<sub>3</sub> pasa a la sangre y es transportado hasta el hígado para ser convertido en urea. Esta situación altera el funcionamiento metabólico y la eficiencia de utilización de los nutrientes por el animal. Con el fin de evaluar el efecto de niveles crecientes de proteína degradable en rumen sobre algunas variables metabólicas y nutricionales en vacas

lactantes, se utilizaron 15 vacas holstein que cursaban los primeros cien días posparto. Estas se asignaron aleatoriamente a tres tratamientos experimentales, los cuales consistieron en el suministro de un suplemento alimenticio comercial sin adición de urea como fuente de NNP (T0); El segundo tratamiento (T1), consistió en el suministro del suplemento comercial al que se le adicionó urea de tal manera que se incrementará en 24% el suministro de PDR con relación al T0; finalmente, en el tercer tratamiento (T2) las vacas recibieron el suplemento comercial al que se le adicionó suficiente cantidad de urea para que el aporte de PDR a partir del suplemento fuera 36% mayor que el T0. A estas vacas se les determinó las concentraciones de nitrógeno ureico en sangre (NUS), orina (NUO) y leche (NUL); amonio en sangre (AS) y orina (AO) y glicemia, encontrando correlaciones de NUS con AS y con NUL, así como de NUO con AO. Adicionalmente, se realizó balance de energía neta de lactancia (ENL), de proteína metabolizable (PM), de proteína degradable en rumen (PDR) y de proteína no degradable en rumen (PNDR), donde se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para las variables evaluadas siendo más claras en el caso de la PM y la PDR. El balance para la ENL fue menor y negativo en el T0 en comparación con los otros dos tratamientos. Se encontraron correlaciones de PDR con NUS, NUL y con AO; de PNDR con NUS, NUL y con AO; de PM con NUS, NUO, NUL y con AO. De esta investigación se puede concluir que efectivamente existen relaciones entre el balance de proteína (PDR, PNDR y PM) y las concentraciones de metabolitos nitrogenados (amonio y urea) en sangre, orina y leche. De todo lo anterior es factible concluir que bajo el efecto combinado del exceso de proteína degradable en rumen y del balance energético negativo, el metabolismo de la vaca lechera presenta una gran actividad de eliminación de los excesos de nitrógeno a través de la orina y la leche y sugiere que la vía de eliminación de los excesos de nitrógeno vía amonio urinario es cuantitativamente importante.

**Palabras clave:** *producción de amonio, metabolismo de proteínas, nitrógeno no proteico, urea*

**Key words:** *ammonium production, protein metabolism, non proteic nitrogen, urea*

## Efeito de la suplementação protéica sobre o desempenho de novilhos de corte pastejando forrageiras tropicais no Chaco Paraguai<sup>1</sup>

### *Effect of protein supplementation on performance of beef steers grazing tropical grasses in Paraguay Chaco<sup>1</sup>*

Marcos Warkentin<sup>2</sup>, Harold Ospina Patino<sup>3</sup>, Irene Mongue<sup>4</sup>, Marcus Vinicius da Silva Pavão<sup>5</sup>

Trabalho apresentado pelo autor como parte da dissertação de mestrado em Zootecnia – UFRGS

<sup>2</sup>Médico Veterinário, aluno de mestrado do PPG – Zootecnia – UFRGS.

Cooperativa Colonizadora Multiativa Fernheim Ltda. – Chaco, Paraguai.  
<sup>3</sup>Zootecnista, Dr.Sc., Professor do PPG – Zootecnia. Laboratório de Nutrição de Ruminantes (LANUR) - UFRGS

<sup>4</sup>Estudante de graduação – Faculdade de Agronomia- UNA – Paraguai. Convenio AUGM.

<sup>5</sup>Estudante de graduação – Faculdade de Agronomia - UFRGS

Um fator limitante na produção pecuária de corte a pasto no Paraguai é a estacionalidade da produção de forragem, sendo

esta, alta nos meses chuvosos do verão e baixa nos meses de estiagem no inverno. A baixa precipitação pluviométrica inibe o rebrote das pastagens, o que conseqüentemente reduz o teor de proteína bruta da forragem e aumenta o teor de fibra insolúvel em detergente neutro. Esta redução na qualidade da pastagem limita o crescimento bacteriano a nível ruminal, diminuindo a digestibilidade, aumentando o tempo de retenção do alimento no rúmen, e levando ao decréscimo no consumo de forragem e de energia metabolizável. Uma das alternativas disponíveis para contornar a redução na qualidade da forragem é o uso da suplementação (mineral, protéica e/ou energética) de modo a aumentar o consumo de matéria seca e a digestibilidade da forragem disponível, buscando uma melhora no desempenho produtivo e reprodutivo dos animais. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da suplementação mineral e protéica sobre o desempenho de novilhos em pastagem diferida de capim estrela (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst), durante o período invernal no Chaco Central Paraguai. Os suplementos avaliados foram: sal mineralizado (SM); sal proteinado (SP) e sem suplementação (SS). O experimento teve uma duração de 84 dias e foram utilizados 36 novilhos Braford com um peso médio de 267 kg, distribuídos aleatoriamente em seis piquetes com área de 4 ha, num delineamento completamente casualizado. A massa de pastagem apresentou um valor médio de 2938 kg/ha não apresentando diferença entre tratamentos ( $p>0.05$ ), contudo sofreu uma drástica redução a partir do primeiro período, sendo que no final do terceiro período constituía-se de apenas 22,4% da forragem disponível no início do experimento (5847 e 1313 kg/ha, respectivamente) ( $p<0.05$ ). A pastagem apresentou valores médios de proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) de 7,6, 78,7 e 45,3 % respectivamente e não sendo observadas diferenças significativas entre tratamentos ( $p>0.05$ ). O ganho médio diário (GMD) apresentado pelos animais não mostrou diferença significativa ( $p>0.05$ ) entre os diferentes tratamentos, sendo de 0.009 kg/dia para SM, 0.104 kg/dia para SP e 0.198 kg/dia para SS. A utilização de sal mineralizado e de sal proteinado não melhorou o ganho de peso por animal e por área em relação aos novilhos que não receberam suplementação devido provavelmente a baixa disponibilidade de forragem.

**Palavras chave:** capim estrela, Chaco Paraguai, gado de corte, suplementação protéica,

**Key words:** beef cattle, Paraguay Chaco, protein supplementation, stargrass

### Estandarización de la producción de algas en diferentes condiciones de producción

#### Standardization of algae production under several production conditions

Carlos M Rivera N, IP; Mónica Botero-Aguirre, Zoot, Dr. Biol. Mar. Acui.

Grupo de Investigación en Ciencias Agrarias-GRICA; Universidad de Antioquia AA 1226. Medellín, Colombia.  
carlos\_mario\_rivera@yahoo.es

Como parte de la dieta consumida por las especies de zooplancton (alimento vivo) se encuentran las microalgas

que presentan un alto contenido de proteínas, lípidos ricos en ácidos grasos insaturados (AGI) y ácidos grasos altamente insaturados (AGAI), carbohidratos y ácidos nucleicos, también presentan vitaminas hidrosolubles y liposolubles, entre otros. Estos nutrientes son esenciales para el crecimiento y la sobrevivencia de larvas y poslarvas de peces. Las microalgas también se han empleado como sustancias enriquecedoras del zooplancton, con el objeto de brindar a las larvas de peces una mejor y/o mayor concentración de nutrientes. El enriquecimiento es un proceso relativamente simple que consiste en aprovechar la capacidad no selectiva de los organismos planctónicos para incorporar en su biomasa los diferentes compuestos que se desean transferir a las poslarvas. En el presente trabajo se realizaron dos ensayos para el cultivo de algas. En el primer ensayo se evaluó el crecimiento de *Scenedesmus*, *Chlorella* y *Chlamydomona*, con y sin aireación a dos concentraciones de solución mineral (Crecifol®)(5 y 7.5 ml/l). Se tomaron 20 ml de agua verde:2 l agua (v/v) y se sembró en frascos de 3 l. Se realizaron 4 réplicas/tratamiento, para un total de 16 frascos. El trabajo fue realizado durante 15 días. Se encontró que con aireación los mejores crecimientos fueron para *Chlorella* ( $171.250 \pm 113.129,19$ ), seguida de *Scenedesmus* ( $21.250 \pm 6408.7$  ind/ml). La *Chlamydomona* no creció en medio con aireación. En el ensayo sin aireación la *Chlamydomona* obtuvo mejores resultados ( $22.500 \pm 13.887,3$  ind/ml). Se concluye que *Scenedesmus* y *Chlorella* crecen mejor en medios con aireación ( $p<0.05$ ) con respecto a medio sin aireación y *Chlamydomona* crece mejor en medios sin aireación ( $p<0.05$ ). Con respecto a la concentración de solución mineral, *Scenedesmus* y *Chlorella* crecieron mejor a concentraciones de 5 ml/l ( $p<0.05$ ), a diferencia de *Chlamydomona* que creció mejor a concentraciones de 7.5 ml/l ( $p<0.05$ ). Para el segundo ensayo, se tomaron frascos 3 litros, se inoculó igual que para el ensayo anterior, se utilizaron tres concentraciones (0, 1.25, y 2.50 de solución mineral, Crecifol®). El ensayo tuvo una duración de 15 días y contó con aireación permanente. Los mejores crecimientos se observaron para *Chlorella* ( $1.370.000 \pm 1.565.199,67$ ), seguida de *Scenedesmus* ( $713.750 \pm 180.479,68$ ) y en *Chlamydomona* se obtuvo un bajo crecimiento para todas las concentraciones. Se concluye que concentraciones de 2.5 ml/l de la solución mineral con aireación favorece el crecimiento de *Scenedesmus* y *Chlorella* y no promueven el crecimiento de *Chlamydomona*. Estos resultados permitirán a través de la concentración y la aireación, estimular o inhibir el crecimiento de la especie deseable o no de microalga.

### Evaluación de adaptación al establecimiento de arbóreas multipropósito para sistemas ganaderos sostenibles en la sabana de Bogotá, Colombia

#### Evaluation of establishment adaptation of multipurpose trees for sustainable livestock systems in savannah de Bogotá, Colombia

Henry Millán Díaz<sup>1,2</sup>, Est. Zoot; Fredy Wilson Moreno<sup>1,2</sup>, Est. Zoot; Edgar A Cárdenas Rocha<sup>1,2</sup> Zoot, MS.

<sup>1</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, <sup>2</sup> Grupo de Investigación en Nutrición Animal, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Bogotá, Colombia.

La adaptación, producción de biomasa y valor nutricional (PC, FDN, FDA, DIVMS, FT y gustocidad) de tres especies de

arbóreas leguminosas: *A. julibrissin*, *A. lophanta* y *A. decurrens* y de tres especies arbóreas no leguminosas: *Sambucus nigra*, *Sambucus sp.* y *A. acuminata* fue evaluada en el municipio de Mosquera (Colombia), durante la fase del establecimiento a 9, 12 ó 15 meses de edad y dos alturas de corte: 0.8 y 1.2 m. Las especies que presentaron los mayores valores de altura, vigor, diámetro de la planta y número de tallos fueron *A. decurrens* y *A. lophanta*. Estas mismas especies presentaron la mayor producción de biomasa aérea en todos los periodos y alturas de corte. Al final del establecimiento se destacaron por calidad nutricional *Sambucus sp.* y *S. nigra* debido a su mayor DIVMS y menor contenido de fenoles totales. El mayor índice de aceptabilidad relativa (IAR) lo presentaron *Sambucus sp.* y *A. acuminata*. Se concluye que las especies *A. decurrens* y *A. lophanta* tuvieron mejor adaptación y producen más biomasa que las otras especies en evaluación pero *S. nigra*, *Sambucus sp.* y *A. acuminata* sobresalen por mayor valor nutricional.

**Palabras clave:** contenido nutricional, fenoles totales, sostenibilidad, índice de aceptabilidad relativa

**Key words:** nutritional composition, relative acceptability index, sustainability, total phenols

### Evaluación de adaptación y compatibilidad de 10 gramíneas para clima frío asociadas a *Lotus corniculatus* en Mosquera, Colombia

#### *Adaptation and compatibility evaluation of 10 cold climate grasses mixed with Lotus corniculatus in Mosquera, Colombia*

Edwin Castro R<sup>1,3</sup>, Zoot; Edgar A Cardenas R<sup>2,3</sup>, Zoot, MSc; Juan E Carulla F<sup>2,3</sup>, Zoot, PhD.

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.

<sup>2</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, <sup>3</sup>Grupo de Investigación en Nutrición Animal Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Bogotá, Colombia.  
eacardenasr@unal.edu.co

En el presente estudio se evaluó la adaptación, compatibilidad y aceptabilidad de 10 géneros de gramíneas para clima frío con la leguminosa *Lotus corniculatus* en Mosquera, Cundinamarca. Se evaluaron 11 accesiones de gramíneas y el control *Pennisetum clandestinum* (naturalizado), materiales que fueron seleccionados de la Unidad de Recursos Genéticos Forrajeros de la Universidad Nacional, por adaptación, producción de biomasa y calidad nutricional. Se empleó un diseño de bloques al azar en franjas divididas con 3 repeticiones. Se midió la producción de biomasa (kgMS/m<sup>2</sup>) al rebrote de 45 y 70 días, en épocas seca y de lluvia. Durante el establecimiento tanto la leguminosa como las gramíneas tuvieron buen desarrollo y compatibilidad. La producción de biomasa aérea fue mayor en lluvia y a 70 días, destacándose las asociaciones con *Festuca rubra*, *Festuca arundinacea*, *Bromus catharticus* y *Pennisetum clandestinum* (naturalizado). Luego se evaluó la calidad nutricional (PC, FDN, FDA y DIVMS) para los componentes de la asociación en épocas lluvia y seca, a 45 y 70 días, a las asociaciones más destacadas durante el establecimiento y por producción de biomasa. Se destacaron por su alto contenido de PC *P. clandestinum* (naturalizado), *D. glomerata* y *F. arundinacea*. El *L. corniculatus* presentó altos contenidos de PC (26.5%) y altas DIVMS (68.6%). También se realizó una prueba de cafetería con novillas (300 kg PV), a 45 días de rebrote, calculando el Índice de

Aceptabilidad Relativa. Las asociaciones que presentaron el más alto IAR fueron de *F. arundinacea* y *P. clandestinum* (naturalizado). Se concluyó finalmente que las asociaciones más promisorias fueron *F. arundinacea* y *P. clandestinum* (naturalizado).

**Palabras clave:** aceptabilidad, asociación, calidad nutricional, gramínea

**Key words:** acceptability, association, grasses, nutritional quality

### Evaluación del beta-hidroxibutirato (BHB) como potencial indicador del desarrollo ruminal en bovinos<sup>1</sup>

#### *Evaluation of beta-hydroxybutyrate (BHBA) as a potential indicator of bovine ruminal development*

Rómulo Campos<sup>2</sup>, MV, Dr.Sc; Leonidas Giraldo<sup>2</sup>, MVZ; Iván Ocampo<sup>2</sup>, María I Castrillón<sup>2</sup>, Jorge L Gil<sup>4</sup>, Zoot; Harold Ospina<sup>6</sup> Zoot, PhD.

<sup>1</sup>Trabajo financiado por el programa de Investigación. Conservación, mejoramiento y utilización del ganado criollo Hartón del Valle, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. Palmira, Colombia.

<sup>2</sup>Departamento de Ciencia <sup>3</sup>Estudiante de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. Palmira, Colombia.

<sup>4</sup>Zootecnista, CLAYUCA-CIAT

<sup>6</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

En el desarrollo ruminal la elongación de la papila y la activación de la fermentación para la producción de ácidos grasos volátiles (AGV) son procesos importantes. Los bovinos no forman AGV en el hígado, por lo cual su presencia en circulación solo proviene de dos fuentes: fermentación ruminal o la lipólisis. Determinar el crecimiento ruminal es complejo. La mayoría de trabajos de investigación realizan sacrificio programado. Esta práctica cada día es menos viable por aspectos éticos asociados con el bienestar animal. Dado que el betahidroxibutirato (BHB) es uno de los AGV que se produce en el rumen y que su determinación es relativamente simple, se considera viable cuantificar el BHB en bovinos en crecimiento y así contar con una herramienta para evaluar el desarrollo del rumen. El objetivo del presente estudio fue determinar el posible uso del BHB como indicador del desarrollo del rumen en bovinos en condiciones controladas. En el trabajo fueron empleados 42 terneros de la raza Hartón del Valle, con edades entre nueve hasta 180 días, distribuidos completamente al azar en tres tratamientos alimenticios. El tratamiento uno (control) tuvo dieta básica; el tratamiento dos, tuvo dieta básica más suplemento proteinizado de yuca; y el tratamiento tres, tuvo dieta básica más concentrado comercial. La dieta base para los tres tratamientos consistió en cogollo de caña más gallinaza *ad libitum*. Los suplementos para los tratamientos dos y tres fueron ofrecidos a razón de 500 g /animal/día, con un incremento de 50 g/día cada 21 días para un consumo al final de 700 g. A lo largo del ensayo no se encontraron diferencias significativas en el consumo de materia seca para los tres tratamientos. Cada 21 días los animales fueron pesados y se extrajeron muestras de sangre mediante venipunción yugular. La sangre se colectó en tubos al vacío sin anticoagulante, posteriormente de ella se extrajo suero en el que se determinó BHB. Se analizó si las concentraciones de BHB dependían de las siguientes variables: edad, muestreo y tratamiento, para esto se empleó análisis de variancia. Las ganancias diarias de peso y

las concentraciones de BHB en sangre fueron significativamente más altas para los animales pertenecientes al tratamiento tres que para los animales de los tratamientos uno y dos. El valor medio determinado para BHB fue 0.16 mmol/l. Se encontró evidencia de que la producción de AGV es mayor cuando se emplean concentrados en la dieta. Se esperaba que el tratamiento dos (suplemento de yuca) presentara mayores valores que el grupo control, sin embargo, esto no se evidenció. Es posible que el tipo de carbohidrato no estructural presente en la yuca no induzca alta síntesis de AGV debido a su alta digestibilidad y rápida absorción. Contrariamente a lo esperado, no hubo efecto del número de muestreo, ni de la edad sobre los valores de BHB. De esta manera, no pudo ser probada la hipótesis del uso del BHB como indicador único del desarrollo ruminal. Son necesarios mayores esfuerzos investigativos en la determinación de las causas de variación en los valores de BHB en terneros.

**Palabras clave:** *becerros, crecimiento ruminal, rumen,*

**Key words:** *calf, growth rumen development, rumen*

### Evaluación *in vitro* de la cinética de degradación de pasto colosoana (*Bothriochloa pertusa*) y de la producción de enzimas celulolíticas y xilanolíticas por cinco aislamientos de hongos ruminales

*In vitro* evaluation of the kinetics of colosoana grass (*Bothriochloa pertusa*) degradation and of cellulolytic and xylanolytic enzyme production by five ruminal fungi isolates

Laura Gualdrón<sup>1</sup>, Olga Mayorga<sup>2</sup>, Diego Rodríguez<sup>1</sup>, Patricia Manovacia<sup>2</sup>, Alejandro Martín<sup>3</sup>, Juan Carulla<sup>1</sup>, Rolando Barahona<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Producción Animal, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, Colombia.

<sup>2</sup>Programa Nacional de Fisiología y Nutrición Animal, C.I. Tibaitatá, CORPOICA, Mosquera, Colombia.

<sup>3</sup>Jóvenes Investigadores COLCIENCIAS – CORPOICA.

<sup>4</sup>Departamento de Producción Animal, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, Colombia.

Entre la diversidad microbiana existente en el rumen (bacterias, hongos y protozoos), los hongos ruminales han recibido gran interés por su aparente especialización como colonizadores primarios de componentes fibrosos de la dieta. Estos hongos producen una gran variedad de complejos enzimáticos, con los que degradan un rango amplio de sustratos, incluyendo los polímeros más resistentes de la pared celular vegetal, por lo que sus celulasas y xilanasas se clasifican entre las enzimas fibrolíticas más activas. En el presente estudio, se evaluó la cinética de degradación de sustratos altamente fibrosos por cinco aislamientos fungales ruminales pertenecientes a los géneros *Neocallimastix* (1), *Orpinomyces* (2) y *Piromyces* (2), previamente seleccionados en un estudio anterior. Para esto, se realizaron fermentaciones de 120 horas en botellas con capacidad de 50 mL utilizando un medio de cultivo cuya única fuente de carbono fue pasto colosuana (*Bothriochloa pertusa*) maduro (80% de fibra en detergente neutro, FDN). A fin de estimar cinéticas de degradación y de producción de enzimas, en dos experimentos independientes realizados en el CI Tibaitatá de CORPOICA,

de cada aislamiento fueron retiradas dos botellas a las 0, 24, 48, 84 y 120 horas de fermentación, las que fueron analizadas por actividad enzimática en el sobrenadante y por la degradación de varios nutrientes y solubilización de lignina. La fase de adaptación de los aislamientos fue de 29.6 h, con una producción de gas promedio de 225 ml/g sustrato (rango: de 196.4 a 240.4). A su vez, la tasa máxima de producción de gas varió entre 3.28 y 6.14 ml/h. Al final de las 120 horas de fermentación, no hubo diferencias entre aislamientos en la degradación de la materia seca (MS, promedio = 55.9%), FDN (promedio = 52.4%) y de la fibra en detergente ácido (FDA, promedio = 51.0%). Tampoco hubo diferencias después de 120 horas de fermentación en degradación de celulosa y hemicelulosa y solubilización de lignina, con las que se observaron valores promedio de 58.9, 50.4 y 28.6%, respectivamente. Sin embargo, en la fase inicial de la fermentación si hubo grandes diferencias entre aislamientos en la degradación de MS, fibra y sus diferentes componentes, las que se volvieron significativas hacia las 48 h para el caso de MS, FDN, FDA y hemicelulosa. Por su parte, la actividad enzimática de celulasas y xilanasas mostró diferencias entre aislamientos en todas las horas evaluadas, observándose las mayores actividades hacia la hora 84 con una posterior disminución hacia la hora 120 para la mayoría de los aislados. Los valores máximos de las actividades enzimática carboximetilcelulasa y xilanasas fueron 7.98 y 245.1 unidades internacionales (cantidad de  $\mu$ moles de azúcares reductores liberados min/mL), respectivamente. Los aislamientos 75 y 17, ambos del género *Orpinomyces* mostraron comportamientos interesantes en los diferentes parámetros evaluados (producción de gas, degradaciones y actividades enzimáticas), además de presentar facilidad de su manejo en laboratorio, lo cual los sugiere como aislamientos con potencialidad para producción de enzimas fibrolíticas a escala industrial.

**Palabras clave:** *Neocallimastix sp., Orpinomyces sp., Piromyces sp., producción de celulosa, producción de xilanasas*

**Key words:** *cellulase production, Neocallimastix sp., Orpinomyces sp., Piromyces sp., xylanase production*

### Fermentación ruminal *in vitro* de varias dietas para la producción de leche en clima frío

*In vitro* ruminal fermentation of several diets for cold climate milk production

Luis A Giraldo<sup>1</sup>, María L Tejido<sup>2</sup>, M José Ranilla<sup>2</sup> y M Dolores Carro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Producción Animal, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Medellín, Colombia.

<sup>2</sup>Departamento de Producción Animal, Universidad de León, León, España. conisilvo@une.net.co

La competitividad de la producción de leche en clima frío ha disminuido debido al aumento de los costos de los suplementos concentrados, al uso indiscriminado y a niveles cada vez más crecientes. Se analizó la fermentación ruminal *in vitro* de cinco dietas compuestas por pasto kikuyo sólo (K) o mezclado en proporción 80:20 con un concentrado de uso comercial (KC), con acacia negra (KA), con maralfalfa (KM) o con una mezcla al 50% de acacia y maralfalfa (KAM). Se

incubaron muestras (400 mg) de cada dieta con una mezcla de buffer y líquido ruminal para determinar los principales parámetros fermentativos, utilizando cultivos no renovados de microorganismos ruminales (CNRMR), unos cortos que tuvieron una duración de 12 y 24 h y otros de larga duración (120 horas), para estudiar la cinética fermentativa. A las 12 horas de incubación, la dieta KC presentó los mayores ( $p < 0.05$ ) valores de degradabilidad de la materia seca (DMS) y la dieta KA los menores, mientras que no existieron diferencias entre las dietas K, KM y KAM. Asimismo, la dieta KC presentó los mayores ( $p < 0.05$ ) valores de producción de gas y ácidos grasos volátiles (AGV) y los menores valores de pH final de las incubaciones. Estos resultados indicarían que la inclusión de un 20% de concentrado en una dieta basada en pasto kikuyo produjo un aumento de la fermentación de la misma. A las 24 horas de incubación las diferencias entre dietas fueron más acusadas. La inclusión de un 20% de acacia negra en la dieta (KA) provocó una disminución ( $p < 0.05$ ) de la producción de gas, metano y AGV, en comparación con la dieta K. Por el contrario, la sustitución de un 20% de kikuyo por concentrado (KC) produjo un aumento ( $p < 0.05$ ) de la producción de gas y de todos los AGV, así como un aumento de la DMS y la DFND (2.1 y 6.9 unidades porcentuales, respectivamente). Cuando en lugar de concentrado se utilizó maralfalfa (KM), no se observaron diferencias ( $p > 0.05$ ) entre las dietas KC y KM en la producción de gas, metano, acético y propiónico, aunque la producción de butírico y otros AGV fue mayor ( $p < 0.05$ ) para la dieta KC que para KM. Tampoco se observaron diferencias ( $p > 0.05$ ) entre estas dos dietas en la DMS y DFND, pero la dieta KM, presentó la mayor DEMO a las 120 horas de incubación ruminal *in vitro* y modificaciones de la cinética fermentativa lo que indicaría que, de confirmarse estos resultados en condiciones *in vivo*, la maralfalfa podría ser una alternativa al concentrado para suplementar el pasto kikuyo en la alimentación de las vacas lecheras en Colombia.

**Palabras clave:** *acacia, degradabilidad, fermentación ruminal, kikuyo, maralfalfa*

**Keywords:** *acacia trees, degradability, kikuyo grass, maralfalfa grass, rumen fermentation*

### Influencia de taninos condensados sobre poblaciones microbianas del ecosistema ruminal monitoreadas por PCR en tiempo real

#### *Influence of condensed tannin on microbial populations of the rumen ecosystem as monitored by real time PCR*

Claudia P Sanabria Galindo<sup>1</sup>, Rolando Barahona Rosales<sup>2</sup>, Fernando Rodríguez Villamizar<sup>1</sup>, Elizabeth Martín Martínez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Microbiología Molecular, Programa de Fisiología y Nutrición Animal, Corpoica, Mosquera, Cundinamarca, Colombia

<sup>2</sup>Departamento de Producción Animal, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, Medellín, Colombia.

Tres experimentos se realizaron para evaluar los efectos de taninos condensados de diferente peso molecular y provenientes de diferentes leguminosas forrajeras, sobre

poblaciones microbianas ruminales pertenecientes a los dominios Eukaria (hongos anaeróbicos), Archaea (metanogénicas) y Bacteria (bacterias totales y las especies *Fibrobacter succinogenes* y *Ruminococcus flavefaciens*), tanto *in vitro* como *in vivo*, por medio de cuantificación relativa de las poblaciones utilizando PCR en tiempo real y sobre parámetros de la fermentación ruminal *in vitro*. En el primer experimento *in vitro*, con la inclusión de taninos purificados de *Leucaena leucocephala* se observó la mayor producción de gas, degradabilidad y producción total de ácidos grasos volátiles (AGVs) ( $p < 0.05$ ) que en las incubaciones con inclusión de taninos de *Desmodium ovalifolium*. Sin embargo, en estas últimas se registró un radio acético:propiónico significativamente menor, lo que sugiere que a pesar de la menor producción total de AGVs, se optimizó el uso de energía, reflejada en una menor producción de metano. Las poblaciones de la bacteria *Ruminococcus flavefaciens* aumentaron significativamente en ambos tratamientos con respecto a las poblaciones de *Fibrobacter succinogenes*. Este incremento fue muy superior en el tratamiento con *D. ovalifolium*, lo que podría sugerir una menor susceptibilidad de esta bacteria a los taninos de *D. ovalifolium* en las concentraciones empleadas. En un segundo experimento *in vitro*, la producción de gas de la leguminosa no taninifera *Vigna unguiculata* fue superior al control ( $p < 0.05$ ), mientras los tratamientos con las leguminosas taniníferas *Calliandra calothyrsus* y *Flemingia macrophylla* la redujeron entre el 77 y el 81%. Aunque con *C. calothyrsus* se observó la menor producción de AGVs totales, este tratamiento también tuvo el menor radio acético: propiónico ( $p < 0.05$ ), lo que podría indicar un mejor uso de la energía en este tratamiento, observación apoyada por la menor producción de metano. En cuanto a las bacterias celulolíticas, en todos los tratamientos disminuyeron las poblaciones de *R. flavefaciens* mientras aumentaron las de *F. succinogenes*, con relación al control. Las poblaciones de hongos y metanogénicas se mantuvieron constantes con relación al control excepto por una reducción significativa de estas últimas en el tratamiento con inclusión de *F. macrophylla*, aunque esta disminución no parece estar asociada con la producción de metano. En el experimento *in vivo*, se evaluaron cinco dietas compuestas por mezclas de las leguminosas evaluadas en el segundo experimento *in vitro*, usando como dieta basal la gramínea *Brachiaria dictyoneura* en ovinos africanos. En este experimento, todas las poblaciones microbianas aumentaron con respecto al control hacia el final de los cinco periodos experimentales en todos los tratamientos (dietas), excepto los hongos en dietas con inclusión de 30% de leguminosas taniníferas. Se concluye que aún no es posible tomar decisiones con respecto a la implementación de una u otra dieta orientada a mejorar la producción animal. Para esto, es necesario tener un estudio más amplio que incluya otras de las variables involucradas en la fermentación ruminal *in vivo*.

**Palabras clave:** *dinámica poblacional, fermentación ruminal, leguminosas taniníferas, microbiología molecular*

**Key words:** *molecular microbiology, population dynamics, ruminal fermentation, tanniniferous legumes*

## Influencia *in vitro* de taninos condensados purificados sobre poblaciones microbiales celulolíticas del ecosistema ruminal monitoreadas por PCR en tiempo real<sup>1</sup>

### *In vitro condensed tannins influence in ruminal ecosystem microbial cellulolytic population monitoring by real time PCR<sup>1</sup>*

Claudia P Sanabria Galindo<sup>2</sup>, Rolando Barahona Rosales<sup>3</sup>, Diego A Rodríguez<sup>4</sup>, Fernando Rodríguez<sup>5</sup>, Elizabeth Martín Martínez<sup>5</sup>

<sup>1</sup>ETHZ (Swiss Center for International Agriculture).

<sup>2</sup>Centro Nacional de Investigaciones de Café. CENICAFE.

<sup>3</sup>Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Medellín, Colombia.

<sup>4</sup>Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Bogotá, Colombia.

<sup>5</sup>Corporación Nacional de Investigación Agropecuaria, CORPOICA. Mosquera, Colombia.

claudia.sanabria@cafececolombia.com.

La dinámica poblacional del ecosistema ruminal puede ser influenciada por muchos factores, siendo uno de los más importantes la composición de la dieta. Así, una dieta rica en fibra favorecerá el crecimiento de bacterias celulolíticas, sin embargo, otros factores como la presencia de compuestos secundarios presentes en las plantas que hacen parte de la dieta (por ejemplo taninos condensados) pueden afectar la fermentación ruminal y consecuentemente a la comunidad microbiana del rumen. Por consiguiente, se realizó un experimento para evaluar el efecto de la adición de taninos condensados (TC) purificados sobre la fermentación de heno de alfalfa (*Medicago sativa*). Para esto se agregaron 0 mg/ml y 1 mg/ml de TC purificados a partir de hojas de las leguminosas *Desmodium ovalifolium* y *Leucaena leucocephala* y se midieron los parámetros de fermentación: producción de gas, degradabilidad del sustrato, producción de ácidos grasos volátiles (AGVs) y la dinámica poblacional *in vitro* de dos de las principales especies de bacterias celulolíticas (*Fibrobacter succinogenes* y *Ruminococcus flavefaciens*) utilizando PCR en tiempo real (PCR-TR). Previo al monitoreo de los cambios poblacionales por PCR-TR, fue necesario obtener un ADN de buena calidad y sin la interferencia de los TC presentes en las muestras de fluido ruminal que se analizaron. Posteriormente se debieron validar los *primers* y estandarizar la técnica de PCR-TR para esta clase de muestras. Se estandarizó un protocolo para la extracción de ADN de muestras de fluido ruminal con contenido de TC y se logró establecer las condiciones de amplificación para los *primers* de las dos especies celulolíticas a evaluar y de bacterias totales ruminales tanto para PCR convencional como para PCR-TR. Los TC de las dos leguminosas evaluadas tuvieron diferentes efectos sobre los parámetros de fermentación estimados. Por ejemplo, mientras la adición de TC de *D. ovalifolium* disminuyó a la producción de gas en 16% con respecto al control, con la adición de TC de *L. leucocephala* la reducción observada fue de tan sólo 1.5%. La adición de ambos TC resultó en reducciones en las poblaciones de *F. succinogenes* con respecto al control sin adición de TC, este efecto fue aumentando a medida que transcurría la fermentación y fue más evidente con los TC de *D. ovalifolium* que con los de *L. leucocephala*. De otro lado, las poblaciones de la bacteria *R. flavefaciens* aumentaron significativamente en ambos tratamientos con respecto a las poblaciones de *F. succinogenes*. Este incremento fue muy superior en el tratamiento con *D. ovalifolium*, lo que podría sugerir una menor susceptibilidad de esta bacteria a los taninos de *D. ovalifolium* en las concentraciones empleadas. Futuros estudios con taninos provenientes de su relación con la calidad del forraje y su impacto sobre otros grupos de

microorganismos participantes en la fermentación ruminal de leguminosas deberán acercarse a estimar las diferencias entre la química del tanino.

**Palabras clave:** *dinámica poblacional, fermentación ruminal, leguminosas taniníferas, microbiología molecular*

**Key words:** *molecular microbiology, taninniferous legumes, population dynamics, ruminal fermentation*

## Influence of exogenous fibrolytic enzyme and fumarate on methane production, microbial growth and fermentation in Rusitec fermenters

### *Influencia de enzimas fibrolíticas exógenas y fumarato en la producción de metano, el crecimiento microbiano y la fermentación en fermentadores Rusitec*

L. Alfonso Giraldo<sup>1</sup>, M José Ranilla<sup>2</sup>, M Luisa Tejido<sup>2</sup>, M Dolores Carro<sup>2</sup>

Departamento de Producción Animal, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Medellín, Colombia

<sup>2</sup>Departamento de Producción Animal Universidad de León. León, España. conisilvo@une.net.co

The use of fibrolytic enzymes as feed additives for ruminants has been viewed with considerable scepticism for a long time, but in the last years has received increasing interest. Despite of the considerable number of studies conducted recently on this topic, the mechanisms by which fibrolytic enzymes improve fibre digestion in the rumen has not been clearly elucidated, and seem to be affected by different factors, such as the type of enzyme used and the nature of the substrate. Treating forage-based substrates with fibrolytic enzymes has been reported to enhance fibre degradability and production of volatile fatty acids (VFA) *in vitro*, but also to increase methane production. Because methane represents a significant loss of energy for the host animal and contributes to global warming, this is an unfavourable effect of exogenous enzymes. The objective of this study was therefore to investigate the effects of a fibrolytic enzyme from fungal origin, fumarate and a 1:1 mixture of both additives on rumen fermentation of a 0.6:0.4 forage:concentrate substrate, methane production and microbial growth in Rusitec fermenters. Two incubation runs were conducted with Rusitec fermenters to investigate the effects of three additive treatments (fibrolytic enzyme from *Trichoderma longibrachiatum* (FE), disodium fumarate (FUM) and both additives (MIX) on rumen microbial growth and fermentation of a grass hay: concentrate (600:400 g/kg DM) substrate. Each fermenter received daily 20 g of substrate DM. Application rates for FE and FUM were 65 enzymatic units and 30 mg of fumarate per g substrate DM, respectively and MIX fermenters received both additives. Both FE and MIX treatments increased ( $p < 0.05$ ) the daily production of acetate, butyrate and methane, substrate DM and fibre disappearance at 6 and 48 h of incubation, the daily flow of microbial-N, and the microbial colonization of substrate at 6 h of incubation. Compared to FE, MIX treatment increased ( $p < 0.05$ ) propionate production by 28% and decreased ( $p < 0.05$ ) the acetate:propionate ratio, but no other differences between both treatments were found ( $p > 0.05$ ). Supplementing with FUM increased ( $p < 0.05$ ) VFA production by 11% and decreased ( $p < 0.05$ ) the acetate:propionate ratio, but did not affect ( $p < 0.05$ ) any other fermentation variable, thus suggesting that the

observed effects were due to fermentation of FUM itself. The lack of effects of FUM and the absence of differences between FE and MIX on most of the measured variables would indicate that beneficial effects found in MIX fermenters were mainly due to the action of FE. Combining FE and FUM as feed additives under the conditions of the present experiment did not further improve rumen fermentation, compared to FE alone.

**Keywords:** *fibrolytic enzyme, fumarate, rumen microbial growth, rusitec system*

**Palabras clave:** crecimiento microbiano ruminal, *enzimas fibrolíticas, fumarato, sistema rusitec*

## La pulpa de café como suplemento alimenticio en ganado vacuno

### *Coffee pulp as a nutritional supplement for bovine livestock*

Didier A Parra Gaviria<sup>1</sup>, Gabriel J Mesa Agudelo<sup>1</sup>, José R Vargas Soto<sup>1</sup>, Oscar A Loaiza Loaiza<sup>1</sup>, Zulma T Ruiz Cortés<sup>2</sup>

Estudiantes, Ingeniería Agropecuaria, Escuela de producción Agropecuaria, Facultad Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia Seccional suroeste. Jardín, Colombia.

<sup>2</sup>Escuela de producción Agropecuaria, Facultad Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. obscuro1125@hotmail.com

En el suroeste antioqueño se han observado dos grandes problemas, como en el resto del país por el uso inadecuado de los subproductos de las cosechas (pulpa de café) y la falta de suministro de requerimientos nutricionales al ganado doble propósito. Ambos afectan en su mayor parte a los campesinos o pequeños productores, quienes trabajan con éste cultivo y gran parte de éstos animales. Por lo cual se ha planteado un proyecto que genere información sobre una alternativa que promueva soluciones a ésta problemática. Este proyecto tiene como objetivos específicos la medición del grado de digestibilidad de la pulpa de café en vacas, el análisis de los efectos de la alimentación con pulpa de café en la producción de leche de vacas, y el análisis de los anteriores efectos en la calidad de la leche. Para la realización de dicho proyecto, cuya duración aproximada será de 1 año, previamente se realizará un estudio piloto, en la finca la Mesita en el municipio de Andes, Antioquia, durante una semana. Dicho estudio iniciará con dos exámenes bromatológicos. El primero se le hará a 50 g de pulpa de café fresca, y el segundo se hará a la misma, pero deshidratada en igual cantidad. El estudio se hará con una vaca doble propósito de cinco años de edad, con un peso corporal de 350 kg aproximadamente con una producción promedio de 7 l de leche diarios, siendo una vaca de cruce pardo suizo-cebú. A la anterior vaca le serán suministrados 100 g de pulpa de café en las horas de la tarde en el día 1, en el día 2 serán 200 g para llegar al día 7 con 700 g. De acuerdo a los resultados obtenidos a partir de éste ensayo se tomarán las decisiones sobre la cantidad de alimento suministrada a los animales durante el proyecto. La medición del grado de digestibilidad se hará mediante pruebas de laboratorio a 50 g de materia fecal, una cada 15 días. El análisis del efecto de la alimentación con pulpa de café sobre la cantidad de leche se medirá diariamente en el ordeño, y se tabularán los resultados. Por último, el análisis del efecto de la alimentación con el suplemento propuesto sobre la calidad de la leche, se hará mediante tres pruebas organolépticas mensuales a 200 ml de leche obtenida

directamente del ordeño. Con el mencionado experimento se esperan encontrar producción de iguales o mejores cantidades de leche, no afectar la calidad de la misma, además de que no se presenten complicaciones digestivas en el rumiante.

**Palabras clave:** *análisis bromatológico, complemento nutricional, digestibilidad, subproductos de cosecha*

**Key words:** *bromatologic analysis, coffee by-products, digestibility, nutritional complement*

## Producción y composición de la leche en vacas en pastoreo con diferentes ofertas de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*)<sup>1</sup>

### *Milk production and composition of grazing cow offered different amounts of kikuyu (Pennisetum clandestinum)*

José E Mojica<sup>2</sup>, Edwin Castro<sup>2</sup>, Javier León<sup>2</sup>, Edgar Cardenas<sup>2</sup>, Martha L Pabón<sup>2,3</sup> y Juan Carulla<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Financiado por División de Investigaciones, sede Bogotá (DIB), Bogotá, Colombia.

<sup>2</sup>Grupo de Investigación en Nutrición Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, <sup>3</sup>Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Bogotá, Colombia.

jecarullaf@unal.edu.co, mlpabonr@unal.edu.co, eacardenasr@unal.edu.co

El efecto de la oferta forrajera de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) se evaluó sobre la producción y composición de la leche (concentración y producción de proteína cruda, caseína y grasa) en vacas Holstein de la Sabana de Bogotá. El experimento se realizó en el centro agropecuario Marengo de la Universidad Nacional de Colombia, localizado en el Municipio de Mosquera (Cund). Las vacas con peso promedio 587 kg y 22 l/día promedio fueron asignadas aleatoriamente a cada uno de tres tratamientos. Los tratamientos consistieron en tres niveles de oferta de pasto kikuyo en pastoreo, 4 kg MS/100 Kg PV (T1), 3.3 Kg MS/100 Kg PV (T2) y 2.6 kg MS/100 kg PV (T3). Adicionalmente, las vacas recibieron un suplemento a base de maíz y torta de soya (1.85 Mcal/kg y 18% PC). El consumo de suplemento se determinó el día 1 de acuerdo a la producción de leche (1kg por 4,2 Kg de leche) y se mantuvo constante durante el periodo experimental que duró 14 días con siete días de adaptación y siete de mediciones. Se midió individualmente la producción de leche (AM, PM). El consumo de forraje se determinó utilizando fibra indigerible en detergente ácido y óxido de cromo. No se observaron diferencias en la producción de leche, la concentración de proteína cruda y caseína y la concentración y producción de grasa en la leche ( $p>0.05$ ). Sin embargo, se observa una tendencia lineal positiva en la concentración de los componentes de la leche al aumentar la oferta de kikuyo. La producción de proteína cruda y caseína en la leche fueron diferentes entre los tratamientos, 789 g/día T1, 752 g/día T2, 639 g/día T3 y 555 g/día T1, 512 g/día T2, 460 g/día T3 El consumo de pasto kikuyo fue diferente entre los tratamientos; 18.0, 15.6 y 14.6 Kg MS/día en T1, T2 y T3, respectivamente ( $p<0.05$ ). Se concluye que el consumo diario de pasto, la producción de proteína y caseína en la leche de vacas holstein aumentaron con la oferta de kikuyo en pastoreo.

**Palabras clave:** *calidad leche, caseína, consumo, grasa, Holstein, proteína,*

**Key words:** *casein, fat, Holstein, milk quality, intake, protein*

## Producción de enzimas fibrolíticas y degradación in vitro de pasto colosuana (*Bothriochloa pertusa*) maduro por cultivos puros de 18 aislamientos de hongos ruminales

### *Fibrolitic enzyme production and in vitro degradation of mature colosuana (bothriochloa pertusa) grass by 18 ruminal fungi isolates grown in pure culture*

Laura Gualdrón<sup>1</sup>, Olga Mayorga<sup>2</sup>, Juan Carulla<sup>1</sup>, Rolando Barahona<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Producción Animal, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, Bogotá, Colombia.

<sup>2</sup>Programa Nacional de Fisiología y Nutrición Animal, C.I. Tibaitatá, CORPOICA, Mosquera, Colombia.

<sup>3</sup>Departamento de Producción Animal, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, Medellín, Colombia.

Aunque los rumiantes tienen la habilidad de transformar alimentos de baja calidad en proteína de alta calidad, más de la mitad de la fibra consumida a partir de forrajes puede pasar a través del tracto digestivo sin ser degradada. Esto es aún más crítico en forrajes tropicales, cuya digestibilidad es aproximadamente 13% menor que la de forrajes de zona templada, debido a su mayor contenido de fibra y de compuestos del metabolismo secundario vegetal como la lignina o los taninos condensados. En consecuencia, uno de los mayores retos para la ganadería, especialmente la del trópico, es aumentar la eficiencia de utilización de la fibra de los forrajes y materiales toscos utilizados en la nutrición de rumiantes. Una estrategia a considerar es la adición de enzimas fibrolíticas exógenas a la dieta, con lo que se han reportado mejoras en la disponibilidad de energía para los animales. En el presente estudio, la producción de enzimas fibrolíticas y capacidad de degradación de sustratos altamente fibrosos por 18 aislamientos fungales ruminales fue evaluada en fermentaciones *in vitro* de 120 horas utilizando biomasa de pasto colosuana (*Bothriochloa pertusa*) maduro (80% de fibra en detergente neutro, FDN) como única fuente de carbono. Los 18 aislamientos evaluados pertenecían a los géneros *Neocallimastix*, *Orpinomyces* y *Piromyces*. En dos ensayos independientes realizados en el CI Tibaitatá de CORPOICA, los hongos mostraron una fase de adaptación de 23,8 h, un promedio de producción de gas de 195 mL/g sustrato (rango: de 185,7 a 209,5) y el tiempo requerido para alcanzar la mitad de la producción de gas varió entre 35 y 55 h. La tasa máxima de producción de gas varió entre 4,0 y 5,7 ml/h. Al final de la fermentación, para todos los aislados fungales, el promedio de degradación de la materia seca fue de 58% (rango: 51,3 a 61,5%) y el de FDN de 46% (rango: de 42,1 a 50,8%). En promedio, la producción total de ácidos grasos volátiles fue de 23,8 mM, con una proporción molar de ácido acético de 0,93 para el promedio de los 18 aislamientos. Los valores máximos de las actividades de las enzimas carboximetilcelulasa (CMCasa), celulasa microcristalina y xilanasa fueron 9,56, 1,39 y 151,6 unidades internacionales (cantidad de  $\mu$ moles de azúcares reductores liberados min/mL), respectivamente. Al comparar contra la actividad enzimática obtenida con un inóculo de fluido ruminal, los hongos produjeron mayor actividad CMCasa (entre 2,2 y 2,97 veces) y mucha mayor actividad xilanasa (entre 7,14 y 8,84 veces). Todos estos resultados confirman la preferencia de los hongos ruminales hacia los sustratos hemicelulósicos. Un análisis de factores principales con las variables evaluadas

permitió agrupar los aislamientos por medio de un análisis de conglomerados. De esta manera, fueron seleccionados cinco aislamientos fungales que mostraron la mayor diferenciación en los parámetros evaluados, principalmente en degradación de FDN y en su actividad enzimática.

**Palabras clave:** celulasa, *Neocallimastix sp.*, *Orpinomyces sp.*, *Piromyces sp.*, xilanasa

**Key words:** cellulase, *Neocallimastix sp.*, *Orpinomyces sp.*, *Piromyces sp.*, xilanase

## Producción y composición de la leche en vacas con diferentes ofertas de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) suplementadas con ensilaje de avena (*Avena sativa*)<sup>1</sup>

### *Milk production and composition of grazing cow offered different amounts of kikuyo (Pennisetum clandestinum) and supplemented with oats silage (Avena sativa)*

José E Mojica<sup>2</sup>, Edwin Castro<sup>2</sup>, Javier León<sup>2</sup>, Edgar Cardenas<sup>2</sup>, Martha L Pabón<sup>2,3</sup> y Juan Carulla<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Financiado por División de Investigaciones, sede Bogotá (DIB), Bogotá, Colombia.

<sup>2</sup>Grupo de Investigación en Nutrición Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, <sup>3</sup>Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, Bogotá, Colombia.  
jecarullaf@unal.edu.co, mlpabonr@unal.edu.co, eacardenasr@unal.edu.co

El efecto de la oferta forrajera de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y la suplementación con ensilaje de avena (*Avena sativa*) se evaluó sobre la producción y composición de la leche (concentración y producción de proteína cruda, caseína y grasa) en vacas Holstein de la Sabana de Bogotá. El experimento se realizó en el centro agropecuario Marengo de la Universidad Nacional de Colombia, localizado en el Municipio de Mosquera (Cundinamarca). Las vacas con peso promedio 587 kg y 22 l/día promedio fueron asignadas aleatoriamente a cada uno de tres tratamientos. Los tratamientos consistieron en tres niveles de oferta de ensilaje (MS) de avena (*Avena sativa*) 0, 0,7 y 1,4% con base al peso vivo. Esta oferta fue complementada con pasto kikuyo en pastoreo hasta alcanzar una oferta total del 4%. La relación kikuyo: ensilaje fue de 4:0, 3,3:0,7 y 2,6:1,4 para los tratamientos 1, 2 y 3; respectivamente. El ensilaje se suministró en dos raciones (AM y PM). Adicionalmente, las vacas recibieron un suplemento a base de maíz y torta de soya (1,85 Mcal/kg y 18% PC). El consumo de suplemento se determinó el día 1 de acuerdo a la producción de leche (1kg por 4,2 Kg de leche) y se mantuvo constante durante el periodo experimental que duró 14 días con siete días de adaptación y siete de mediciones. Se midió individualmente la producción de leche (AM, PM). El consumo de forraje se determinó utilizando fibra indigerible en detergente ácido y óxido de cromo. No se observaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en la producción diaria de leche ni en la concentración y producción de proteína cruda, caseína y grasa en la leche. Sin embargo, la concentración de caseína fue diferente entre los tratamientos; 469, 488, y 427 g/día para el T1, T2 y T3, respectivamente, ( $p < 0,1$ ). El consumo individual de kikuyo fue diferente entre

los tratamientos; 18.2, 14.1 y 12.9 Kg MS/día para el T1, T2 y T3, respectivamente ( $p < 0.01$ ) pero el consumo total de forraje (Kikuyo y ensilaje) no fue diferente entre los tratamientos. Se concluye que la suplementación con ensilaje no afecta la producción y la calidad de la leche. Sin embargo, se observa una tendencia cuadrática positiva en la mayoría de componentes de la leche y una tendencia lineal positiva en el consumo voluntario de pasto kikuyo y de ensilaje en campo cuando se aumenta el forraje ofrecido.

**Palabras claves:** *calidad leche, caseína, consumo, grasa, proteína, sabana de Bogotó*

**Key words:** *Bogota savannah, casein, fat, milk quality, intake, protein*

### Selectividad animal de forrajes herbáceos y leñosos en pasturas naturalizadas en el trópico seco de Nicaragua\*

#### *Animal selectivity of woody and herbaceous forages in naturalized pastures in the dry tropic of Nicaragua*

Raúl A Velásquez Vélez<sup>1</sup>, Zoot, MS; Jairo R Mora Delgado<sup>2</sup>, Zoot, MS, PhD.

Director Departamento Producción Pecuaria, y <sup>2</sup>Director de Postgrados, Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia, Miembro Grupo de Investigación en Agroforestería Pecuaria. Universidad del Tolima. Ibagué, Colombia.

\*Financiado por NORAD (Reino de Noruega)  
ravelas@ut.edu.co, jrmora@ut.edu.co

En pasturas con composición botánica muy diversa, como es el caso de las pasturas naturalizadas en Muy Muy (Nicaragua), el conocimiento de las especies que aparecen en la dieta del ganado comparadas con la composición de la pastura bajo diferentes condiciones regímenes de pastoreo, ayuda a definir cuáles son las alternativas más favorables de manejo de pasturas. Se evaluó la selectividad animal por los forrajes a diferentes escalas jerárquicas (sitios de alimentación y especies individuales) en relación a dos tipos de paisaje (las planicies onduladas y las vegas de ríos), dos tipos de manejo (vacas lactantes y vacas secas), durante las épocas seca y húmeda. Se evaluaron tres tratamientos: vega (vacas lactantes en potreros de vegas), leche, y horro (vacas lactantes y vacas horras, respectivamente en potreros de planicies onduladas), con ocho repeticiones (potreros) por tratamiento. Para la toma de datos se adaptó la metodología utilizada por Jansson (2001), para estudiar la selectividad de vacas en dos escalas espaciales (potreros y áreas de forrajeo). En el análisis estadístico se hizo análisis multivariado con el paquete estadístico CANOCO 4.5 y análisis de conglomerados con el paquete INFOSTAT (2003). La diversidad de especies fue mayor en los terrenos de planicies onduladas que en las vegas de río. En estas últimas la especie más frecuente fue el *Panicum maximum*. Los resultados obtenidos confirman que los animales seleccionan su alimento en escalas espaciales diferentes (áreas de forrajeo dentro de potreros y especies dentro de área de forrajeo). El índice de selectividad (IS) de las especies varió con los tratamientos y épocas. En la época seca, las leñosas mostraron IS más alto que las gramíneas y otras especies herbáceas, pero tanto en época de lluvias como seca, las gramíneas hicieron un mayor aporte a la dieta (83.1 y 70.6%, respectivamente). Entre las leñosas que mostraron IS alto en área de vegas estuvieron:

*Albizia saman, Guazuma ulmifolia y Enterolobium cyclocarpum*. En el tratamiento leche también estuvieron las dos últimas, y en el de ganado horro los valores más altos de IS fueron para: *Cassia grandis, Bursera simaruba y Guazuma ulmifolia*. En cuanto a consumo, se encontró que fue diferente entre tratamientos ( $p < 0.05$ ). En términos generales las gramíneas fueron el grupo de especies mayoritario en la dieta, con un promedio de 70.6% durante la época seca y de 83.1% durante la época húmeda. El consumo de leñosas aumentó en la época seca para todos los tratamientos. La gramínea más consumida en el tratamiento de vegas de río fue *Panicum maximum* en ambas épocas, mientras que en las planicies onduladas el *Paspalum notatum, P. conjugatum y P. virgatum* fueron las más consumidas en época seca y además el *P. plicatulum* en época húmeda. Con los resultados obtenidos se corrobora la hipótesis que los animales seleccionan su alimento a diferentes escalas espaciales. Además, la selectividad animal varía de acuerdo con la composición botánica de las pasturas en los diferentes tipos de paisaje, tratamientos y épocas.

**Palabras claves:** *árboles y arbustos en potreros, composición botánica, escalas espaciales, pasturas naturalizadas, selectividad animal*

**Key words:** *animal selectivity, botanical composition, naturalized pastures, spatial scales, selectivity index, woody perennials in pastures.*

### Substitución de ensilaje de maíz por caña de azúcar hidrolizada en la alimentación de novillos en confinamiento

#### *Replacement of corn silage with hydrolyzed sugar cane in beef steers feedlot diets*

Harold Ospina Patiño<sup>1</sup>, Zoot, Dr.Sc; Mario A Sierra Cano<sup>2</sup>, Zoot; Diogo Del Ré<sup>3</sup>, Juan C Ángel<sup>4</sup>, Raquel Ximenes<sup>5</sup>,

<sup>1</sup>PPG – Zootecnia. Laboratorio de Nutrición de Rumiantes (LANUR) – UFRGS

<sup>2</sup>Estudiante de pos graduación en Zootecnia – PPG – Zootecnia - UFRGS

<sup>3</sup>Estudiante de pregrado, Agronomía - UFRGS

<sup>4</sup>Estudiante de pregrado, Medicina Veterinaria convenio UFRGS - UdeA

<sup>5</sup>Estudiante de pregrado, Medicina Veterinaria - UFRGS

La caña de azúcar ha sido ampliamente utilizada en la alimentación de bovinos en varios países de América Latina debido a su elevada producción de materia seca por área y por la característica de estar disponible para el consumo en las épocas secas del año. Sin embargo, uno de los grandes problemas de su utilización en la alimentación animal es su baja digestibilidad y consumo, debido a los elevados tenores de lignina presentes en la pared celular. Una de las técnicas que mejores resultados bioeconómicos ha mostrado en la utilización de caña in natura para alimentación de bovinos ha sido la hidrólisis alcalina usando cal hidratada. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la substitución de ensilaje de maíz por caña hidrolizada sobre la ganancia de peso y sobre el rendimiento de canal de novillos terminados en confinamiento. Los tratamientos evaluados consistieron en cuatro dietas en las cuales se substituyó el ensilaje de maíz por caña de azúcar hidrolizada: T1: ensilaje de maíz (54%)+ pulpa cítrica (32%) + concentrado (14%); T2: ensilaje de maíz (36%)+ caña de azúcar hidrolizada (18 %) + pulpa cítrica (32%) + concentrado

(14%); T3: ensilaje de maíz (18 %) + caña de azúcar hidrolizada (36 %) + pulpa cítrica (32%) + concentrado (14%); T4: ensilaje de maíz (0 %) + caña de azúcar hidrolizada (54%) + pulpa cítrica (32%) + concentrado (14%). Fueron utilizados 24 novillos Angus con peso vivo medio inicial de 318 kg. Los animales fueron confinados en ocho corrales de 20m<sup>2</sup> (4 m x 5 m) con bebederos y saladeros. Los animales fueron pesados cada 28 días con ayuno previo de agua y alimento de 8 horas. La hidrólisis de la caña fue hecha elaborando una solución de 40 kg de cal en 100 litros de agua y aplicando 1,5 litros de la solución a cada 100 kg de caña picada. El concentrado utilizado estaba compuesto por torta y cascarrilla de soja, urea, sulfato de amonio y sal mineralizado. La sustitución de ensilaje de maíz por caña de azúcar no afectó la ganancia diaria de peso (1.0; 0.84; 1.12 y 0.95 kg/día para T1, T2, T3 y T4, respectivamente), el peso vivo medio final (402, 386, 406 y 393 kg para T1, T2, T3 y T4, respectivamente) ni el rendimiento de canal (50.8, 50.9, 50.0 y 50.3% para T1, T2, T3 y T4, respectivamente). Por los resultados obtenidos es posible afirmar que la caña de azúcar hidrolizada puede sustituir integralmente el ensilaje de maíz en dietas de confinamiento.

**Palabras clave:** caña de azúcar, dietas confinamiento, ensilaje, hidrólisis alcalina, maíz

**Key words:** alkaline hydrolyze, feedlot diets, silage, corn sugar cane,

## Uso potencial del chocolate vencido como aditivo energético en dietas de bovinos en Colombia

### Potential use of expired chocolate as an energetic additive for cattle diets in Colombia

Beatriz H Guzmán<sup>1</sup>, Silvana Torres Salazar<sup>1</sup>, Edgar A Cárdenas Rocha<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Trabajo de grado Ingeniero Químico, <sup>2</sup>Departamento de Producción Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, y <sup>3</sup>Grupo de Investigación en Nutrición Animal, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Bogotá, Colombia.  
eacardenasr@unal.edu.co

Las plantas procesadoras de cacao en Colombia, deben recolectar el chocolate de cocina debido a factores de fecha de vencimiento y deterioro en la presentación del producto cada vez en incremento, el cual no puede reempacarse para ofrecerse nuevamente al público. Producto cuya disposición final, según ley del Ministerio del Medio Ambiente, no deben seguir siendo los depósitos de basuras a campo abierto, debido a su alto efecto contaminante con la degradación del mismo. Una de las plantas más grandes en Bogotá recupera alrededor de 30 toneladas mensuales por lo que se ha convertido en un problema ambiental. El objeto del presente trabajo fue ofrecer alternativas de uso del chocolate vencido, como materia prima en la elaboración de alimento para ganado de leche especializada, debido que el chocolate no pierde su alto contenido de energía y grasa, esta última controlada para su incorporación en dicho alimento. Con lo anterior, se pretende mitigar el impacto ambiental que causa su actual disposición. Se estimó el valor energético del producto con el fin de hacerlo equivalente a la adición de melaza en ensilaje de maíz a una inclusión del 2% del forraje verde. Luego en el producto ensilado con adición de melaza como testigo y de

chocolate, en tres repeticiones se evaluaron: las características organolépticas, presencia visual de hongos, pH y calidad nutricional (MS, PC, FDN y FDA) antes y después de ensilar, según metodologías recomendadas. Posteriormente, mediante el empleo del programa de formulación User - Friendly Feed Formulation, Done Again (UFFDA) y las recomendaciones del National Research Council (NRC), se involucró esta materia prima en dietas a mínimo costo para bovinos en las tres etapas de lactancia. Se observó que el chocolate vencido presentó un contenido de grasa alta (17%), baja proteína, FDN y FDA; que el poder calórico del chocolate es de 4.154,5 kcal/kg MS, 2.13 veces superior a la melaza. Una vez realizado el ensilado de maíz con chocolate, no se presentaron hongos, el pH fue de 3.5, el olor fue agradable, sin olor a ácido y de color verde pardo. Mientras que con melaza el producto ensilado tuvo 4.0 de pH, presencia de hongos, olor a tabaco, a ácidos y de color verde oscuro. Respecto de la calidad nutricional, la proteína fue mas baja (8.0%) que con melaza (10.5%) y tuvo una menor digestibilidad que con melaza (66.7 vs. 70.4%). La inclusión de chocolate en las dietas fue viable debido que el precio del chocolate se incorporó a costo del transporte a los basureros frente al de melaza que se encuentra alto. Se concluye que el chocolate vencido es una fuente importante de energía para la elaboración de ensilaje, que debido al menor costo de inclusión se puede incorporar en las dietas de bovinos en producción de leche, los cuales requieren un buen balance energético. Se recomienda valorar el perfil de ácidos y de producción de metano del ensilaje con chocolate debido que la grasa reduce el crecimiento de bacterias metanogénicas en ensilaje y rumen.

**Palabras claves:** melaza, metanogénesis, raciones para vacas lecheras, valoración energética del chocolate

**Key words:** molasses, dairy cattle rations, energetic valuation of chocolate, methanogenesis

## Utilización de un inóculo preparado a partir de heces de ovino en la determinación de la digestibilidad in vitro de angleton (*Dichanthium aristatum*) y maralfalfa (*Pennisetum sp*)

### Determination of in vitro digestibility of angleton (*Dichanthium aristatum*) and maralfalfa (*Pennisetum sp*) using an inoculum from ovine feces

Maria M Knowles<sup>1</sup>, Martha L Pabón<sup>1,2</sup>, Juan E Carulla<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de investigación en Nutrición Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, y <sup>2</sup>Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. Bogotá, Colombia.

El uso de animales fistulados para experimentación está siendo restringido y por tanto el uso de fluido ruminal como inóculo en la DIVMS. Por lo cual, se ha sugerido utilizar inóculos preparados a partir de heces ovinas en esta técnica encontrando una alta correlación con valores de digestibilidad in vivo. Sin embargo, los valores absolutos son inferiores que con la técnica original. Se hicieron 5 experimentos donde se evaluó el efecto del enfriamiento a 4 °C del inóculo (0,12, ó 24 h), la cantidad de heces en la preparación del inóculo (15, 30, 45 ó 60 g/100 ml de tampón McDougall), el enriquecimiento con urea o dos fuentes de azufre (sulfato de potasio y cisteína) y/o la preincubación del inóculo a 39 °C por 0, 6, ó 12 h y

se determinó el efecto de estos cambios sobre la degradación DIVMS de heno de angleton (*Dichanthium aristatum*) y maralfalfa (*Pennisetum sp.*). Se utilizó el método Tilley y Terry (1963) reemplazando el licor ruminal por un inoculo preparado a partir de heces ovinas. Las heces se licuaron con tampón McDougall y la suspensión se filtró a través de tres capas de gasa para obtener el inóculo. El enfriamiento del inoculo (65 g de heces/100 ml de tampón) tuvo un efecto negativo sobre la DIVMS de ambos forrajes ( $p < 0.01$ ). La DIVMS de los forrajes varió con la cantidad de heces usadas en la preparación del inoculo y el tipo de forraje ( $p < 0.01$ ). Para los dos forrajes la DIVMS fue mayor cuando se incubo con inoculo preparados con 45 g de heces/100 ml tampón. Ni el enriquecimiento del inóculo con urea ni su preincubación aumentaron la DIVMS de los forrajes. Ni el enriquecimiento del inóculo con sulfato de potasio o cisteína ni su preincubación aumentó la DIVMS del heno y la maralfalfa. Los tratamientos ensayados en este experimento no aumentaron la actividad del inóculo de heces de ovino y por lo tanto la digestibilidad de los forrajes. Es posible que estos no logren aumentar el número y el tipo de microorganismos necesarios para la degradación de estos forrajes. Se encontró una concentración óptima de heces de ovino en el inóculo de 45 g/100 ml de tampón.

**Palabras clave:** animales fistulados, enfriamiento, forrajes, digestión in vitro, preincubación.

**Key words:** chilling, fistulated animals, forages, in vitro digestion, preincubation

### Utilización del método *in vitro* de los tres pasos para estimar la digestibilidad intestinal de la proteína del pasto kikuyo (*pennisetum clandestinum*)<sup>1</sup>

*Utilization of in vitro three step method for estimating intestinal protein digestibility on kikuyo grass (pennisetum clandestinum)*

Marcelo Castañeda<sup>2</sup>, Mónica Duque<sup>2</sup>, Rubén D Galvis<sup>3</sup>, Héctor J Correa<sup>3</sup>

Financiado por la Dirección de Investigaciones de la Universidad Nacional, Sede Medellín (código DIME: 030803684)

<sup>2</sup>Profesional independiente

<sup>3</sup>Departamento de producción animal, Universidad nacional de Colombia, sede Medellín, Medellín, Colombia.  
mdduque@unalmed.edu.co, rdgalvis@unal.edu.co

El método *in vitro* de los tres pasos se aplicó para estimar la digestibilidad intestinal de la proteína cruda (DIIVPC) del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) del Centro Agropecuario Paysandú de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín el cual había sido sometido a cuatro tratamientos (cuatro parcelas/tratamiento): T1 (30 días de corte y 0 kg/N/Ha/Corte), T2 (60 días de corte y 0 kg/N/ha/Corte), T3 (60 días de corte y 50 kg/N/ha/Corte) y T4 (30 días de corte y 50 kg/N/ha/Corte). Se recolectaron cinco submuestras del pasto de cada parcela con las que se conformó una muestra final para determinar el contenido de PC, la degradabilidad ruminal a las 16 horas y la DIIVPC por el método de los tres pasos. Este método se basa en la incubación por una hora en una solución de HCl 1N y 1g/L de pepsina del residuo que queda de la degradación ruminal. Después de la incubación, el pH es neutralizado con NaOH 1N y una solución buffer de pH 7,8 que contiene 3 g/L de pancreatina; luego de la neutralización la solución es incubada a 38°C. Después de 24 horas de incubación se

adiciona un 100% (wt/vol) de una solución de ácido tricloroacético (TCA) para precipitar la proteína no digestible. Los resultados mostraron que no hubo efecto de la edad de corte ni de la fertilización nitrogenada sobre el contenido de PC del pasto. Los valores de la DIIVPC como porcentaje de la proteína no degradable en el rumen fueron: 52.51; 56.14; 43.38 y 45,40% para T1, T2, T3 y T4, respectivamente. En los rumiantes el nivel de digestibilidad intestinal del N depende del tiempo de incubación del alimento en el rumen: los tiempos de incubación más largos inducen mayor degradabilidad del N y disminuyen la digestibilidad intestinal del N no degradable. Debido a que en el estudio el tiempo medio de retención de la PC en el rumen fue superior a 16 horas, hubo una valoración incompleta de la digestibilidad intestinal. Sí en el presente trabajo se hubieran utilizado tiempos de incubación ruminal más largos, las diferencias entre los tratamientos deberían aumentar y confirmar las diferencias observadas. Finalmente como el método aplicado en este estudio fue diseñado para evaluar la DIIVPC para recursos no fibrosos, es necesario evaluar de qué forma las principales variables en la aplicación del método influyen en la valoración adecuada de la digestibilidad intestinal de la PC de los forrajes.

**Palabras clave:** forrajes, método in vitro de los tres pasos, valoración nutricional.

**Key words:** forage, nutritional valuation, three step method

### Valoración de las heces y el líquido ruminal como inóculos en la técnica *in vitro* de producción de gases

*Valuation of feces and ruminal liquid as inoculums for the in vitro gas production technique*

Sandra L Posada Ochoa<sup>1</sup>, Ricardo Rosero Noguera<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Investigación en Ciencias Agrarias – GRICA, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.  
slposada@agronica.udea.edu.co

La producción de los rumiantes está limitada por la calidad del alimento disponible, por tanto, métodos precisos que sirvan para la evaluación de su valor nutricional son importantes. Adicionalmente, los programas de evaluación de raciones requieren información detallada de la cinética de digestión de las diferentes fracciones del alimento, siendo necesario refinar los métodos para obtener la información solicitada. Entre las técnicas disponibles se encuentra la de producción de gases, la cual se constituye en una herramienta que permite determinar la extensión y la cinética de degradación de los alimentos a través del volumen de gas producido durante el proceso fermentativo. Una de las limitaciones de la técnica es que se requiere animales fistulados en el rumen para la obtención del inóculo. La fistulación es un procedimiento invasivo que está sujeto a legislación restrictiva en muchos países por consideraciones éticas relacionadas con el bienestar animal y que además presenta limitaciones prácticas y económicas. En este contexto, existe la necesidad de validar fuentes alternativas de inóculo que sustituyan al líquido ruminal, entre las cuales las heces se presentan como una opción. *Capítulo 1.* Se presenta una revisión de literatura que contiene generalidades sobre la técnica *in vitro*

de producción de gases y sobre el empleo de las heces como fuente de inóculo para las técnicas de digestibilidad. *Capítulo 2.* Se estableció una ecuación de regresión para relacionar presión (P) y volumen de gas (V) de acuerdo a las condiciones de altura sobre el nivel del mar del laboratorio de Biotecnología Ruminar (Universidad Nacional, sede Medellín). La presión se midió a través de un transductor de presión y el volumen mediante su extracción con jeringa. La ecuación generada fue:  $V = -0.1375 + (5.1385 * P) + (0.0777 * P^2)$ . *Capítulo 3.* Los perfiles de producción de gas de seis especies forrajeras (*Gliricidia sepium*, *Panicum maximum*, *Pennisetum clandestinum*, *Lolium sp.*, *Morus alba* y *Cynodon nlemfuensis*) incubadas con líquido ruminal y heces fueron descritos por los modelos exponencial, logístico, Gompertz y France, con el objetivo de comparar su capacidad de ajuste. La evaluación y comparación de modelos se efectuó a través de los cuadrados medios del residuo, los criterios de información de akaike y bayesiano, el análisis de los residuos y la dócima de Durbin-Watson. Con el inóculo ruminal, el modelo que mejor explicó la cinética de producción de gas fue el de France, mientras que con el inóculo fecal, el modelo de mayor ajuste fue el de Gompertz. *Capítulo 4.* Se validó la utilización de las heces frente al inóculo de referencia, líquido ruminal, a través de la determinación de la precisión y la exactitud. En el análisis de precisión, ambos inóculos exhibieron un desempeño similar, si bien con el líquido ruminal se logró mayor homogeneidad en los resultados. El análisis de exactitud permitió concluir que los dos inóculos no son intercambiables. La diferencia en la cinética de producción de gas entre ambas fuentes de inóculo ilustró la menor concentración de microorganismos en el fluido fecal, lo cual fue confirmado a través del cultivo realizado de bacterias, hongos y protozoos.

**Palabras clave:** *biomodelación, fuente de inóculo, producción de gas, parámetros de fermentación, validación de métodos.*

**Key words:** *biomodelation, inoculum source, gas production, fermentation parameters, validation methods*

### **Valor nutricional y características de fermentación del ensilaje de pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) con diferentes niveles de inclusión de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)**

*Nutritional value and fermentation characteristics of maralfalfa grass (*Pennisetum sp.*) ensiled with several levels of sugar cane (*Saccharum officinarum*)*

Sandra L Posada<sup>1</sup>, Ricardo Rosero Noguera<sup>1</sup>, Ángela M Jiménez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Investigación en Ciencias Animales – GRICA, y Estudiante, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. slposada@agronica.udea.edu.co

La producción de bovinos en Colombia se soporta fundamentalmente en el pastoreo con el fin de reducir los costos,

no obstante, la fluctuación en la disponibilidad de forraje afecta el desempeño productivo y la rentabilidad. En este contexto, resulta de interés buscar opciones de alimentación que suplan la demanda nutricional de los animales durante todo el año, una alternativa consiste en la conservación de alimentos mediante el ensilaje. Las condiciones en las que se realice este proceso pueden generar un producto de baja calidad, caracterizado por menor valor nutricional, indeseables características organolépticas y presencia de sustancias tóxicas. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la inclusión de niveles crecientes de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) (CA) sobre el valor nutricional y las características de fermentación del ensilaje de pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) (M), mediante el empleo de silos de laboratorio. Los tratamientos fueron: 100% M: 0% CA (T1), 80% M: 20% CA (T2), 60% M: 40% CA (T3) y 40% M: 60% CA (T4). El pasto maralfalfa y la caña fueron cosechados a una edad de 2 y 12 meses, respectivamente. Muestras de los diferentes tratamientos fueron tomadas para determinar materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), cenizas (MI) (AOAC, 1990), fibra en detergente ácido (FDA) (Van Soest, 1963), nitrógeno amoniacal (BIORUM, 2004) y pH (Cardona y Ayala, 2004). Para el análisis de la información se empleó un diseño completamente aleatorizado, efecto fijo, balanceado, utilizando el paquete computacional SAS (2001) y un nivel de significancia estadística del 5%. El contenido de MS fluctuó entre 10.46 y 13.25% en los tratamientos T1 y T4, respectivamente. El T4 se mostró estadísticamente diferente de los tratamientos T1 y T2. El contenido de MO fue estadísticamente diferente entre todos los tratamientos, fluctuando entre 92.21 y 86.01%, para los tratamientos T4 y T1, correspondientemente. La concentración de PB fue menor para el tratamiento T4 (4.72%), presentando diferencia estadística respecto a los demás tratamientos, que mostraron valores superiores a 6.14%. La concentración de nitrógeno amoniacal registró un valor superior (1183.1 mg/l) para el tratamiento T1, presentando diferencias con respecto a los tratamientos T3 y T4, con 274.6 y 204.7 mg/l. La FDA presentó diferencia estadística entre el tratamiento T1 (49.97%) y los restantes, que presentaron valores inferiores a 43.87%. El contenido de EE fue menor para el tratamiento T4 (1.65%), que mostró diferencia significativa con respecto a los tratamientos T1 y T2, que registraron valores de 3.20 y 2.94%, respectivamente. El pH presentó diferencia estadística entre el tratamiento T1 (5.75) y los restantes tratamientos, que presentaron valores por debajo de 3.87. Se concluye que la inclusión de caña de azúcar mejora el valor nutricional de los ensilajes y su perfil de fermentación, lo cual puede ser explicado por un mayor contenido de carbohidratos solubles, presentando alta capacidad de fermentación y facilitando la degradación de otros sustratos, reduciendo la necesidad de adicionar azúcares altamente fermentables a los ensilajes para estimular el crecimiento de las bacterias ácido lácticas.

**Palabras clave:** *conservación de forrajes, silos de laboratorio, rumiantes*

**Key words:** *forage conservation, laboratory silos, ruminants*