

# REVISTA SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICOS

VOLUMEN 2 NÚMERO 2 AÑO 2011

## EDITORIAL

En términos de calidad, se establece que para optimizar la producción de los rumiantes a partir de forrajes, es necesario mejorar la digestibilidad y el consumo, con el fin de promover el crecimiento de la flora bacteriana en el rumen; para lograrlo es necesario ajustar los nutrientes y el balance requerido a sus necesidades nutricionales y de esta manera poder cumplir con su función productiva de carne, leche o doble propósito.

Un alimento es el ingrediente de la ración que aporta los elementos nutritivos para mantenimiento y producción del animal, éstos compuestos orgánicos e inorgánicos: nitrogenados, carbohidratos, lípidos, vitaminas y minerales, son esenciales para los procesos digestivos y metabólicos. El alimento puede ser de origen vegetal o animal, tiene la propiedad de que los organismos sean capaces de utilizarlo en los procesos bioquímicos sin riesgo para su salud, al contrario colaboran para mantener el proceso biológico de la vida.

El principal alimento de los rumiantes en Colombia son los forrajes, por lo tanto uno de los objetivos del productor pecuario es sembrarlos y cultivarlos. Las gramíneas son el principal componente de muchas praderas, es necesario conocer cómo estas plantas crecen y se desarrollan, así como, se ven afectados por las condiciones ambientales.

Se ha comprobado que el contenido nutricional de los forrajes depende de gran parte de las condiciones de suelo, es de anotar que sí existe una adecuada fertilización, la calidad del forraje es superior porque su contenido de nutrientes es mayor, lo cual beneficia a los animales que lo consumen. Con todas estas ventajas, es lógico, deducir que la digestibilidad y aprovechamiento de los nutrientes por parte del rumiante es elevada debido al balance de sus requerimientos de proteína y energía, donde debe incluirse los elementos inorgánicos mediante el uso de las sales mineralizadas, integrantes esenciales en la dieta del ganado. Los rumiantes como integrantes de los Sistemas Agroecológicos, se consideran unos convertidores de los nutrientes de la planta a carne y leche para el consumo humano.

**M.sc MARIA LIGIA ROA VEGA**

## Comparación de la técnica de digestibilidad *in vitro* con la *in situ* de diez forrajes en bovinos rumino-fistulados en el piedemonte llanero del Meta

### Comparison of digestibility technical *in vitro* with *in situ* of ten fodder in cattle “rumino-fistulados” in the “Piedemonte Llanero of Meta”

<sup>1</sup>Navarro CA, <sup>1</sup>Díaz JC, <sup>2</sup>Roa ML y <sup>3</sup>Cuellar E

<sup>1</sup>Médicos Veterinarios Zootecnistas. <sup>2</sup>Zootecnista, MSc. Docente Universidad de los Llanos.

<sup>3</sup>Médica Veterinaria y Zootecnista, Esp. Laboratorio de Nutrición Animal, UNILLANOS

[cesar.navarro@unillanos.edu.co](mailto:cesar.navarro@unillanos.edu.co)

Recibido 16 de Junio 2011, Aceptado 12 de Agosto 2011

### RESUMEN

El consumo y la digestibilidad son temas de gran interés para los nutricionistas, puesto que en la producción animal se requiere de alimentos con alta aceptación y excelente aprovechamiento, con bajas pérdidas de nutriente por excretas. Atendiendo a lo anterior, esta investigación se realizó en UNILLANOS Villavicencio, consideró como objetivo principal evaluar dos técnicas de digestibilidad (*in situ* en rumen e *in vitro*) de 6 leguminosas, 2 gramíneas y 2 arbustivas no leguminosas a las que se les determinó la digestibilidad de la materia seca (MS), fibra detergente neutro (FDN) y nitrógeno total (NT). Se escogieron las leguminosas: *Bauhinia variegata*, *Piptadenia (Anadenanthera) peregrina*, *Cratylia argentea*, *Brownea ariza*, *Gliricidia sepium* y *Delonix regia*; las gramíneas *Brachiaria decumbens* y *Pennisetum purpureum*; y las arbustivas no leguminosas *Tithonia diversifolia* e *Hibiscus rosa-sinensis*. Las muestras fueron recolectadas de las parcelas de forrajes de la Universidad, a una edad de rebrote de 60 días. A los forrajes secos se les realizó un análisis nutricional preliminar, en el cual se determinó MS, NT y FDN. En las pruebas *in situ* en rumen se utilizó la técnica con bolsas de nylon, en cada una se incubaron 8 gr de materia seca de cada forraje por tres repeticiones en cada hora (6, 12, 24, 48 y 72), en dos novillas criollas cruzadas de 380 kg, fistuladas a nivel del rumen, las cuales estaban en pastoreo continuo con *B. decumbens*, sal mineralizada y agua a voluntad. Las pruebas *in vitro* fueron realizadas en el Laboratorio de Nutrición Animal, para ello se incubó 1 gr de muestra con líquido ruminal durante 72 horas a 38°C, y en el residuo obtenido se determinó la MS, FDN y NT. Con la

información obtenida se estableció la curva y tasa de degradación de la MS, FDN y NT a las 6, 12, 24, 48 y 72 horas, de cada uno de los 10 forrajes. En las pruebas *in situ* se realizaron mediciones de pH y nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) a las 0, 6 y 12 horas en el líquido ruminal. El diseño estadístico fue un análisis de varianza para determinar los rangos de desviación entre las dos técnicas. Las variables evaluadas fueron los promedios *in situ* e *in vitro* de la degradación ruminal (6, 12, 24, 48 y 72) de la MS, FDN y NT de los 10 forrajes. Los datos se analizaron aplicando la prueba T-Student para comparación entre medias. La diferencia estadística ( $P < 0.05$ ) de los promedios *in situ* e *in vitro* de digestibilidad de la MS, fue del 100% en *B. variegata*, *C. argentea*, *B. ariza*, *H. rosa-sinensis* y *G. sepium*; 60% en *B. decumbens*, *P. purpureum*, *T. diversifolia* y *Piptadenia peregrina*; y en *D. regia* fue del 80%. En la FDN fue del 100% en *B. decumbens*, *T. diversifolia*, *C. argentea*, *Piptadenia peregrina*, *B. ariza*, *H. rosa-sinensis* y *G. sepium*; 80% en *P. purpureum* y *B. variegata*; y en *D. regia* fue del 60%. En el NT fue del 100% en *C. argentea*, *B. ariza* y *G. sepium*; 80% en *B. decumbens*, *P. purpureum*, *B. variegata*, *Piptadenia peregrina* y *D. regia*; y en *T. diversifolia* e *H. rosa-sinensis* fue del 60%. Además, se encontró en el 63,333% de los casos una mejor tasa de degradación mediante la técnica de digestibilidad *in situ*. En conclusión, existen diferencias entre las técnicas de digestibilidad *in situ* e *in vitro* para estimar la digestibilidad de la MS, FDN y NT en los forrajes estudiados.

**Palabras clave:** Digestión, gramíneas, leguminosas, arbustos no leguminosos.

### ABSTRACT

Consumption and digestibility are topics of great interest to nutritionists, as in animal foods requires high acceptance and excellent use, with low nutrient losses by excreta. Based on the foregoing, this research was conducted, at the Llanos University, Villavicencio, the main objective was to evaluate two digestibility techniques (*in situ* in rumen and *in vitro*) of six legumes, two grasses and two non-legumes shrub to which were determined digestibility of dry matter (DM), neutral detergent fiber (NDF) and total nitrogen (TN). Legumes were: *Bauhinia variegata*, *Piptadenia (Anadenanthera) peregrina*, *Cratylia argentea*, *Brownea ariza*, *Gliricidia sepium* and *Delonix regia*, the grasses: *Brachiaria decumbens* and *Pennisetum purpureum*, and non-leguminous shrub: *Tithonia diversifolia* and *Hibiscus rosa-sinensis*. The Samples were collected from of fodder of the University, the fodders were utilized 60 days

after of regrowth. The dry fodders underwent a preliminary nutritional analysis, which were determined DM, NDF and TN. In the *in situ* tests rumen technique was used with nylon bags, each incubated 8 grams of DM feed every three replicates at each hour (6, 12, 24, 48 y 72), in two creole heifers cross fistulated at the rumen, which were in continuous grazing *Brachiaria decumbens*, mineralized salt and water ad libitum. *In vitro* tests were conducted at the Laboratory of Animal Nutrition, for this 1 g of the sample was incubated in rumen fluid for 72 hours at 38°C, and in the residue obtained were determined DM, NDF and TN. With the information was established the curve and rate of degradation of DM, NDF and NT at 6, 12, 24, 48 and 72 hours in ten forages. In the *in situ* test was evaluated the pH and the ammonia nitrogen (N-NH<sub>3</sub>) at 0, 6 and 12 hours in the rumen fluid. The design was an analysis of variance to determine the range of deviation between the two techniques. The variables evaluated were the average *in situ* and *in vitro* digestibility in ruminal fluid (6, 12, 24, 48 and 72) of DM, NDF and TN of the 10 forages. The results were analyzed using T-Student test for comparison between two techniques. The statistical difference ( $P < 0.05$ ) from the average *in situ* and *in vitro* digestibility of DM was 100% in: *B. variegata*, *C. argentea*, *B. ariza*, *H. rosa-sinensis* and *G. sepium*, 60% in *B. decumbens*, *P. purpureum*, *Piptadenia peregrina*, *T. diversifolia*; and in *D. regia* was 80%. The NDF was 100% in: *B. decumbens*, *T. diversifolia*, *C. argentea*, *Piptadenia peregrina*, *B. ariza*, *H. rosa-sinensis* and *G. sepium*; 80% in *P. purpureum* and *B. variegata*; and *D. regia* was 60%. In the TN was 100% in: *C. argentea*, *B. ariza* and *G. sepium*; 80% in *B. decumbens*, *P. purpureum*, *B. variegata*, *Piptadenia peregrina* and *D. regia*; and in *T. diversifolia* and *H. rosa-sinensis* was 60%. It was also found in the 63.333% of cases a better rate of degradation by the technique of *in situ* digestibility. In conclusion there are statistical differences ( $P < 0.05$ ) between the techniques of digestibility *in situ* and *in vitro* to estimate the dry matter digestibility, neutral detergent fiber and total nitrogen in forages studied.

**Keywords:** Digestion, grasses, legumes, non-legumes shrub.

## INTRODUCCIÓN

La digestibilidad hace referencia a la cantidad de alimento que desaparece en el tracto digestivo o en un procedimiento de laboratorio debido a su solubilización o ataque por los microorganismos anaerobios ruminales (Giraldo *et al.*, 2006). Mientras que, la degradabilidad

hace referencia a la cantidad de alimento que se descompone en sus elementos integrantes, mediante procesos biológicos o químicos. A diferencia de la degradabilidad, la digestibilidad de los forrajes permite estimar la proporción de nutrientes presentes en el alimento, que tienen potencial de ser absorbidos por el tracto digestivo (Giraldo *et al.*, 2006). La degradabilidad ruminal, tiene un valor relativo, pues depende de dos aspectos: velocidad de degradación y velocidad de tránsito ruminal. A su vez, la primera se determina por la solubilidad y estructura molecular, y actividad de los microorganismos y puede ser afectada por: el pH, el tamaño de partícula, la relación forraje: concentrado, y otros factores como la ingestión de agua o materia seca, alterando la degradabilidad ruminal (Rosero y Posada, 2007). La energía es limitante en todo sistema de alimentación, de allí la importancia de su valoración en los alimentos (Torres *et al.*, 2009). El valor energético se establece mediante: ensayos de digestibilidad directa (Sosa *et al.*, 2006) o de forma indirecta estimando digestibilidades con técnicas *in situ* e *in vitro*, ó empleando enzimas celulolíticas (Arce *et al.*, 2003). La técnica *in situ* utiliza bolsas sintéticas para medir la digestión de los forrajes a nivel ruminal, consiste en colocar la muestra en la bolsa e incubarla en rumen de animales fistulados. Esta técnica permite determinar simultáneamente la cantidad de la muestra ingerida y la tasa a la cual la digestión se realiza. Se utiliza principalmente cuando se requiere observar el efecto de las condiciones ruminales sobre la digestión de un número limitado de muestras. La utilidad y confiabilidad de esta técnica depende de factores tales como la cantidad de la muestra, del tamaño de la bolsa y de la partícula de la muestra (Torres *et al.*, 2009). Por otro lado, los métodos *in vitro* que han sido utilizados ampliamente desde su introducción son el de Tilley y Terry (1980) y el de Van Soest *et al.* (1991), considerados los procedimientos más exactos para la predicción de la digestibilidad en rumiantes. El método de Tilley y Terry se considera de referencia para calcular la digestibilidad en rumiantes, ha sido modificado y adaptado según el tipo de alimento, al igual que se han probado diferentes tampones de dilución para ajustar el pH del inóculo. Pese a su exactitud y modificaciones, este método requiere de mucho tiempo y trabajo, además cada alimento debe incubarse por separado, limitando el número de muestras a ser analizadas (Giraldo *et al.*, 2006). Así mismo, la técnica desarrollada por Van Soest *et al.*, (1991), supone una alternativa al método de Tilley y Terry (1980), ya que permite una valoración más rápida de los alimentos sin afectar negativamente la precisión del valor obtenido. Este procedimiento consiste en una incubación de los alimentos con líquido ruminal durante 48

horas a 38°C, seguido del tratamiento del residuo obtenido con una solución neutro detergente durante 1 hora a 100°C, y los valores obtenidos se consideran una estimación de la digestibilidad real de los alimentos (Bochi-Brum, *et al.*, 1999). El inconveniente de la técnica *in vitro* reside en la variabilidad de sus resultados, debido a que la microflora ruminal está influenciada por el tipo y cantidad de dieta proporcionada al animal (Torres *et al.*, 2009).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en el municipio de Villavicencio, en la granja de UNILLANOS sede Barcelona y en el Laboratorio de Nutrición Animal ubicados en el kilómetro 12 vía Puerto López, con una altitud de 465 metros sobre el nivel del mar, temperatura promedio de 27°C y precipitación anual entre 1.900 y 3.250 milímetros (Roa *et al.*, 2010). Para las pruebas *in situ* se utilizaron dos novillas de 380 kg criollas cruzadas, fistuladas en rumen, las cuales estaban en pastoreo continuo con *Brachiaria decumbens*, sal mineralizada y agua a voluntad.

Las muestras fueron recolectadas de las parcelas de forrajes de la Universidad, a una edad de rebrote de 60 días. Se deshidrataron en una estufa de aire forzado a 72°C por 72 horas, posteriormente se molieron (criba de 1 mm) para homogenizar el tamaño de la partícula. A los forrajes secos pasto amargo (*B. decumbens*), kinggrass (*P. purpureum*), botón de oro (*T. diversifolia*), casco de vaca (*B. variegata*), yopo (*A. (Piptadenia) peregrina*), veranera (*C. argentea*), palo de cruz (*B. ariza*), cayeno (*H. rosa-sinensis*), matarratón (*G. sepium*) y acacia roja (*D. regia*), se les realizó un análisis preliminar, determinando materia seca (MS), nitrógeno total (NT) y fibra detergente neutro (FDN), tres repeticiones por forraje, siguiendo la metodología de la AOAC, 2006.

En las pruebas *in situ* en rumen se utilizó la técnica con bolsas de nylon (Mertens, 2002), cuyo tamaño fue de 20 x 10 cm con un poro promedio de 50 micras, para evitar la salida de forraje. Estas bolsas se secaron previamente a 60°C por 24 horas para llevarlas a peso constante y en cada una se colocaron 8 gr de materia seca de cada arbusto o forraje por tres repeticiones en cada hora (6, 12, 24, 48 y 72), es decir, se incubaron 15 bolsas por forraje para un total de 150, las cuales fueron colocadas en la porción ventral del rumen, dejándoles cierta libertad de movimiento, y así quedarán expuestas a las condiciones del rumen. Para sostenerlas, fueron amarradas a una cadena conservando una distancia entre la cánula y las primeras bolsas de 50 cm (Fotografía 1), Colocándolas en forma secuencial para ser

extraídas (Fotografías 2. y 3.) de acuerdo a la hora correspondiente de degradación, se realizó su lavado hasta retirar los residuos del rumen, (Fotografía 4.). Estas pruebas fueron divididas en dos etapas: en la primera se inocularon 45 bolsas en cada animal, y en la segunda etapa las restantes 30 bolsas en cada animal. Además, en las pruebas *in situ* se realizaron mediciones de pH (Fotografía 6.) y nitrógeno amoniacal ( $N-NH_3$ ) (Fotografía 10) en el líquido ruminal a las 0, 6 y 12 horas. Los 5 forrajes de mayor contenido proteico, botón de oro, veranera, matarratón, cayeno y acacia roja se incubaron en el primer animal y los 5 forrajes restantes de menor contenido proteico, pasto amargo, kingrass, casco de vaca, yopo, y palo de cruz en el segundo animal.



**Fotografía 1.** Retiro tapa de cánula



**Fotografía 2.** Extracción de cadenas



**Fotografía 3.** Extracción de bolsas



**Fotografía 4.** Lavado de bolsas

Las pruebas *in vitro* fueron realizadas en el Laboratorio de Nutrición Animal, AOAC (2006), para ello se incubaron los forrajes con líquido ruminal durante 72 horas a 38°C, seguido del tratamiento del residuo obtenido (Fotografía 7) con una solución neutro-detergente durante 1 hora a 100°C (Fotografía 8). La extracción del líquido se realizó manualmente y en horas de la mañana (7 a.m.) quitando la tapa de la cánula de los dos animales rumino-fistulados, se retiró toda la ingesta situada en la parte alta del rumen y se extrajo la parte semilíquida que

fue filtrada en un vaso estéril de 250 ml, utilizando una gasa. El material extraído fue mezclado con la solución de Mc Dougall previo al inicio de la incubación. El tubo con inóculo fue mantenido a una temperatura de 38°C, en un baño de maría (Fotografía 9) y lleno a capacidad evitando la oxigenación del material. La relación buffer: líquido ruminal fue de 3: 1, es decir que se utilizó 3.75 ml de buffer por cada 1.25 ml de líquido ruminal para las 72 horas de incubación. La inoculación de cada forraje, se hizo en tubos de 10 ml procesando 3 muestras para cada hora (6, 12, 24, 48 y 72), utilizando 150 tubos. El contenido de los tubos fue agitado suavemente una hora después de iniciada la incubación, seguido por dos agitaciones adicionales en el primer día, y en el segundo día tres veces. Se utilizó un volumen de 5 ml de inóculo para 1 gr de muestra (materia seca de cada forraje).



**Fotografía 5.** Secado de bolsas



**Fotografía 6.** Determinación pH



**Fotografía 7.** Obtención de residuo



**Fotografía 8.** Digestión equipo de Fibra

Con la información obtenida se estableció la curva y tasa de degradación de la MS, FDN y NT a las 6, 12, 24, 48 y 72 horas, de cada uno de los 10 forrajes, para ello los datos experimentales fueron ajustados mediante la fórmula de McDonall y la función solver del Software Excel, Microsoft®, ya que hay reportes de que su uso permite una estimación

confiable y rápida. (Fernández, 2004). El diseño estadístico fue un análisis de varianza para determinar los rangos de desviación entre las dos técnicas, para establecer la tendencia de los datos. Las variables evaluadas fueron los promedios de la degradación ruminal (6, 12, 24, 48 y 72 horas) de la materia seca, fibra detergente neutro y proteína cruda de los 10 forrajes. Los datos se analizaron aplicando la prueba T-Student para comparación entre medias.



**Fotografía 9.** Incubación *in vitro*



**Fotografía 10.** Determinación nitrógeno total y amoniacal.

## RESULTADOS

En las gramíneas las digestibilidades *in vitro* de la MS, FDN y NT del pasto amargo fueron mayores ( $P < 0,05$ ) que las *in situ*, excepto en: MS a las 48 y 72 horas, y NT a las 24 horas, en estos casos no hubo diferencia (Tabla 1 y Figura 1).

**Tabla 1.** Digestibilidad *in situ* Vs *in vitro* pasto amargo (*Brachiaria decumbens*)

Horas	Digestibilidad MS (%) *		Digestibilidad FDN (%) **		Digestibilidad Proteína (%)	
	In Situ	In Vitro	In Situ	In Vitro	In Situ	In vitro
6	17,300 <sup>a</sup>	28,460 <sup>b</sup>	43,436 <sup>a</sup>	51,928 <sup>b</sup>	30,324 <sup>a</sup>	39,842 <sup>b</sup>
12	19,942 <sup>a</sup>	39,703 <sup>b</sup>	45,989 <sup>a</sup>	53,492 <sup>b</sup>	42,005 <sup>a</sup>	51,278 <sup>b</sup>
24	25,938 <sup>a</sup>	44,990 <sup>b</sup>	46,894 <sup>a</sup>	54,213 <sup>b</sup>	52,232 <sup>a</sup>	57,050 <sup>a</sup>
48	45,250 <sup>a</sup>	48,202 <sup>a</sup>	48,124 <sup>a</sup>	55,091 <sup>b</sup>	62,375 <sup>a</sup>	60,311 <sup>b</sup>
72	48,805 <sup>a</sup>	50,312 <sup>a</sup>	49,566 <sup>a</sup>	57,900 <sup>b</sup>	70,082 <sup>a</sup>	76,546 <sup>b</sup>

\* Materia Seca. \*\* Fibra Detergente Neutro. Letras distintas en las columnas de cada nutriente *in situ* e *in vitro* son diferentes ( $P < 0,05$ ).

La cinética de la degradación de la MS fue similar en las dos técnicas de digestibilidad, mientras que la degradabilidad efectiva ruminal (DER) de la FDN y NT fue mayor ( $P < 0,05$ ) mediante la estimación *in vitro* (Tablas 11, 12 y 13). Con el kingrass las digestibilidades *in vitro* de la MS, FDN y NT fueron mayores ( $P < 0,05$ ) que las *in situ*, excepto en: MS a las 48 y 72 horas, FDN a las 12 horas y NT a las horas, Tabla 2 y Figura 2). La cinética de la

degradación de la MS y NT fue similar en las dos técnicas de digestibilidad, mientras que en la DER de la FDN se halló un valor más alto ( $P < 0,05$ ) mediante la técnica *in vitro* (Tablas 11, 12 y 13).

**Tabla 2.** Digestibilidad *in situ* Vs *in vitro* kingrass (*Pennisetum purpureum*)

Horas	Digestibilidad MS (%) *		Digestibilidad FDN (%) **		Digestibilidad Proteína (%)	
	In Situ	In Vitro	In Situ	In Vitro	In Situ	In vitro
6	11,727 <sup>a</sup>	20,881 <sup>b</sup>	28,479 <sup>a</sup>	32,155 <sup>b</sup>	24,476 <sup>a</sup>	40,732 <sup>b</sup>
12	12,851 <sup>a</sup>	27,963 <sup>b</sup>	30,650 <sup>a</sup>	32,738 <sup>a</sup>	32,951 <sup>a</sup>	44,638 <sup>b</sup>
24	24,563 <sup>a</sup>	31,222 <sup>b</sup>	32,325 <sup>a</sup>	33,333 <sup>b</sup>	39,491 <sup>a</sup>	47,447 <sup>b</sup>
48	33,173 <sup>a</sup>	36,774 <sup>a</sup>	34,246 <sup>a</sup>	35,780 <sup>b</sup>	45,235 <sup>a</sup>	50,248 <sup>b</sup>
72	36,584 <sup>a</sup>	44,247 <sup>a</sup>	35,791 <sup>a</sup>	38,425 <sup>b</sup>	55,738 <sup>a</sup>	56,211 <sup>a</sup>

\* Materia Seca. \*\* Fibra Detergente Neutro. Letras distintas en las columnas de cada nutriente *in situ* e *in vitro* son diferentes ( $P < 0,05$ ).

En las no leguminosas las digestibilidades *in situ* de la MS, FDN y NT del botón de oro fueron mayores ( $P < 0,05$ ) que las *in vitro*, excepto en: MS a las 24 horas, y a las 6 y 48 horas fueron similares; y NT a las 12 horas, y a las 6 y 24 horas no hubo diferencia (Tabla 3 - Figura 3).

**Tabla 3.** Digestibilidad *in situ* Vs *in vitro* botón de oro (*Tithonia diversifolia*)

Horas	Digestibilidad MS (%) *		Digestibilidad FDN (%) **		Digestibilidad Proteína (%)	
	In Situ	In Vitro	In Situ	In Vitro	In Situ	In vitro
6	19,714 <sup>a</sup>	24,346 <sup>a</sup>	39,957 <sup>b</sup>	17,435 <sup>a</sup>	34,483 <sup>a</sup>	37,537 <sup>a</sup>
12	32,966 <sup>b</sup>	29,009 <sup>a</sup>	40,987 <sup>b</sup>	20,641 <sup>a</sup>	42,459 <sup>a</sup>	47,185 <sup>b</sup>
24	37,044 <sup>a</sup>	41,793 <sup>b</sup>	41,562 <sup>b</sup>	21,748 <sup>a</sup>	51,071 <sup>a</sup>	51,844 <sup>a</sup>
48	48,816 <sup>a</sup>	43,703 <sup>a</sup>	42,337 <sup>b</sup>	24,282 <sup>a</sup>	62,030 <sup>b</sup>	53,813 <sup>a</sup>
72	65,819 <sup>b</sup>	45,366 <sup>a</sup>	44,318 <sup>b</sup>	28,603 <sup>a</sup>	67,021 <sup>b</sup>	57,511 <sup>a</sup>

\* Materia Seca. \*\* Fibra Detergente Neutro. Letras distintas en las columnas de cada nutriente *in situ* e *in vitro* son diferentes ( $P < 0,05$ ).

La cinética de la degradación fue diferente en todos los nutrientes, la DER de la MS, FDN y NT estimada mediante la técnica *in situ* fue mayor ( $P < 0,05$ ) (Tablas 11, 12 y 13). Así mismo, las digestibilidades *in situ* de la MS y NT del cayeno fueron mayores ( $P < 0,05$ ) que las *in vitro*, excepto en: MS a las 6 y 72 horas, y NT a las 6 y 12 horas fueron similares; siendo menores en la FDN (Tabla 4 - Figura 8). Al igual que en el caso anterior, la cinética de la degradación fue diferente en todos los nutrientes, debido a que la DER de la MS y NT fue mayor ( $P < 0,05$ ) en la estimación mediante la técnica *in situ*, mientras que en la FDN fue menor. (Tablas 11, 12 y 13).

En las leguminosas las digestibilidades *in vitro* de la MS y NT de la veranera fueron mayores ( $P<0,05$ ) que las *in situ*, y en la FDN fueron menores (Tabla 5 - Figura 5). La cinética de la degradación fue diferente en todos los nutrientes, puesto que la DER de la MS y FDN estimada mediante la técnica *in situ* fue mayor ( $P<0,05$ ), mientras que la del NT fue menor (Tablas 11, 12 y 13).

**Tabla 4.** Digestibilidad *in situ* Vs *in vitro* cayeno (*Hibiscus rosa-sinensis*)

Horas	Digestibilidad M.S. (%)		Digestibilidad FDN (%)		Digestibilidad Proteína (%)	
	In Situ	In Vitro	In Situ	In Vitro	In Situ	In vitro
6	21,067 <sup>a</sup>	27,047 <sup>b</sup>	45,402 <sup>a</sup>	48,162 <sup>b</sup>	31,290 <sup>a</sup>	37,014 <sup>a</sup>
12	28,154 <sup>b</sup>	35,601 <sup>a</sup>	46,283 <sup>a</sup>	49,252 <sup>b</sup>	43,245 <sup>a</sup>	41,013 <sup>a</sup>
24	51,230 <sup>b</sup>	42,278 <sup>a</sup>	47,339 <sup>a</sup>	51,078 <sup>b</sup>	54,703 <sup>b</sup>	46,675 <sup>a</sup>
48	72,212 <sup>b</sup>	49,951 <sup>a</sup>	48,576 <sup>a</sup>	52,250 <sup>b</sup>	75,300 <sup>b</sup>	52,353 <sup>a</sup>
72	83,178 <sup>b</sup>	58,741 <sup>a</sup>	48,856 <sup>a</sup>	53,325 <sup>b</sup>	85,179 <sup>b</sup>	62,002 <sup>a</sup>

\* Materia Seca. \*\* Fibra Detergente Neutro. Letras distintas en las columnas de cada nutriente *in situ* e *in vitro* son diferentes ( $P<0,05$ ).

**Tabla 5.** Digestibilidad *in situ* Vs *in vitro* veranera (*Cratylia argentea*)

Horas	Digestibilidad M.S. (%)		Digestibilidad FDN (%)		Digestibilidad Proteína (%)	
	In Situ	In Vitro	In Situ	In Vitro	In Situ	In vitro
6	47,808 <sup>a</sup>	75,837 <sup>b</sup>	66,570 <sup>b</sup>	63,177 <sup>a</sup>	29,209 <sup>a</sup>	79,174 <sup>b</sup>
12	59,438 <sup>a</sup>	79,870 <sup>b</sup>	66,976 <sup>b</sup>	65,487 <sup>a</sup>	35,142 <sup>a</sup>	82,650 <sup>b</sup>
24	63,075 <sup>a</sup>	82,502 <sup>b</sup>	67,170 <sup>b</sup>	66,082 <sup>a</sup>	37,312 <sup>a</sup>	84,919 <sup>b</sup>
48	71,079 <sup>a</sup>	84,428 <sup>b</sup>	67,386 <sup>b</sup>	66,412 <sup>a</sup>	40,680 <sup>a</sup>	86,579 <sup>b</sup>
72	77,253 <sup>a</sup>	87,444 <sup>b</sup>	67,594 <sup>b</sup>	67,055 <sup>a</sup>	47,378 <sup>a</sup>	89,178 <sup>b</sup>

\* Materia Seca. \*\* Fibra Detergente Neutro. Letras distintas en las columnas de cada nutriente *in situ* e *in vitro* son diferentes ( $P<0,05$ ).

De la misma forma, las digestibilidades *in vitro* de la MS y FDN de la acacia roja fueron mayores ( $P<0,05$ ) que las *in situ*, excepto en: MS a las 6 y 12 horas, y a las 72 fueron similares; lo mismo que en la FDN a las 6 y 12 horas el comportamiento fue similar; siendo menores en el NT ( $P<0,05$ ), excepto a las 6 horas (Tabla 6 - Figura 10). La cinética de la degradación de la MS fue similar en las dos técnicas de digestibilidad, mientras que la DER de la FDN presentó un valor más alto ( $P<0,05$ ) mediante la técnica *in vitro*, y uno más bajo en el NT (Tablas 11, 12 y 13).

Por el contrario, en el casco de vaca las digestibilidades *in situ* de la MS y FDN fueron mayores ( $P<0,05$ ) que las *in vitro*, excepto en: FDN a las 6 horas en la cual no hubo diferencia, mientras que para el NT fueron menores ( $P<0,05$ ), excepto a las 72 horas, en donde el comportamiento fue similar (Tabla 7 - Figura 4). La cinética de la degradación del

NT fue similar en las dos técnicas de digestibilidad, mientras que la DER de la MS y FDN estimada mediante la técnica *in situ* fue mayor ( $P < 0,05$ ) (Tablas 11, 12 y 13).

**Tabla 6.** Digestibilidad *in situ* Vs *in vitro* acacia roja (*Delonix regia*)

Horas	Digestibilidad M.S. (%)		Digestibilidad FDN (%)		Digestibilidad Proteína (%)	
	In Situ	In Vitro	In Situ	In Vitro	In Situ	In vitro
6	24,393 <sup>a</sup>	40,429 <sup>b</sup>	30,848 <sup>a</sup>	31,009 <sup>a</sup>	26,333 <sup>a</sup>	26,281 <sup>a</sup>
12	27,524 <sup>a</sup>	41,173 <sup>b</sup>	32,228 <sup>a</sup>	32,880 <sup>a</sup>	30,746 <sup>b</sup>	27,446 <sup>a</sup>
24	31,771 <sup>a</sup>	42,020 <sup>b</sup>	33,399 <sup>a</sup>	34,177 <sup>b</sup>	34,864 <sup>b</sup>	29,829 <sup>a</sup>
48	38,179 <sup>a</sup>	43,116 <sup>b</sup>	34,341 <sup>a</sup>	35,596 <sup>b</sup>	40,774 <sup>b</sup>	34,001 <sup>a</sup>
72	42,785 <sup>a</sup>	44,858 <sup>a</sup>	36,195 <sup>a</sup>	38,285 <sup>b</sup>	48,785 <sup>b</sup>	37,635 <sup>a</sup>

\* Materia Seca. \*\* Fibra Detergente Neutro. Letras distintas en las columnas de cada nutriente *in situ* e *in vitro* son diferentes ( $P < 0,05$ ).

**Tabla 7.** Digestibilidad *in situ* Vs *in vitro* casco de vaca (*Bauhinia variegata*)

Horas	Digestibilidad M.S. (%)		Digestibilidad FDN (%)		Digestibilidad Proteína (%)	
	In Situ	In Vitro	In Situ	In Vitro	In Situ	In vitro
6	24,609 <sup>b</sup>	11,195 <sup>a</sup>	24,502 <sup>a</sup>	23,413 <sup>a</sup>	22,549 <sup>a</sup>	25,228 <sup>b</sup>
12	28,787 <sup>b</sup>	23,599 <sup>a</sup>	30,245 <sup>b</sup>	25,405 <sup>a</sup>	27,257 <sup>a</sup>	31,384 <sup>b</sup>
24	30,212 <sup>b</sup>	25,142 <sup>a</sup>	31,459 <sup>b</sup>	26,572 <sup>a</sup>	31,718 <sup>a</sup>	34,289 <sup>b</sup>
48	31,327 <sup>b</sup>	27,066 <sup>a</sup>	35,865 <sup>b</sup>	27,430 <sup>a</sup>	35,577 <sup>a</sup>	38,508 <sup>b</sup>
72	34,120 <sup>b</sup>	30,401 <sup>a</sup>	41,620 <sup>b</sup>	33,383 <sup>a</sup>	43,852 <sup>a</sup>	42,135 <sup>a</sup>

\* Materia Seca. \*\* Fibra Detergente Neutro. Letras distintas en las columnas de cada nutriente *in situ* e *in vitro* son diferentes ( $P < 0,05$ ).

Así mismo, en el yopo las digestibilidades *in situ* de la MS, FDN y NT fueron mayores ( $P < 0,05$ ) que las *in vitro*, excepto en: MS a las 12 y 24 horas; y a las 6 y 72 horas no hubo diferencia, así como en el NT a las 72 horas (Tabla 8 - Figura 6). La cinética de la degradación de la MS y NT fueron similares en las dos técnicas de digestibilidad, mientras que en la DER de la FDN, se observó un dato más alto ( $P < 0,05$ ) con la técnica *in situ* (Tablas 11, 12 y 13).

**Tabla 8.** Digestibilidad *in situ* Vs *in vitro* yopo (*Anadenanthera (Piptadenia) peregrina*)

Horas	Digestibilidad M.S. (%)		Digestibilidad FDN (%)		Digestibilidad Proteína (%)	
	In Situ	In Vitro	In Situ	In Vitro	In Situ	In vitro
6	28,350 <sup>a</sup>	27,151 <sup>a</sup>	35,384 <sup>b</sup>	29,641 <sup>a</sup>	30,439 <sup>b</sup>	25,679 <sup>a</sup>
12	31,542 <sup>a</sup>	33,050 <sup>b</sup>	36,496 <sup>b</sup>	31,144 <sup>a</sup>	36,279 <sup>b</sup>	31,808 <sup>a</sup>
24	34,603 <sup>a</sup>	36,173 <sup>b</sup>	37,588 <sup>b</sup>	32,382 <sup>a</sup>	39,511 <sup>b</sup>	35,326 <sup>a</sup>
48	42,525 <sup>b</sup>	40,552 <sup>a</sup>	39,600 <sup>b</sup>	33,570 <sup>a</sup>	47,703 <sup>b</sup>	36,985 <sup>a</sup>
72	50,293 <sup>a</sup>	48,976 <sup>a</sup>	49,468 <sup>b</sup>	35,529 <sup>a</sup>	58,910 <sup>a</sup>	54,512 <sup>a</sup>

\* Materia Seca. \*\* Fibra Detergente Neutro. Letras distintas en las columnas de cada nutriente *in situ* e *in vitro* son diferentes ( $P < 0,05$ ).

De igual manera las digestibilidades *in situ* de la MS, FDN y NT del palo de cruz fueron mayores ( $P<0,05$ ) que las *in vitro* (Tabla 9 - Figura 7). La cinética de la degradación fue diferente en todos los nutrientes, encontrándose que la DER de la MS, FDN y NT fue mayor ( $P<0,05$ ) mediante la técnica *in situ* (Tablas 11, 12 y 13). Igualmente, las digestibilidades *in situ* de la MS, FDN y NT del matarratón fueron mayores ( $P<0,05$ ) que las *in vitro* (Tabla 10 - Figura 9). La cinética de la degradación fue diferente en todos los nutrientes, al igual que en el caso anterior la DER de la MS, FDN NT fue mayor ( $P<0,05$ ) en la estimación mediante la técnica *in situ* (Tablas 11, 12 y 13).

**Tabla 9.** Digestibilidad *in situ* Vs *in vitro* palo de cruz (*Brownea ariza*)

Horas	Digestibilidad M.S. (%)		Digestibilidad FDN (%)		Digestibilidad Proteína (%)	
	In Situ	In Vitro	In Situ	In Vitro	In Situ	In vitro
6	26,987 <sup>b</sup>	23,477 <sup>a</sup>	24,692 <sup>b</sup>	19,684 <sup>a</sup>	51,905 <sup>b</sup>	21,093 <sup>a</sup>
12	29,503 <sup>b</sup>	26,381 <sup>a</sup>	30,042 <sup>b</sup>	20,820 <sup>a</sup>	54,278 <sup>b</sup>	24,683 <sup>a</sup>
24	32,451 <sup>b</sup>	29,504 <sup>a</sup>	31,530 <sup>b</sup>	21,990 <sup>a</sup>	56,059 <sup>b</sup>	28,901 <sup>a</sup>
48	33,894 <sup>b</sup>	31,254 <sup>a</sup>	34,901 <sup>b</sup>	23,424 <sup>a</sup>	59,023 <sup>b</sup>	36,579 <sup>a</sup>
72	37,217 <sup>b</sup>	33,389 <sup>a</sup>	39,746 <sup>b</sup>	26,649 <sup>a</sup>	62,087 <sup>b</sup>	41,678 <sup>a</sup>

\* Materia Seca. \*\* Fibra Detergente Neutro. Letras distintas en las columnas de cada nutriente *in situ* e *in vitro* son diferentes ( $P<0,05$ ).

**Tabla 10.** Digestibilidad *in situ* Vs *in vitro* matarratón (*Gliricidia sepium*)

Horas	Digestibilidad M.S. (%)		Digestibilidad FDN (%)		Digestibilidad Proteína (%)	
	In Situ	In Vitro	In Situ	In Vitro	In Situ	In vitro
6	23,898 <sup>b</sup>	8,347 <sup>a</sup>	34,562 <sup>b</sup>	23,959 <sup>a</sup>	32,425 <sup>b</sup>	13,311 <sup>a</sup>
12	31,195 <sup>b</sup>	12,581 <sup>a</sup>	37,010 <sup>b</sup>	26,373 <sup>a</sup>	39,634 <sup>b</sup>	15,381 <sup>a</sup>
24	39,984 <sup>b</sup>	14,981 <sup>a</sup>	42,310 <sup>b</sup>	28,449 <sup>a</sup>	45,140 <sup>b</sup>	17,665 <sup>a</sup>
48	47,908 <sup>b</sup>	17,652 <sup>a</sup>	43,337 <sup>b</sup>	29,840 <sup>a</sup>	53,402 <sup>b</sup>	22,916 <sup>a</sup>
72	55,803 <sup>b</sup>	21,191 <sup>a</sup>	56,352 <sup>b</sup>	30,936 <sup>a</sup>	61,556 <sup>b</sup>	31,634 <sup>a</sup>

\* Materia Seca. \*\* Fibra Detergente Neutro. Letras distintas en las columnas de cada nutriente *in situ* e *in vitro* son diferentes ( $P<0,05$ ).

En la MS se encontró una tasa de degradación más alta mediante la técnica *in situ* que con la *in vitro* (Tabla 11). Se observaron valores de DER más altos en el pasto amargo, botón de oro, casco de vaca, yopo, palo de cruz, cayeno y matarratón, mientras que en los forrajes kingrass, veranera y acacia roja la DER fue más alta mediante la técnica *in vitro*.

Así mismo, en la FDN se encontró una tasa de degradación mayor mediante la técnica *in situ* (Tabla 12). Se encontraron valores de DER más altos el botón de oro, casco de vaca, veranera, yopo, palo de cruz y matarratón; para los forrajes pasto amargo kingrass, cayeno y acacia roja la DER fue más alta mediante la técnica *in vitro*. Igualmente en el NT la tasa de

degradación fue más alta con la técnica *in situ* (Tabla 13.). Se encontraron valores de DER mas altos el botón de oro, yopo, palo de cruz, cayeno, matarratón y acacia roja, mientras que para los forrajes pasto amargo kingrass, casco de vaca, veranera la DER fue más alta mediante la técnica *in vitro*.

**Tabla 11.** Parámetros de cinética ruminal de la DMS

CINETICA RUMINAL DEGRADABILIDAD MATERIA SECA					
FORRAJE	Tecnica de Digestibilidad	A (%)	B (%)	C (Fraccion / Hora)	DE (%)
<i>Brachiaria decumbens</i>	<i>In Situ</i>	10,179	41,681	0,038	48,598 <sup>a</sup>
	<i>In Vitro</i>	13,336	35,185	0,142	48,519 <sup>a</sup>
<i>Pennisetum hybridum</i>	<i>In Situ</i>	6,731	31,587	0,042	36,460 <sup>a</sup>
	<i>In Vitro</i>	7,964	31,328	0,102	39,266 <sup>a</sup>
<i>Tithonia diversifolia</i>	<i>In Situ</i>	7,618	53,721	0,049	59,525 <sup>b</sup>
	<i>In Vitro</i>	11,746	32,763	0,108	44,491 <sup>a</sup>
<i>Bahuinia variegata</i>	<i>In Situ</i>	11,117	20,625	0,235	31,742 <sup>b</sup>
	<i>In Vitro</i>	4,785	23,990	0,105	28,760 <sup>a</sup>
<i>Cratylia argentea</i>	<i>In Situ</i>	20,747	50,186	0,168	70,932 <sup>a</sup>
	<i>In Vitro</i>	36,174	47,778	0,376	83,951 <sup>b</sup>
<i>Anadenanthera (Piptadenia) peregrina</i>	<i>In Situ</i>	10,826	32,765	0,126	43,586 <sup>a</sup>
	<i>In Vitro</i>	10,401	32,222	0,139	42,622 <sup>a</sup>
<i>Brownea ariza</i>	<i>In Situ</i>	11,945	22,172	0,232	34,117 <sup>b</sup>
	<i>In Vitro</i>	10,611	20,523	0,206	31,134 <sup>a</sup>
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	<i>In Situ</i>	13,935	76,042	0,035	82,602 <sup>b</sup>
	<i>In Vitro</i>	10,795	42,486	0,092	53,212 <sup>a</sup>
<i>Gliricidia sepium</i>	<i>In Situ</i>	9,923	41,826	0,078	51,560 <sup>b</sup>
	<i>In Vitro</i>	8,347	21,191	0,294	29,538 <sup>a</sup>
<i>Delonix regia</i>	<i>In Situ</i>	10,055	28,445	0,124	38,495 <sup>a</sup>
	<i>In Vitro</i>	19,226	23,653	0,465	42,879 <sup>a</sup>

DMS = Degradabilidad Materia Seca. A = Fracción rápidamente soluble. B = Fracción insoluble pero potencialmente degradable. C = Tasa de degradación de la fracción B. DE = Degradabilidad Efectiva Ruminal. Letras distintas en el mismo tiempo de incubación son diferentes (P<0,05).

El nitrógeno amoniacal fue más bajo en el líquido ruminal del animal de mejor condición corporal, en donde se incubaron las especies forrajeras de mayor contenido proteico, botón de oro, veranera, matarratón, cayeno y acacia roja, excepto a las 6 horas de incubación. El pH fue más alto en el líquido de este mismo animal, excepto a las 12 horas de incubación. (Tabla 14).

## DISCUSIÓN

En la digestibilidad de la MS de los forrajes *B. variegata*, *C. argentea*, *B. ariza*, *H. rosa-sinensis* y *G. sepium*, que son el 50% (Figura 11) de las especies estudiadas, presentaron

una diferencia ( $P < 0,05$ ) del 100%, es decir que las dos técnicas no son compatibles para este nutriente en estos forrajes. Así mismo, *D. regia* que representa el 10% de los forrajes estudiados, obtuvo una diferencia ( $P < 0,05$ ) del 80%, lo cual significa que en esta especie hay muy poca compatibilidad entre estas dos técnicas. Por otro lado los forrajes *B. decumbens*, *P. purpureum*, *T. diversifolia* y *A. (Piptadenia) peregrina*, que corresponden al 40% de especies estudiadas mostraron una diferencia ( $P < 0,05$ ) del 60%, quedando un 40% de similitud entre las dos técnicas, por lo tanto en estos forrajes es posible seguir investigando en las pruebas hasta determinar una compatibilidad o diferencia total entre las dos técnicas de digestibilidad para este nutriente.

**Tabla 12.** Parámetros de cinética ruminal de la DFDN

CINETICA RUMINAL DEGRADABILIDAD FIBRA DETERGENTE NEUTRO					
FORRAJE	Técnica de Digestibilidad	A (%)	B (%)	C (Fracción / Hora)	DE (%)
<i>Brachiaria decumbens</i>	<i>In Situ</i>	20,848	26,975	0,388	47,823 <sup>a</sup>
	<i>In Vitro</i>	24,657	30,623	0,457	55,280 <sup>b</sup>
<i>Pennisetum hybridum</i>	<i>In Situ</i>	13,190	20,500	0,289	33,690 <sup>a</sup>
	<i>In Vitro</i>	14,501	20,764	0,382	35,265 <sup>b</sup>
<i>Tithonia diversifolia</i>	<i>In Situ</i>	19,009	23,368	0,467	42,377 <sup>b</sup>
	<i>In Vitro</i>	6,905	18,071	0,172	24,976 <sup>a</sup>
<i>Bahuinia variegata</i>	<i>In Situ</i>	9,731	26,843	0,161	36,574 <sup>b</sup>
	<i>In Vitro</i>	9,373	19,340	0,254	28,713 <sup>a</sup>
<i>Cratylia argentea</i>	<i>In Situ</i>	33,131	34,154	0,756	67,285 <sup>b</sup>
	<i>In Vitro</i>	31,219	35,095	0,505	66,314 <sup>a</sup>
<i>Anadenanthera (Piptadenia) peregrina</i>	<i>In Situ</i>	13,663	27,744	0,287	41,407 <sup>b</sup>
	<i>In Vitro</i>	13,754	19,640	0,346	33,393 <sup>a</sup>
<i>Brownea ariza</i>	<i>In Situ</i>	10,178	25,229	0,178	35,408 <sup>b</sup>
	<i>In Vitro</i>	8,302	15,266	0,270	23,568 <sup>a</sup>
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	<i>In Situ</i>	22,192	25,643	0,486	47,836 <sup>a</sup>
	<i>In Vitro</i>	23,229	28,390	0,436	51,619 <sup>b</sup>
<i>Gliricidia sepium</i>	<i>In Situ</i>	12,629	34,417	0,177	47,046 <sup>b</sup>
	<i>In Vitro</i>	11,219	18,194	0,259	29,413 <sup>a</sup>
<i>Delonix regia</i>	<i>In Situ</i>	14,441	19,786	0,369	34,227 <sup>a</sup>
	<i>In Vitro</i>	14,142	21,414	0,323	35,556 <sup>b</sup>

DMS = Degradabilidad Materia Seca. DFDN= Degradabilidad fibra detergente neutro. A = Fracción rápidamente soluble. B = Fracción insoluble pero potencialmente degradable. C = Tasa de degradación de la fracción B. DE = Degradabilidad Efectiva Ruminal. Letras distintas en el mismo tiempo de incubación son diferentes ( $P < 0,05$ ).

En la digestibilidad de la FDN de los forrajes *B. decumbens*, *T. diversifolia*, *C. argétea*, *A. (Piptadenia) peregrina*, *B. ariza*, *H. rosa-sinensis* y *G. sepium*, que son el 70% (Figura 12) de las especies estudiadas, presentaron una diferencia ( $P < 0,05$ ) del 100%, es decir que las dos técnicas no son compatibles para este nutriente en estos forrajes. Así mismo, *P. purpureum* y

*B. variegata*, que representan el 20% de los forrajes estudiados, obtuvieron una diferencia ( $P < 0,05$ ) del 80%, lo cual significa que en estas especies hay poca compatibilidad entre estas dos técnicas. Por otro lado, *D. regia* forraje que corresponde al 10% de las especies estudiadas mostró una diferencia ( $P < 0,05$ ) del 60%, quedando un 40% de similitud entre las dos técnicas, por lo tanto en este forraje es posible seguir investigando en las pruebas hasta determinar una compatibilidad o diferencia total entre las dos técnicas de digestibilidad para este nutriente.

**Tabla 13.** Parámetros de cinética ruminal de la DNT

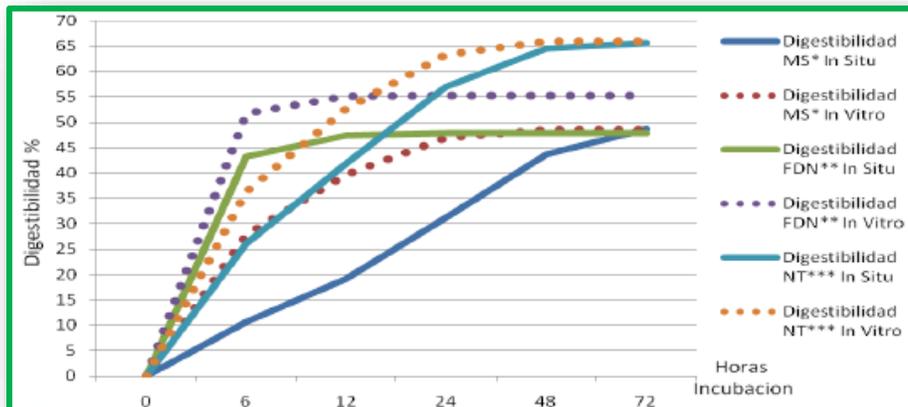
CINETICA RUMINAL DEGRADABILIDAD NITROGENO TOTAL					
FORRAJE	Tecnica de Digestibilidad	A (%)	B (%)	C (Fraccion / Hora)	DE (%)
<i>Brachiaria decumbens</i>	<i>In Situ</i>	12,988	52,745	0,084	65,580 <sup>a</sup>
	<i>In Vitro</i>	14,642	51,340	0,133	65,978 <sup>b</sup>
<i>Pennisetum hybridum</i>	<i>In Situ</i>	9,271	40,529	0,089	49,718 <sup>a</sup>
	<i>In Vitro</i>	17,625	33,100	0,244	50,725 <sup>a</sup>
<i>Tithonia diversifolia</i>	<i>In Situ</i>	15,069	47,600	0,102	62,628 <sup>b</sup>
	<i>In Vitro</i>	17,262	37,233	0,184	54,495 <sup>a</sup>
<i>Bahuinia variegata</i>	<i>In Situ</i>	8,489	29,788	0,114	38,267 <sup>a</sup>
	<i>In Vitro</i>	10,888	27,793	0,155	38,681 <sup>a</sup>
<i>Cratylia argentea</i>	<i>In Situ</i>	11,878	30,044	0,176	41,922 <sup>a</sup>
	<i>In Vitro</i>	38,055	48,055	0,408	86,110 <sup>b</sup>
<i>Anadenanthera (Piptadenia) peregrina</i>	<i>In Situ</i>	11,111	39,579	0,113	50,675 <sup>a</sup>
	<i>In Vitro</i>	7,578	36,408	0,112	43,972 <sup>a</sup>
<i>Brownea ariza</i>	<i>In Situ</i>	24,044	34,222	0,350	58,267 <sup>b</sup>
	<i>In Vitro</i>	8,628	29,208	0,094	37,793 <sup>a</sup>
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	<i>In Situ</i>	14,325	68,213	0,057	81,212 <sup>b</sup>
	<i>In Vitro</i>	14,548	39,533	0,150	54,080 <sup>a</sup>
<i>Gliciridia sepium</i>	<i>In Situ</i>	13,032	42,160	0,115	55,177 <sup>b</sup>
	<i>In Vitro</i>	13,311	31,634	0,439	44,945 <sup>a</sup>
<i>Delonix regia</i>	<i>In Situ</i>	10,123	32,568	0,120	42,683 <sup>b</sup>
	<i>In Vitro</i>	11,013	22,363	0,214	33,376 <sup>a</sup>

DMS = Degradabilidad Materia Seca. DNT= Degradabilidad nitrógeno total. A = Fracción rápidamente soluble. B = Fracción insoluble pero potencialmente degradable. C = Tasa de degradación de la fracción B. DE = Degradabilidad Efectiva Ruminal. Letras distintas en el mismo tiempo de incubación son diferentes ( $P < 0,05$ ).

**Tabla 14.** Nitrógeno Amoniacal y pH en la prueba *in situ*

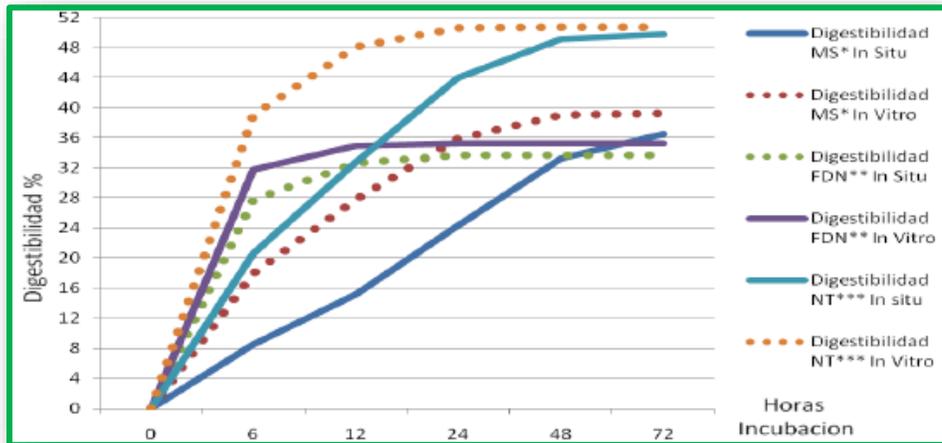
MAYOR PROTEINA *			
HORA DIGESTIBILIDAD	pH	TEMPERATURA (C°)	NITROGENO AMONIACAL
0	6,6	38	29,12
6	6,47	37,9	43,12
12	6,63	37,8	43,12
MENOR PROTEINA **			
HORA DIGESTIBILIDAD	pH	TEMPERATURA (C°)	NITROGENO AMONIACAL
0	6,5	37	32,2
6	6,4	38	71,12
12	6,77	37,7	40,88

\* Forrajes incubados: *Tithonia diversifolia*, *Cratylia argentea*, *Gliciridia sepium*, *Hibiscus rosa-sinensis* y *Delonix regia*. \*\* Forrajes incubados: *Brachiaria decumbens*, *Pennisetum purpureum*, *Bahuinia variegata*, *Anadenanthera (Piptadenia) peregrina* y *Brownea ariza*.



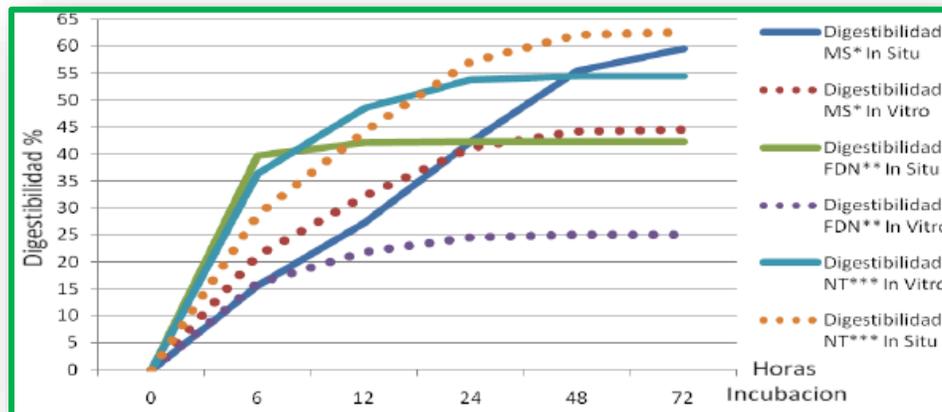
**Figura 1.** Curva de degradación pasto amargo (*Brachiaria*)

\* Materia Seca. \*\* Fibra Detergente Neutro \*\*\*Nitrógeno Total



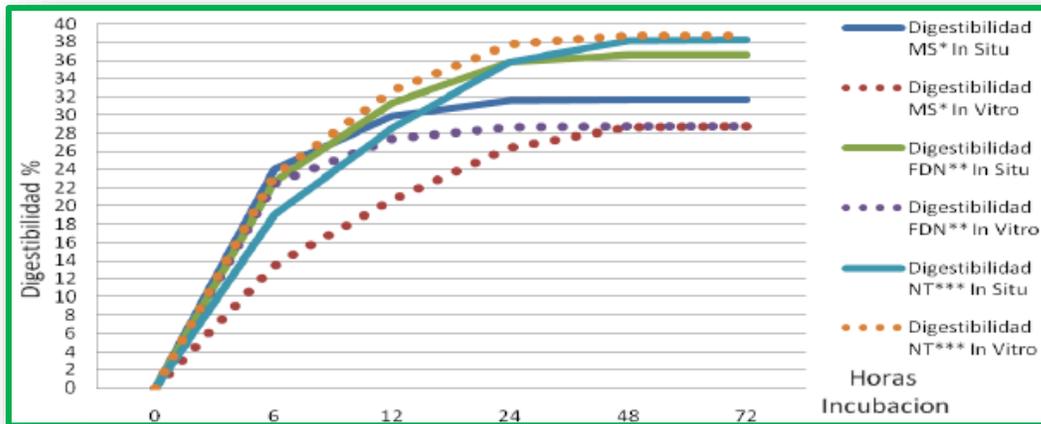
**Figura 2.** Curva de degradación kinggrass (*Pennisetum purpureum*)

\* Materia Seca. \*\* Fibra Detergente Neutro \*\*\*Nitrógeno Total



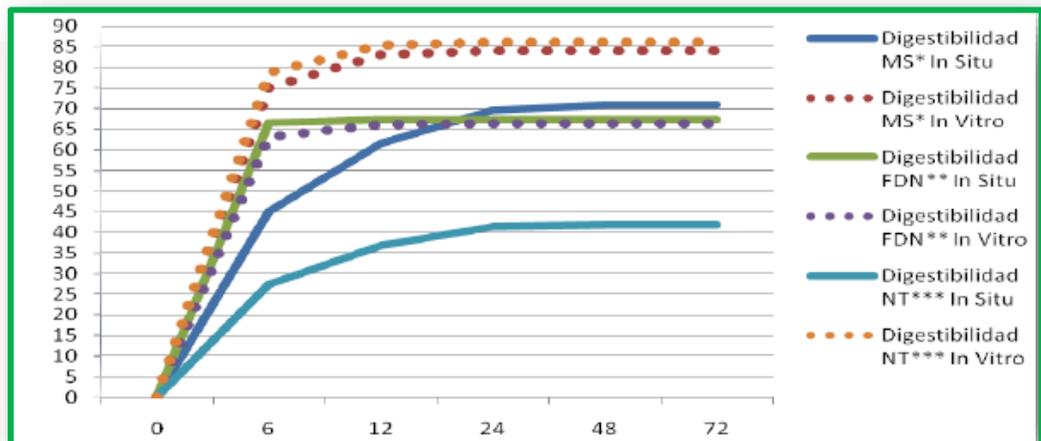
**Figura 3.** Curva de degradación botón de oro (*Tithonia diversifolia*)

\* Materia Seca. \*\* Fibra Detergente Neutro \*\*\*Nitrógeno Total



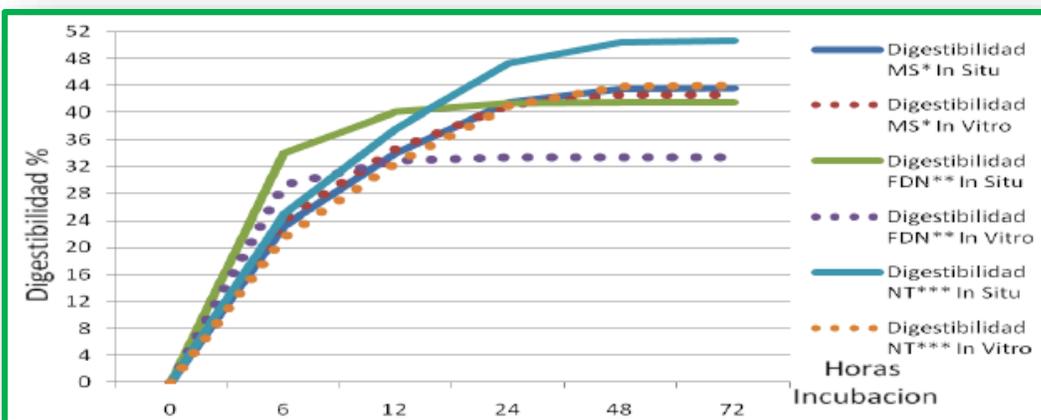
**Figura 4.** Curva de degradación casco de vaca (*Bauhinia variegata*)

\* Materia Seca. \*\* Fibra Detergente Neutro \*\*\*Nitrógeno Total



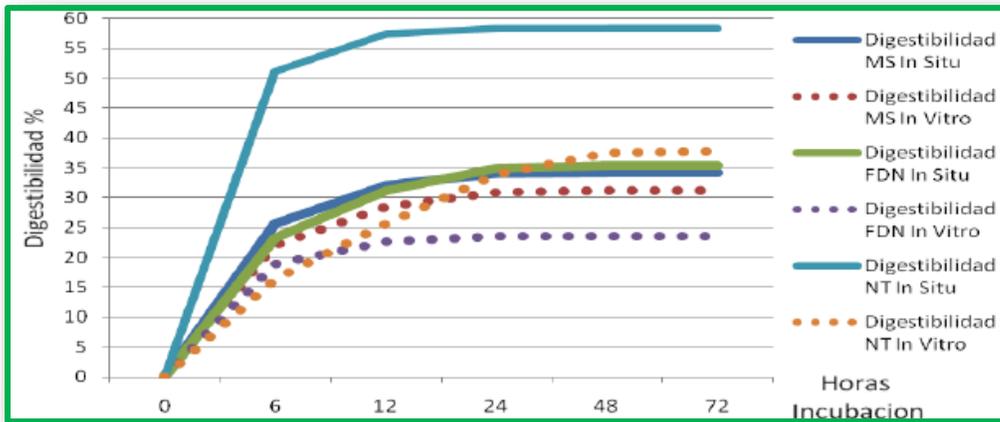
**Figura 5.** Curva de degradación veranera (*Cratylia argentea*)

\* Materia Seca. \*\* Fibra Detergente Neutro \*\*\*Nitrógeno Total



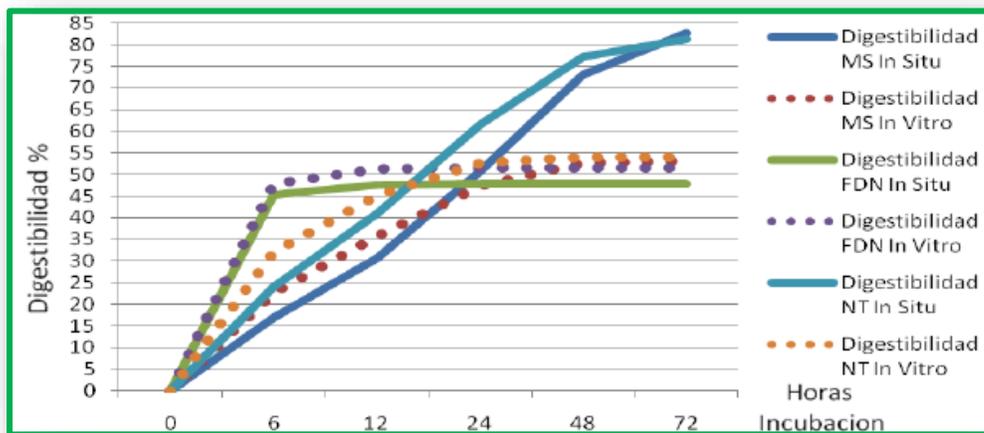
**Figura 6.** Curva de degradación yopo *Piptadenia peregrina*

\*Materia Seca. \*\* Fibra Detergente Neutro \*\*\*Nitrógeno Total



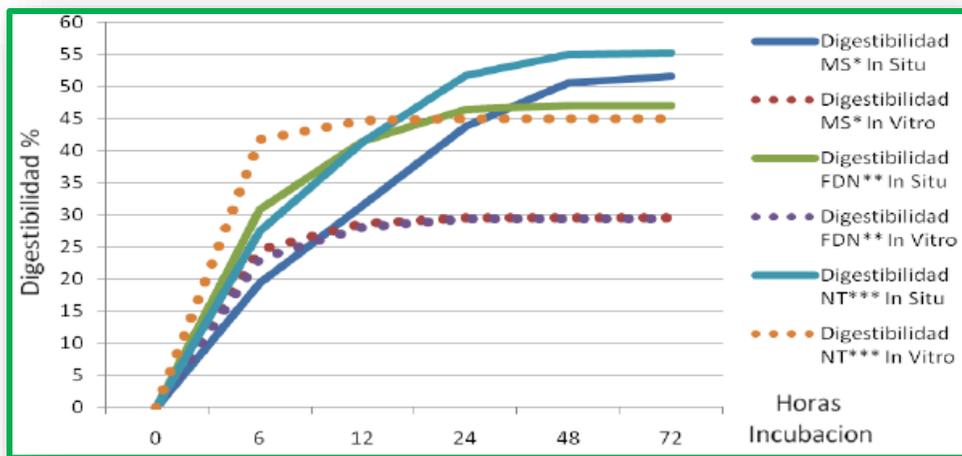
**Figura 7.** Curva de degradación palo de cruz (*Brownea ariza*)

\* Materia Seca. \*\* Fibra Detergente Neutro \*\*\*Nitrógeno Total



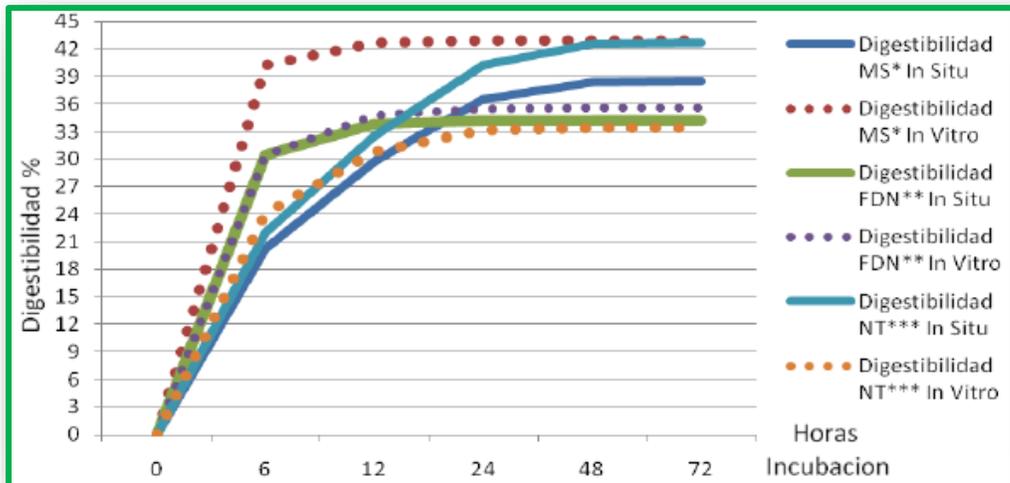
**Figura 8.** Curva de degradación cayeno (*Hibiscus rosa-sinensis*)

\* Materia Seca. \*\* Fibra Detergente Neutro \*\*\*Nitrógeno Total



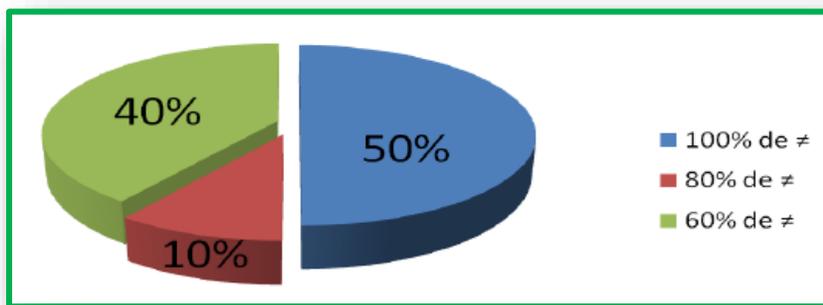
**Figura 9.** Curva de degradación matarratón (*Gliricidia sepium*)

\* Materia Seca. \*\* Fibra Detergente Neutro \*\*\*Nitrógeno Total

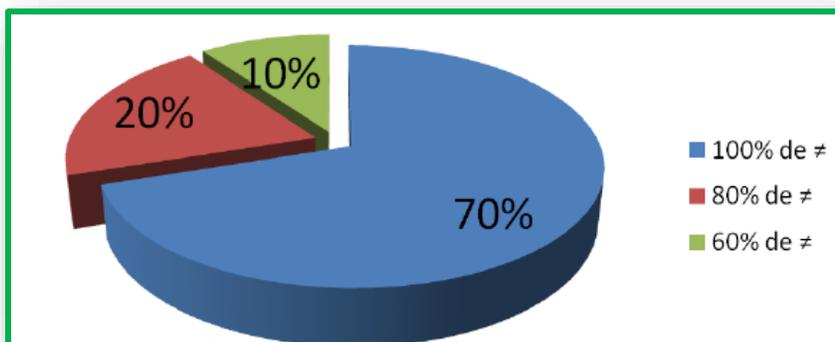


**Figura 10.** Curva de degradación acacia roja (*Delonix regia*)

\* Materia Seca. \*\* Fibra Detergente Neutro \*\*\*Nitrógeno Total



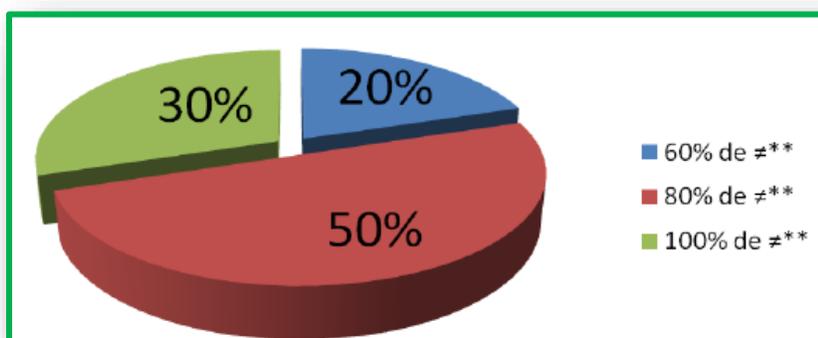
**Figura 11.** Distribución de la diferencia estadística materia seca entre las dos técnicas. Diferencia ( $\neq$ ) Estadística  $P < 0,05$



**Figura 12.** Distribución de la diferencia estadística fibra detergente neutro, entre las dos técnicas Diferencia ( $\neq$ ) Estadística ( $P < 0,05$ )

En la digestibilidad del NT de los forrajes *C. argentea*, *B. ariza* y *G. sepium*, que son el 30% (Figura 13) de las especies estudiadas, presentaron una diferencia ( $P < 0,05$ ) del 100%, es

decir que las dos técnicas no son compatibles para este nutriente en estos forrajes. Así mismo, *B. decumbens*, *P. purpureum*, *B. variegata*, *Piptadenia peregrina* y *Delonix regia*, que representan el 50% de los forrajes estudiados, obtuvieron una diferencia ( $P < 0,05$ ) del 80%, lo cual significa que en estas especies hay muy poca compatibilidad entre estas dos técnicas. Por otro lado los forrajes *T. diversifolia* e *H. rosa-sinensis*, que corresponden al 20% las de especies estudiadas mostraron una diferencia ( $P < 0,05$ ) del 60%, quedando un 40% de similitud entre las dos técnicas, por lo tanto en estos forrajes es posible seguir investigando en las pruebas hasta determinar una compatibilidad o diferencia total entre las dos técnicas de digestibilidad para este nutriente.



**Figura 13.** Distribución de la diferencia estadística en nitrógeno total entre las dos técnicas Diferencia ( $\neq$ ) Estadística ( $P < 0,05$ )

En términos generales, en los resultados de las pruebas de digestibilidad *in situ* e *in vitro* se encontró diferencia ( $P < 0,005$ ) entre los promedios obtenidos mediante estas dos técnicas, Además se encontró en el 63,333% de los casos una mejor tasa de degradación mediante la técnica de digestibilidad *in situ*, y esta diferencia se presentó debido a que la DER de la MS, FDN y NT (Tablas 11, 12 y 13) fue mayor en el 70%, 60% y 60% de los casos respectivamente, comparado con la *in vitro*. Los mayores valores encontrados mediante la técnica *in situ* podrían deberse a que esta técnica aseguraría una mezcla constante de las fases sólida y líquida de la digesta, dando lugar a que el forraje contenido en las bolsas se encuentre expuesto al ataque continuo de bacterias celulolíticas, resultando en una mayor degradación de las paredes celulares, lo cual llevaría a una estimación de digestibilidad mayor en comparación con la técnica *in vitro*, la cual se ve muy limitada por la superficie de contacto entre el líquido ruminal y el forraje, factor incide negativamente en la acción de los microorganismos ruminales.

También hay que tener en cuenta que el alimento ingerido desaparece del tracto digestivo por dos rutas: digestión y pasaje. En consecuencia, estos dos procesos compiten por el mismo sustrato, de tal manera que existe la probabilidad de que una parte del material potencialmente digestible escape de la digestión y pase a las heces. En el caso de la incubación de sustratos en bolsas de nylon en el rumen de un animal, una parte del material fino, el más soluble en el fluido, escapará del rumen sin digerirse. Pero el material en frascos de incubación *in vitro*, no puede escapar y, en consecuencia, estará expuesto a la acción microbiana durante todo el período de incubación. De lo anterior se deduce que la desaparición de sustrato de las bolsas en el rumen debería ser mayor que la desaparición de sustrato en los frascos (Arreaza *et al.*, 2005).

Los resultados de esta investigación difieren a los resultados reportados por Giraldo *et al.* (2007), en dicho estudio, los estimados de digestibilidad *in vitro* verdadera de la materia seca se compararon en cuatro forrajes de origen tropical usando el incubador ANKOM Daisy II ® y la técnica *in situ*. Aunque en este estudio también se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en la digestibilidad verdadera *in vitro* de la materia seca (DVIVMS) entre los forrajes angleton, kikuyo y san Joaquín, la correlación entre la DVIVMS y la degradabilidad verdadera *in situ* de la materia seca (DVISMS), fue significativa y alta ( $P < 0.01$ ,  $R^2 = 0.95$ ) para los cuatro forrajes evaluados, y además, fue posible predecir la degradabilidad verdadera *in situ* de la materia seca con base en la digestibilidad verdadera *in vitro* de la materia seca mediante una ecuación. Finalmente se concluye que los resultados obtenidos, permiten confirmar que la técnica *in vitro* para estimar la digestibilidad verdadera utilizando el incubador Daisy II es confiable, rápida, precisa y sencilla, en comparación con el método *in vivo* utilizando la degradabilidad ruminal *in situ*.

Por otro lado, hay reportes de diferencia no solo entre las técnicas de digestibilidad *in vitro* e *in situ*, sino que también se reportan diferencias con otras técnicas de digestibilidad. De manera similar a los resultados de esta investigación, Torres *et al.* (2009), compararon las técnicas de digestibilidad *in situ*, *in vitro* y enzimática (celulasa) para estimar la digestibilidad de forrajes en ovinos, concluye que existen diferencias entre las técnicas *in situ*, *in vitro* y celulasa para estimar la digestibilidad de la MS del forraje en estos animales y que dichas diferencias dependen de la calidad del forraje. Así mismo, Arreaza *et al.* (2005) determinaron la degradabilidad ruminal de fracciones de carbohidratos en forrajes tropicales por métodos

*in situ* e *in vitro*, reportan que las diferencias entre las degradaciones *in situ* e *in vitro* implican que hay errores en los procedimientos, o que estos dos métodos no son comparables, a pesar de existir una alta correlación entre ambos, y que las diferencias dentro de fracciones se acentúan sobre las menos solubles como la fibra detergente neutro. En este estudio se encontró diferencias altamente significativas entre los dos métodos y entre todas las fracciones. Así mismo, Arce *et al.*, (2003) en un estudio comparativo de la digestibilidad de forrajes mediante dos métodos de laboratorio realizando la prueba T-Student pareada, reportan que los resultados de digestibilidad obtenidos por los métodos enzimático e *in vitro* fueron estadísticamente diferentes ( $P > 0.001$ ). Se atribuyeron los hallazgos, por un lado, a la riqueza del inóculo ruminal, donde actúan todo un conjunto de enzimas provenientes de los diferentes microorganismos (bacterias, protozoarios y hongos) que causan una mayor degradación de los forrajes, mientras que el método enzimático trabaja solo con celulasa proveniente de un hongo, pero finalmente concluyen que existe una alta correlación entre el método enzimático y el método *in vitro* por lo que se recomienda el uso del método enzimático como una alternativa en el laboratorio para la evaluación de la digestibilidad de los forrajes.

## CONCLUSIONES

En el Piedemonte llanero del Meta, existen diferencias entre las técnicas de digestibilidad *in situ* en bovinos rumino-fistulados, e *in vitro* para estimar la digestibilidad de la MS, FDN y NT del pasto amargo (*B. decumbens*), kinggrass (*P. purpureum*), botón de oro (*T. diversifolia*), casco de vaca (*B. variegata*), yopo *Piptadenia peregrina*, veranera (*C. argentea*), palo de cruz (*B. ariza*), cayeno (*H. rosa-sinensis*), matarratón (*G. sepium*) y acacia roja (*D. regia*). Hay diferencial total (100%) entre las técnicas de digestibilidad *in situ* e *in vitro* en los forrajes *C. argentea*, *B. ariza* y *G. sepium*; para los forrajes *H. rosa-sinensis* y *B. variegata* la diferencia fue del 86,667%. De manera similar, en los forrajes *B. decumbens* y *Piptadenia peregrina* la diferencia fue del 80%. Así mismo, en los forrajes *P. purpureum*, *T. diversifolia* y *D. regia* la diferencia fue del 73,333%.

La diferencia entre los promedios de digestibilidad *in situ* e *in vitro*, de la MS fue del 100% en *B. variegata*, *C. argentea*, *B. ariza*, *H. rosa-sinensis* y *G. sepium* total; del 60% en *B. decumbens*, *P. purpureum*, *T. diversifolia* y *Piptadenia peregrina*; y en *D. regia* fue del 80%.

De igual manera, en la FDN fue del 100% en *B. decumbens*, *T. diversifolia*, *C. argénte*a, *Piptadenia peregrina*, *B. ariza*, *H. rosa-sinensis* y *G. sepium*; en *P. purpureum* y *B. variegata* fue del 80%; y en *D. regia* fue del 60%. Así mismo, para el caso del NT fue del 100% en *C. argénte*a, *B. ariza* y *G. sepium*; en *P. purpureum*, *B. variegata*, *Piptadenia peregrina* y *D. regia* fue del 80%; y en *T. diversifolia* e *H. rosa-sinensis* fue del 60%.

En el 63,333% de los casos se encontró una mejor tasa de degradación mediante la técnica *in situ*, y esta diferencia se presentó debido a que la DER de la MS, FDN y NT fue mayor en el 70%, 60% y 60% de los casos respectivamente. Por otro lado, el nitrógeno amoniacal fue más bajo en el líquido ruminal del animal de mejor condición corporal, en donde se incubaron las especies forrajeras de mayor contenido proteico *T. diversifolia*, *C. argentea*, *G. sepium*, *H. rosa-sinensis* y *D. regia*, excepto a las 6 horas de incubación. El pH fue más alto en el líquido de este mismo animal, excepto a las 12 horas de incubación.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C.). Official Methods of Analysis. 18th Ed., Washington, D. C. 2006.
2. Arce C, Arbaiza T, Carcelen F, Lucas O. Estudio comparativo de la digestibilidad en forrajes mediante dos métodos de laboratorio. Rev de Investigaciones Veterinarias Perú 2003: 14 (1): 7-12.
3. Arreaza LC, Sánchez DE, Abadía B. Degradabilidad ruminal de fracciones de carbohidratos en forrajes tropicales determinada por métodos *in vitro* e *in situ*. Rev CORPOICA. 2005 (6): 52-57.
4. Bochi-Brum O, Carro MD, Valdés C, González JS, López S. Digestibilidad *in vitro* de forrajes y concentrados: efecto de la ración de los animales donantes de líquido ruminal. Arch Zoot. 1999: 48: 51-61.
5. Fernández HH. Un procedimiento simple para estimar parámetros de funciones útiles en nutrición animal usando solver de excel. Rev Argentina de Prod Anim 2004: 24(12): 75-81.
6. Giraldo C, Valderrama E, Montoya L, Armbrrecht I. Efecto de *Tithonia diversifolia* (Asteraceae) sobre herbivoría de *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Formicidae). En: Resúmenes IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción animal sostenible y III Simposio sobre sistemas silvopastoriles para la producción ganadera sostenible. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. Enero, 2006:113.
7. Giraldo LA, Gutiérrez LA, Rúa C. Comparación de dos técnicas: *in vitro* e *in situ* para estimar la digestibilidad verdadera en varios forrajes tropicales. Rev Colom de Cien Pecu. 2007: 20:269-279.
8. Mertens DR. Gravimetric Determination of Amylase-treated Neutral Detergent Fiber in Feeds with Refluxing in beakers or Crucibles: Collaborative Study. J of AOAC International. 2002: 85 (6): 1217-1240.
9. Rosero R, Posada, S. Modelación de la cinética de degradación de alimentos para rumiantes. Rev Colom de Cien Pecu. 2007: 20: (2): 174-182.
10. Roa ML, Castillo CA, Téllez E. Influencia del tiempo de maduración en la calidad nutricional, de ensilajes con forrajes arbóreos. Sist de Prod Agroec. 2010: 1 (1): 63-73.
11. Sosa D, Larco C, Falconi R, Toledo D, Suarez G. Digestibilidad de maralfalfa (*Pennisetum sp.*) en cabras. IASA. Boletín Técnico, Serie Zoológica. 2006: 5 (2): 68-76.
12. Tilley JM, Terry RA. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. En: This Week's Citation Classic. 1980: 15: 1p
13. Torres G, Arbaiza T, Carcelen F, Lucas F. Comparación de las técnicas *in situ*, *in vitro* y enzimática (Celulasa) para estimar la digestibilidad de forrajes en ovinos. Rev Inv Vet Perú. 2009:20 (1) 5-9.
14. Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J dairy sci. 1991:74:3583-3597.

## Digestibilidad de forrajes arbóreos en bovinos utilizando jaulas metabólicas

### Aboreal forage digestibility in cattle using metabolic cages

Roa ML<sup>1</sup> y Céspedes DA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>MSc. y <sup>2</sup>Esp. Docentes Universidad de los Llanos, Escuela Ciencias Animales.

[mroa@unillanos.edu.co](mailto:mroa@unillanos.edu.co)

Recibido 3 de junio 2011 aceptado 12 de agosto 2011

### RESUMEN

Para optimizar la producción animal en zonas tropicales, es necesario mejorar la calidad nutricional del ganado con forrajes que también ofrezcan mantenimiento nutritivo del suelo y las condiciones ambientales. El objetivo fue evaluar el potencial forrajero de cinco arbóreas adaptadas a la región de los llanos (Meta) mediante una prueba de digestibilidad *in vivo* en bovinos. Se utilizaron cinco animales con un peso promedio de  $350 \pm 18,5$  kg, se estabularon en jaulas. Los tratamientos fueron: un testigo de pasto a voluntad (*Braquiaria decumbens*) (T0) cinco kg de matarratón (*Gliricidia sepium*) (T1); cinco kg de pízamo (*Erythrina glauca*) (T2); cinco kg de cayeno (*Hibiscus rosa-sinensis*) (T3); cinco kg de nacedero (*Trichanthera gigantea*) (T4) y cinco kg de poró (*Erythrina poeppigiana*) (T5). Se midió el consumo y excreción de heces y orina y también se calculó la energía digestible (ED), metabólica (EM), neta de mantenimiento (ENm) y neta de producción (ENp). Las jaulas metabólicas constaban de comedero, bebedero, piso de malla para la recolección de heces, con ángulo de inclinación evitando el contacto con la orina. En el Laboratorio de Nutrición Animal se determinó materia seca (MS), proteína, grasa, fibra cruda (FC), cenizas, extracto no nitrogenado (ENN), fibra en detergente neutro (FDN) y fibra en detergente ácido (FDA) a los forrajes y excretas para determinar los coeficientes de digestibilidad (cod). El modelo experimental fue un diseño completamente al azar con diez repeticiones y 6 tratamientos, se aplicaron las pruebas de Tukey. Los cod de todos los nutrientes fueron inferiores en el tratamiento testigo ( $P > 0.05$ ), lo mismo que los nutrientes digestibles totales (56.4%). Cayeno y nacedero mostraron las mayores digestibilidades ( $p > 0.05$ ), con relación a los demás tratamientos. T0 dispone de

menos ( $p > 0.05$ ) ENp, 16,52%, en comparación con cayeno (18,77%) y nacedero (18,21%). Las menores pérdidas por heces y orina e incremento calórico los presentaron cayeno y nacedero. Se concluye que la proteína y la energía se aprovechan en alto grado cuando se suplementa con éstas dos forrajeras, lo que demuestra su excelente calidad nutricional.

**Palabras claves:** Digestibilidad, energía, metabolismo.

### ABSTRACT

To optimize animal production in tropical areas, it is necessary to improve the nutritional quality forage. Besides to maintenance of soil and environmental conditions excellent. The objective was to evaluate the forage potential of five arboreal forages adapted to Meta department of Colombia by testing in vivo digestibility in cattle. Five steers were used with an average weight of  $350 \pm 18.5$  kg, were housed in cages. The treatments were: Grass (*Brachiaria decumbens*) (T0), five kg of *Gliricidia sepium* (T1), five kg of *Erythrina glauca* (T2), five kg of *Hibiscus rosa-sinensis* (T3), five kg of *Trichanthera gigantea* (T4) and five kg of *Erythrina poeppigiana* (T5). The food Consumption, excretion of feces and urine were measured. The digestible energy (DE), metabolic energy (ME), net energy of maintenance (NEm) and net energy of production (NEp) were also calculated. Metabolic cages had feeders, drinkers and mesh floor to collect feces, they had a tilt angle, avoiding contact with urine. In the Animal Nutrition Laboratory analyze to feed and feces: Dry matter (DM), protein, fat, crude fiber (CF), ash, nitrogen free extract (EFN), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (FDA) to determine digestibility coefficients (cod). The experimental model was a completely randomized design with ten replicates and 6 treatments were applied Tukey tests. The cod of all nutrients were lower in the T0 ( $P > 0.05$ ), as well as total digestible nutrients (56.4%). *H. rosa-sinensis* and *T. gigantea* showed the highest digestibility ( $p < 0,05$ ) compared to other treatments. T0 got less ( $p > 0.05$ ) NEp (16.52%), compared to *H. rosa-sinensis* (18.77%) *T. gigantea* (18.21%). These two forages showed less losses in feces, urine and metabolic heat. It is concluded that protein

and energy are used to a high degree when supplemented with these two forage crops, which shows their excellent nutritional quality.

**Keywords:** Digestibility, energy, metabolism.

## INTRODUCCIÓN

En el Pie de Monte y la Altillanura existen grandes extensiones de pastos nativos y mejorados que contienen baja cantidad de nutrientes debido a la limitación del suelo y a las dos estaciones climáticas (verano-invierno), lo cual ha ocasionado buscar sistemas alternativos para optimizar la producción, con esto se busca mejorar la calidad de las praderas tradicionales para que ofrezcan a su vez cambios positivos en el suelo, beneficiando las condiciones ambientales y por lo tanto la calidad de los forrajes y la producción animal (Perez y Perez, 2003) . Para lograr buenas alternativas, existen en esta región árboles y arbustos nativos o introducidos, de los cuales se ha generado poca información referente a su potencialidad forrajera para el uso de la nutrición animal como parte integrante de una pradera (Rincón *et al.*, 2002).

Para realizar la degradación de los forrajes el tracto digestivo de los bovinos cuenta con diversos microorganismos como bacterias, hongos y protozoos, que son los encargados de romper las partículas para facilitar el aprovechamiento de los nutrientes que finalmente va a utilizar el animal en la producción de carne o leche. Este proceso se encuentra influenciado por varios factores, los cuales son principalmente: Edad del animal, tipo de producción, calidad y cantidad de la fibra del forraje, nivel nutricional del animal, frecuencia de alimentación y uso de suplementos. (Van Lier y Regueiro, 2008).

Es así, que la digestión de la proteína depende de su solubilidad para que sea atacada por las bacterias proteolíticas ruminales, o sea utilizada directamente por el tracto posterior digestivo como proteína verdadera o sobrepasante que es la que genera la mayor cantidad de aminoácidos esenciales, los cuales son indispensables para la producción de carne o leche. Cuando se le suministra una dieta balanceada al bovino y el suficiente nitrógeno amoniacal a los

microorganismos ruminales, estos no degradan la proteína de los alimentos, que es de alta calidad y por lo tanto puede ser aprovechada más eficientemente por el organismo del animal. (Villalobos, 2000; Galindo y Marrero, 2005).

La degradación de la fibra del forraje se realiza principalmente en el rumen por bacterias que producen la celulasa y que pertenece al género *Ruminococcus*, *Bacteroides* y *Butyrivibrio*, esta digestión también se puede llevar a cabo en el intestino delgado y grueso, aunque en poca proporción, esto depende del tipo de dieta y forraje, tasa de pasaje, tamaño de partículas y otros factores. Además, la fibra del alimento tiene como función mantener cercano a la neutralidad el pH del rumen lo que favorece el incremento de la población de las bacterias celulolíticas y por tanto la disponibilidad de ácidos grasos volátiles que son la principal fuente de energía del rumiante (Yang *et al.*, 2000; Bowman *et al.*, 2003).

NRC 2000 y NRC 2001, establecen que uno de los métodos para determinar la digestibilidad y aprovechamiento de los alimentos en este caso forrajes, es el uso de la jaula metabólica para hacer mediciones de consumo y excreción y de esta manera calcular los coeficientes de digestibilidad de cada uno de los nutrientes que componen un alimento, estos son: proteína, grasa, fibra cruda y extracto no nitrogenado. Con la información se puede establecer el contenido energético y su distribución dentro del metabolismo del animal.

De acuerdo a estas investigaciones, el objetivo fue realizar pruebas de digestibilidad *in vivo*, así como de consumo, en seis bovinos estabulados en jaulas metabólicas, alimentados con una dieta testigo de pasto (*Brachiaria decumbens*) y suplementadas con cinco especies arbóreas forrajeras. También se calculó el contenido de: energía bruta (EB), nutrientes digestibles totales (NDT), energía digestible (ED), energía metabolizable (EM), energía neta de mantenimiento (ENm) y energía neta de producción (Enp).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La investigación se realizó en el municipio de Villavicencio, vereda Barcelona, en la granja y el laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad de los Llanos. Esta

zona tiene una altitud de 465 metros sobre el nivel del mar, una temperatura promedio de 27 grados centígrados y una precipitación anual entre 1900 a 2300 mm.

Se utilizaron seis bovinos machos de un peso promedio de  $350 \pm 18,5$  kg alojados en jaulas metabólicas. El tiempo de duración del experimento fue de 25 días, con quince (15) días de adaptación a las dietas experimentales y diez (10) días de recolección de muestras. Al testigo (T0) se le suministró *Brachiaria* a voluntad únicamente y a los otros tratamientos, además del pasto, se suplementaron con cinco kilogramos de las siguientes especies forrajeras: T1: Matarratón (*Gliricidia sepium*), T2: Píamo (*Erythrina glauca*), T3: Cayeno (*Hibiscus rosa-sinensis*), T4: Nacadero (*Trichanthera gigantea*) y T5: Poró (*Erythrina poeppigiana*). El ofrecimiento del pasto *Brachiaria* fue fresco cortado de los potreros de la granja y se suministró durante todo el día, las arbóreas se suministraban en las horas de la mañana (8:00 a.m.).

Las jaulas metabólicas constan de un comedero, bebedero de cisterna, piso de malla para facilitar la recolección de heces, cuyo ángulo de inclinación permite que el excremento rueda hacia el recipiente donde se recolectan, evitando su contacto con la orina. La recolección de heces se realizó en forma cada 24 horas a las 8:00 am, con el fin de realizar su peso diario. De estos excrementos se tomaban dos muestras aproximadamente de 300 gramos para ser analizadas en el laboratorio de Nutrición Animal donde se les determinó materia seca (MS), proteína, grasa, fibra cruda (FC), cenizas, extracto no nitrogenado (ENN), fibra en detergente neutro (FDN) y fibra en detergente ácido (FDA) (Tabla 1). A los forrajes consumidos (*Brachiaria* y arbóreas) también se les realizó las mismas pruebas nutricionales con el fin de determinar su aprovechamiento (Tabla 2), utilizando la metodología AOAC, 2006.

Valorando el consumo y la excreción de los nutrientes se determinó el coeficiente de digestibilidad (cod) de todos los nutrientes aplicando las siguientes fórmulas (NRC, 2001 y NRC, 2002):

$$Cod = \frac{\text{Nutriente consumido} - \text{Nutriente excretado}}{\text{Nutriente consumido}}$$

Con estos resultados se calculó los nutrientes digestibles totales (NDT)

$$\%NDT = \%Proteína * cod + \%FC * cod + \%ENN * cod + \%grasa * cod * 2.25$$

$$EB \text{ (megacal/Kg MS)} = \% \text{ proteína} * 0.04 + \%FC * 0.04 + \%ENN * 0.04 + \%grasa * 0.09$$

$$ED \text{ (megacal/Kg MS)} = \% NDT * 0.04409$$

$$EM \text{ (megacal/Kg MS)} = ED * 0.82$$

$$ENm \text{ (megacal/Kg MS)} = 0.029\% NDT - 0.29$$

$$\text{Energía fecal (megacal/Kg MS) (EF)} = EB - ED$$

$$\text{Energía urinaria (megacal/Kg MS) (EU)} = ED - EM$$

$$\text{Incremento calórico (megacal/Kg MS) (IC)} = 5\% \text{ de } EM = EM * 0.05$$

$$\text{Energía Neta (megacal/Kg MS) (EN)} = EM - IC$$

$$ENp \text{ (megacal/Kg MS) (ENp)} = EN - ENm$$

**Tabla 1.** Composición (%) de las heces recolectadas de bovinos en jaulas metabólicas

Nutrientes	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Materia seca	22.3	25.0	23.0	40	41	32
Proteína	5.2	4.8	3.9	3.0	6.8	4.5
Grasa	2.2	1.6	2.4	2.7	3.1	3.6
Fibra cruda	25.4	24.8	31.2	19.8	20.4	11.0
ENN	51.4	50.0	48	51.2	47.9	58.7
Cenizas	6.8	10.8	6.5	10.3	9.8	9.2
FDN	39.5	47.2	40.2	57.0	62.1	59.8
FDA	35.8	39.2	38.6	40.8	40.1	47.8

El modelo experimental empleado es un diseño completamente al azar con diez repeticiones y 6 tratamientos. Las variables evaluadas fueron: Consumo de forrajes, excreción por heces, digestibilidades: Materia seca (MS), proteína, grasa, extracto no nitrogenado (ENN), fibra cruda (FC), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) y determinaciones de energía: EB, ED, EM, ENm,

ENp, EF y EU. Se realizó un análisis de varianza, y haciendo una prueba de comparación múltiple Tukey, utilizando el SPSS versión 10.

**Tabla 2.** Análisis nutricional de los forrajes utilizados en el experimento

<b>Nutrientes (%)</b>	<b>Brachiaria</b>	<b>Matarratón</b>	<b>Pízamo</b>	<b>Cayeno</b>	<b>Nacedero</b>	<b>Poró</b>
Materia Seca	30.37	27.0	26.75	24.68	20.34	20.87
Proteína	7.15	20.6	17.96	13.91	19.23	21.23
Grasa	1.83	3.5	4.28	4.24	4.32	3.52
Fibra Cruda	19.16	11.8	27.97	6.93	2.76	7.63
ENN	58.76	53.2	37.76	58.13	50.14	51.0
Cenizas	6.68	6.1	3.93	7.85	16.54	8.12
FDN	53.92	49.0	51.09	35.8	42.75	47.53
FDA	30.0	21.1	38.51	13.73	27.4	39.66

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El mayor porcentaje de proteína lo presentaron: poró, matarratón y nacedero. Arosemena, 2008 y Polo, 2008, indica que este nutriente es muy variable porque influye el clima, la época, corte y la edad, a medida que ésta aumenta, la proteína disminuir, sin embargo los valores obtenidos en el presente experimento fueron superiores a 19%, mientras que los obtenidos por este autor no pasaron del 17%, de lo cual se deduce que la zona donde se cultiva la especie es determinante, puesto que en el cayeno el contenido de proteína fue menor (13,91%) comparado con el reportado por Urdaneta y colaboradores, 1997 en Venezuela (19.6%).

Los consumos de materia seca fueron mayores en los tratamientos con matarratón, pízamo y cayeno en comparación con los demás tratamientos (Tabla 3). En el testigo se observó el menor consumo de MS, materia orgánica y proteína y el mayor consumo de FDN, lo cual indica que el *Brachiaria* tiene un alto contenido de componentes de la pared celular con relación a las demás especies arbóreas (Tabla 3). El tratamiento con pízamo, cayeno y nacedero presentaron los mayores consumos de MS y proteína.

Los coeficientes de digestibilidad de todos los nutrientes fueron inferiores en el tratamiento testigo ( $P>0.05$ ), lo mismo que los nutrientes digestibles totales (56.4%), se observó una alta digestibilidad de la proteína en todos los forrajes, de lo cual se puede deducir que este nutriente se aprovecha en alto grado, lo que demuestra una excelente calidad de este nutriente en los forrajes estudiados (Tabla 4). El tratamiento con cayeno presentó las mayores digestibilidades ( $P>0.05$ ), con relación a los demás tratamientos (Tabla 4). Es de anotar, Pérez *et al.*, 2005, en trabajos con en el matarratón, determinaron que la manera como se seca la muestra afecta no sólo el contenido de proteína sino la digestibilidad de este nutriente, pues la muestra secada mediante microondas presenta valores más altos que con estufa a 60°C: proteína (27,89% VS 17% y digestibilidad (65.1% VS 47.6%). Resultados que no concuerdan con los obtenidos en la presente investigación, puesto que las digestibilidades de este nutriente fueron superiores al 79% en todos los forrajes, cuyas muestras fueron secadas en estufa a 60°C.

**Tabla 3** Consumo diario de los diferentes nutrientes en bovinos en jaulas metabólicas (gramos)

Nutrientes	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Materia seca	8432	8459	8500	8507	8486	8446
Mat. Orgánica	602,9	1742,6	1526,6	1183,3	1631,9	1793,0
Proteína	154,3	296,1	363,8	360,7	366,6	297,3
Fibra cruda	1615,6	998,2	2377,5	589,5	234,2	644,4
ENN	4954,6	4500,3	3209,6	4945,0	4255,1	4307,3
Grasa	563,3	516,0	334,1	667,8	1403,7	685,8
FDN	4546,5	4145,0	4342,7	3045,4	3627,9	4014,2
FDA	2529,6	1784,9	3273,4	1168,0	2325,3	3349,5

En la distribución de energía en los seis tratamientos que fueron suministrados a los bovinos, la EB se unificó para todos los tratamientos en 3.57 mcal/ Kg de MS y con base en este dato se hicieron los cálculos para realizar la distribución de energía (mcal/kg MS) de aprovechamiento y de pérdidas (Tabla 5, Figuras 1 a 5).

**Tabla 4.** Digestibilidad (%) y NDT de los Nutrientes de cada tratamiento con bovinos en jaulas metabólicas

Parámetros	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Mat. seca	60.0 <sup>a</sup>	67.5 <sup>b</sup>	63.8 <sup>a</sup>	75.0 <sup>c</sup>	70.0 <sup>b</sup>	68.0 <sup>b</sup>
Proteína	79.0 <sup>a</sup>	82.7 <sup>a</sup>	82.2 <sup>a</sup>	90.4 <sup>b</sup>	83.1 <sup>b</sup>	90.0 <sup>b</sup>
Grasa	60.8 <sup>a</sup>	62.2 <sup>ab</sup>	63.2 <sup>ab</sup>	66.1 <sup>b</sup>	64.8 <sup>ab</sup>	61.7 <sup>ab</sup>
ENN	65.2 <sup>a</sup>	85.1 <sup>cd</sup>	88.2 <sup>cd</sup>	90.2 <sup>d</sup>	83.4 <sup>c</sup>	75.0 <sup>b</sup>
Fibra cruda	51.0 <sup>a</sup>	63.2 <sup>b</sup>	63.0 <sup>b</sup>	75.0 <sup>c</sup>	60.0 <sup>b</sup>	65.0 <sup>b</sup>
FDN	54.0 <sup>a</sup>	62.0 <sup>b</sup>	63.2 <sup>b</sup>	68.0 <sup>c</sup>	64.0 <sup>bc</sup>	63.0 <sup>b</sup>
FDA	47.0 <sup>a</sup>	59.0 <sup>b</sup>	57.0 <sup>b</sup>	61.0 <sup>b</sup>	57.0 <sup>b</sup>	59.0 <sup>b</sup>
NDT	56.4 <sup>a</sup>	64.5 <sup>b</sup>	59.8 <sup>a</sup>	70.5 <sup>b</sup>	67.6 <sup>b</sup>	66.3 <sup>b</sup>

Letras distintas en la misma fila son diferentes ( $p < 0.05$ ).

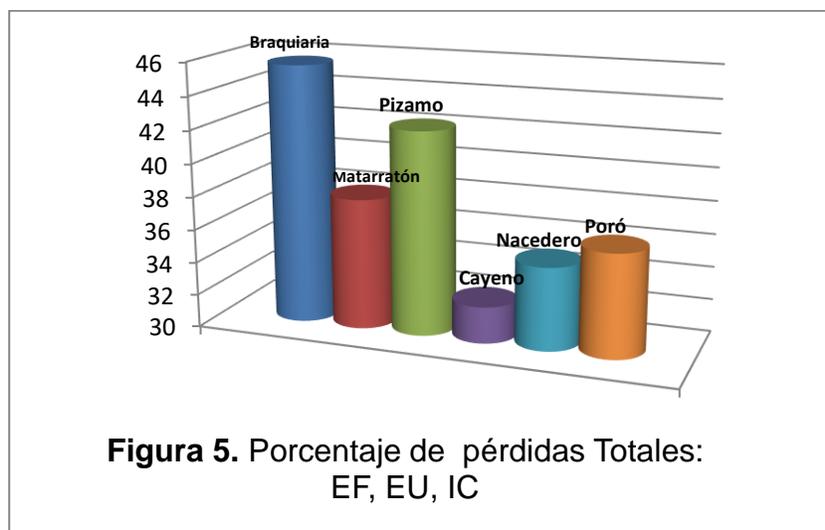
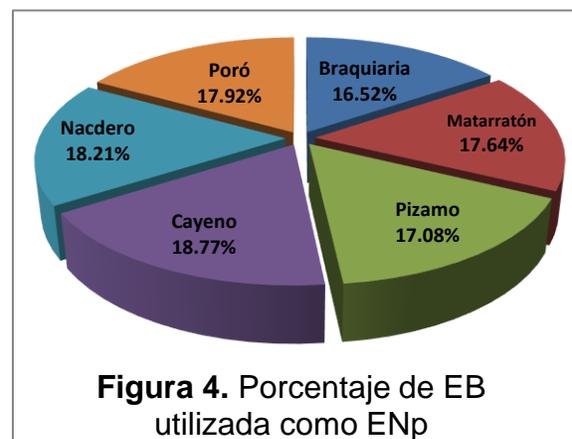
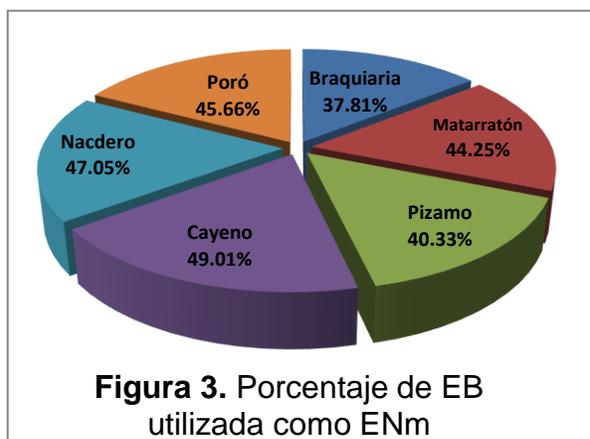
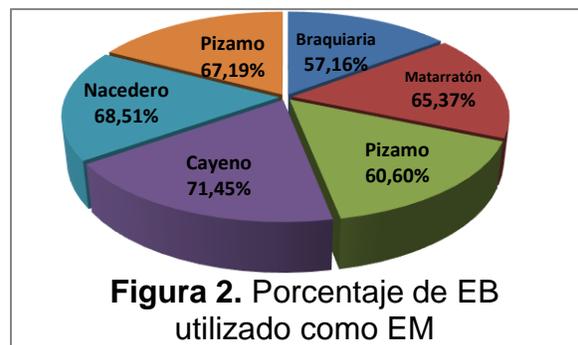
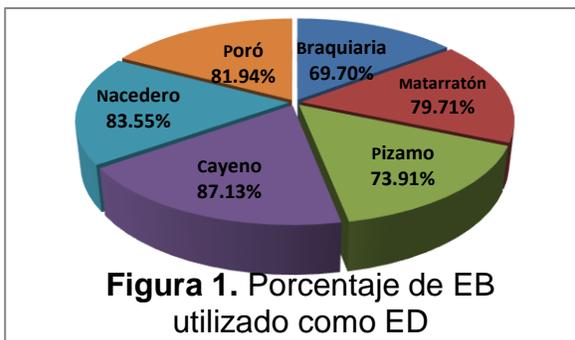
**Tabla 5.** Distribución de la energía de los tratamientos utilizado en bovinos (Megacalorías/kg MS)

ÍTEM	T0	T1	T2	T3	T4	T5
EB	3.57	3.57	3.57	3.57	3.57	3.57
ED	2.49 <sup>a</sup>	2.84 <sup>c</sup>	2.64 <sup>b</sup>	3.11 <sup>d</sup>	2.98 <sup>c</sup>	2.92 <sup>c</sup>
EF	1.08 <sup>d</sup>	0.72 <sup>c</sup>	0.93 <sup>d</sup>	0.46 <sup>a</sup>	0.59 <sup>b</sup>	0.64 <sup>b</sup>
EM	2.04 <sup>a</sup>	2.33 <sup>c</sup>	2.16 <sup>b</sup>	2.55 <sup>d</sup>	2.44 <sup>c</sup>	2.40 <sup>d</sup>
EU	0.45 <sup>a</sup>	0.51 <sup>b</sup>	0.47 <sup>a</sup>	0.56 <sup>b</sup>	0.54 <sup>b</sup>	0.53 <sup>b</sup>
IC	0.10 <sup>a</sup>	0.12 <sup>a</sup>	0.11 <sup>a</sup>	0.13 <sup>a</sup>	0.12 <sup>a</sup>	0.12 <sup>a</sup>
EN	1.94 <sup>a</sup>	2.22 <sup>c</sup>	2.05 <sup>b</sup>	2.42 <sup>d</sup>	2.32 <sup>c</sup>	2.28 <sup>c</sup>
ENm	1.35 <sup>a</sup>	1.58 <sup>b</sup>	1.44 <sup>a</sup>	1.75 <sup>c</sup>	1.67 <sup>bc</sup>	1.63 <sup>b</sup>
ENp	0.59 <sup>a</sup>	0.63 <sup>a</sup>	0.61 <sup>ab</sup>	0.67 <sup>b</sup>	0.65 <sup>b</sup>	0.64 <sup>ab</sup>

Letras distintas en la misma fila son diferentes ( $p < 0.05$ ).

El testigo dispone de la menor cantidad ( $p < 0.05$ ) de: ED (2.49), EM (2.04) y ENp (0.59) cifras inferiores en comparación con los demás tratamientos, los cuales aprovechan mejor el alimento en ED y EM, con la utilización de ENp cayeno y nacedero fueron superiores ( $p < 0.05$ ). También se observa en el tratamiento con cayeno se presentó menos pérdidas totales ( $p < 0.05$ ) sumando EF, EU e IC (1.15 mecal/ kg de MS), lo que equivale al 32,3% de la EB suministrada en el alimento. Se deduce que las mayores digestibilidades de sus nutrientes favorecen, la

asimilación de la energía, disminuyendo la pérdida de nutrientes por las excretas y nitrógeno por orina.



## CONCLUSIONES

La proteína fue el nutriente que presentó el mayor coeficiente de digestibilidad en todos los tratamientos, las dietas con nacedero y cayeno mostraron las mayores digestibilidades en comparación con las demás. La eficiencia de utilización de la energía se incrementa cuando los animales reciben un suplemento arbóreo especialmente cuando se suministra nacedero o cayeno, se concluye que el *Brachiaria decumbens* es un pasto mejorado que puede ser utilizado en la alimentación de bovinos en alto grado, pero es necesario suplementar al ganado con un forraje más digestible y con mayor contenido de proteína y energía, con el fin de suplir adecuadamente los requerimientos nutricionales de los bovinos. También queda demostrado que los forrajes pueden utilizarse para complementar las gramíneas.

## BILIOGRAFÍA

1. Álvarez C. SPSS 10 (programas para computador) | estadística spss 10 para windows (programas para computador) [Análisis de datos [CD-Rom]. Madrid: Universidad Complutense. 2001.
2. AOAC. Official Methods of Analysis (18<sup>th</sup>) Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA. Washington, D.C. 2006.
3. Arosema, J. Efecto de la altura y épocas corte sobre la calidad y producción de la biomasa de nacedero (*T. gigantea*). Panamá, IDIAP. 2008.
4. Bowman GR, Beauchemin KA, Shelford JA. Fibrolytic enzymes and parity effects on feeding behavior, salivation, and ruminal pH of lactating dairy cows. J Dairy Sci. 2003. 86 (2): 565-575.
5. Galindo J, Marrero Y. Manipulación de la fermentación microbiana ruminal. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 2005. 39: 439-450.
6. Gómez E, Rodríguez L, Murgueitio E, Rios C, Molina C, Molina E, Molina P. Árboles y arbustos forrajeros utilizados en la alimentación animal como fuente proteica. CIPAV. Cali, Colombia. 2002: 146.
7. Jiménez G, López M, Nahed J, Ochoa S, De Jong G. Árboles y arbustos forrajeros de la región norte-tzotzil de Chiapas, México. Vet. Méx [online]. 2008; 39: (2) 199-213 [citado 2011-11-01], Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-50922008000200009&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-50922008000200009&lng=es&nrm=iso)
8. National Research Council (NRC). The Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 7<sup>th</sup> ed. Revised Edition. National Academy of Sciences, Washington, DC. 2001: 381.

9. National Research Council (NRC). The Nutrient Requirements of beef Cattle, 7<sup>th</sup> ed. Revised Edition. National Academy of Sciences, Washington, DC. 2000: 234.
10. Perez I, Perez B. Informe final proyecto: Evaluación agronómica y productiva de especies forrajeras en la Orinoquia Colombiana. CORPOICA. CI La Libertad. Villavicencio. Meta. 2003:45.
11. Pérez AG, Abadía B, Arreaza L.C Aplicación De Una Metodología Para Cuantificar La Digestibilidad Intestinal Proteica En Rumiantes REV CORPOICA. 2005: 6:1:8.
12. Polo E. Preparando a los pequeños y medianos ganaderos para la competitividad; manejo de especies forrajeras arbustivas que incrementan beneficios en los sistemas doble propósito en Panamá. Panamá. PROMEGA. 2008: 32.
13. Rincón A, Cuesta P, Perez R, Bueno G, Pardo O, Gomez J. Manual técnico Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción bovina de la Orinoquia y el Piedemonte Caqueteño. CORPOICAFEDEGAN-MADR. Santa fe de Bogotá. Colombia. 2002: 76.
14. Urdaneta M, Kaas, Rosero O, Parra N, Quintero A. Composición química y Digestibilidad de nuevas especies arbustivas utilizando dos métodos de secado. Rev Cient, FCV-LUZ. 1997: 7 (1): 17-22.
15. Van Lier E, Regueiro M. Digestión en retículo-rumen. Departamento de producción animal y pasturas. Universidad La República. Montevideo, Uruguay 2008: 30p.
16. Villalobos JC. Interrelación de suplementos proteicos y energéticos con la calidad de forraje de animales en pastoreo. VIII Congreso Internacional de Nutrición Animal. Chihuahua, México. 2000: 3-44.
17. Yang W.Z., Beauchemin K.A., Rode L.M. A comparison of methods of adding fibrolytic enzymes to lactating cow diets. J. Dairy Sci. 2000. 83: 2512-2520.

## **Digestibilidad asociada de ramio (*Boehmeria nivea graud*) en dietas acompañadas con concentrados en conejos**

### **Digestibility associated ramie (*Boehmeria nivea graud*) in diets with concentrates in rabbits**

Burgos D, Virviéscas G, Peña F, Pérez M, Benítez M<sup>1</sup> y Roa ML<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiantes de Medicina Veterinaria y Zootecnia y

<sup>2</sup>Docente: Escuela de Ciencias Animales Universidad de los Llanos

[dabudu19@hotmail.com](mailto:dabudu19@hotmail.com)

Recibido 16 de junio 2011 aceptado 19 de septiembre 2011

#### **RESUMEN**

El experimento se desarrolló en la granja Barcelona de la Universidad de los Llanos, el objetivo fue determinar la digestibilidad *in vivo* del ramio (*Boehmeria nivea graud*), para demostrar el aporte nutricional de este forraje. Se utilizaron 16 conejos, peso promedio  $3.200 \pm 100$  gramos, divididos en 4 grupos que fueron alojados en jaulas, las dietas suministradas fueron: Tratamiento 1: 100% de la dieta fue ramio *ad libitum* (T1), Tratamiento 2: Ramio *ad libitum* y 0.5% del peso vivo (PV) en concentrado comercial (CC) (T2), Tratamiento 3: Ramio *ad libitum* y 1% del PV en CC (T3) y Tratamiento 4: Ramio *ad libitum* y 1,5% del PV en CC (T4). Se tomaron datos durante 14 días de los cuales cuatro días fueron de adaptación del alimento y diez de recolección de muestras. El diseño fue completamente al azar con diez repeticiones y 4 tratamientos. Las variables evaluadas fueron: consumo de forrajes, excreción por heces, digestibilidades: Materia seca (MS), proteína, grasa, extracto no nitrogenado (ENN) y fibra cruda (FC), y % de nutrientes digestibles totales (NDT) y cálculos de: Energía digestible (ED) y energía metabolizable (EM). Las digestibilidades asociadas de la materia seca, la proteína y ENN fueron menores ( $p < 0.05$ ) en T1, mientras que en la grasa no se observó diferencias entre tratamientos. Se demostró que el aumento de concentrado tiene una relación directamente proporcional con el incremento del porcentaje de NDT y la digestibilidad asociada de la MS y la proteína.

**Palabras clave:** Digestión, lepóridos, forraje herbáceo.

## ABSTRACT

The experiment was developed in the farm Barcelona of the Llanos University, the objective was to determine the *in vivo* digestibility *Boehmeria nivea graud* to demonstrate the nutritional quality of this forage. Sixteen rabbits were used, with average weight  $3.200 \pm 100$  grams, they were divided into 4 groups, they were housed in cages, the diets fed were: Treatment 1: 100% *B. nivea* diet was *ad libitum* (T1), Treatment 2: *B. nivea ad libitum* and 0.5% of body weight (BW) in commercial concentrate (CC) (T2), Treatment 3: *B. nivea ad libitum* and 1% of body weight (BW) (T3) and Treatment 4: *B. nivea ad libitum* and 1.5% of body weight (BW) (T4). The Dates were collected during 14 days of which were four days of food adaptation and ten sample collections. The design was completely randomized with ten replications and 4 treatments. The variables evaluated were: forage intake, feces excretion, digestibility: Dry matter (DM), protein, fat, nitrogen-free extract (NFE), crude fiber (CF), % total digestible nutrients (TDN) and calculations: digestible energy (DE) and metabolizable energy (ME). The associated digestibilities of dry matter, protein and NFE were lower ( $p < 0.05$ ) in T1, while the fat was similar in all treatments. It was shown that the increase in concentrate has a directly proportional relationship with the increase in the percentage of NDT and the associated digestibility of DM and protein.

**Keywords:** Digestion, leporid, hebeaceous forage.

## INTRODUCCIÓN

La producción animal eficiente y con bajos costos conlleva a una selección de materias primas con alta biodisponibilidad que compita lo menos posible con la alimentación humana. Cada materia prima debe tener una evaluación completa de sus características fisicoquímicas que contribuya a determinar los efectos fisiológicos en el animal. La investigación en nutrición animal se ha enfocado a la búsqueda de metodologías que aumenten los indicadores productivos, uno de los objetivos es el conocimiento de los requerimientos para obtener sistemas producción competitivos. La cunicultura en países tropicales, constituye una

opción interesante para producción de carne con elevado valor nutricional para la dieta humana, se puede considerar como una estrategia válida para mejorar las condiciones de vida en áreas rurales socioeconómicamente deprimidas, donde puede enfocarse para autoconsumo y generación de ingresos (Preston, 1998; Nieves *et al.*, 2004).

El desarrollo del experimento permite determinar diferentes aspectos de la utilización del ramio (*Boehmeria nivea graud*), en alimentación de conejos, además de mostrar el aporte nutricional de este forraje. En el experimento se determinó la composición nutricional de este forraje para comparar el efecto de varios niveles de inclusión sobre la digestibilidad de la materia seca, proteína cruda y energía con respecto a los diferentes resultados obtenidos con el uso de concentrado comercial en la alimentación de conejos. Posterior a la obtención de estos resultados se realizó una comparación de estas evaluaciones cuando se usa concentrado, identificando sus beneficios en la respuesta productiva de los animales. Los estudios de valoración nutricional son útiles para determinar el contenido de energía y proteína digestible que deben ser usados para un ingrediente en formulación de raciones. La energía digerible es el valor más extensamente utilizado en evaluación de energía de alimentos para conejos debido a su estrecha relación con la energía metabolizable y a su simplicidad (De Blas *et al.*, 1985).

Los requerimientos nutricionales en el conejo son altos en comparación con otras especies animales no rumiantes (De Blas *et al.*, 1985), esta condición convierte al ramio (*Boehmeria nivea graud*) en una fuente importante de proteína y de fácil adaptabilidad a diferentes condiciones medio ambientales que puede ser utilizada como suplemento en la dieta de todos los animales tanto no rumiantes como en rumiantes. Es una de las especies arbóreas de mayor palatabilidad, que se adapta desde los 400 a 1.500 msnm, son pocos los estudios relacionados a la fecha que incluyan la evaluación química y nutricional de este forraje para una posterior comparación con el uso de concentrados comerciales como fuente de alimentación en conejos. El elevado contenido proteínico de las hojas, determinó

que investigadores de países tropicales y subtropicales (Guatemala, Brasil, Sur de EE.UU.) estudiaran su aptitud forrajera, considerándola una planta de alto potencial alimenticio por la producción y calidad nutricional. En distintas experiencias con bovinos, ovinos, porcinos, equinos y aves, esta especie probó la factibilidad de ser utilizada como recurso nutricional bajo la forma de forraje verde y/o harina, (Cheeke, 1987; Jenkins, 1999).

Existen diferentes características que el alimento para conejos debe cumplir con respecto a sus características físico-químicas, el conejo necesita muy poca grasa (3.5%), los alimentos que consume generalmente le aportan la cantidad necesaria, la fibra y la proteína dependerá del estado fisiológico: Gazapos en crecimiento 13-17%, madres lactantes 17-18%, crecimiento y engorde 13-14%. Respecto a las sales minerales son importantes algunos elementos como calcio, fósforo, cloro y sodio, también magnesio, hierro, cobre, zinc y yodo, éstas se adicionan generalmente en un suplemento mineral en un total de 1% de la dieta (Nieves *et al.*, 2006).

La búsqueda de nuevas alternativas nutricionales para conejos de producción permite desarrollar investigaciones que estén encaminadas a la búsqueda de nuevas fuentes de alimentos que cumplan con las necesidades nutricionales del animal en cada una de sus etapas fisiológicas. La determinación del valor nutricional de fuentes no convencionales debe realizarse mediante la utilización de métodos que permitan obtener el máximo de información acerca de las características nutritivas en el menor tiempo y de la forma más económica posible (Nieves *et al.*, 2008).

El análisis del aprovechamiento de cada uno de los nutrientes en el organismo del animal se hace teniendo en cuenta su digestibilidad, ésta valoración se consigue con diferentes métodos. La digestibilidad *in vivo* de un alimento se puede medir directa e indirectamente. En la forma directa se registra exactamente el consumo de alimento y la excreción fecal de un animal sometido a un tratamiento dietético, en un período de tiempo dado. Como desventaja de este método, puede existir contaminación entre excretas y orina; además el confinamiento de los animales

reduce el tono muscular y probablemente al disminuir el tránsito de ingesta, se sobreestima la digestibilidad con respecto a los animales no alojados en jaulas. La forma indirecta para medir la digestibilidad no requiere cuantificar el consumo ni la excreción fecal, se puede utilizar marcadores que se agregan o que están incluidos en el alimento (Nieves *et al.*, 2008). El desarrollo de la digestibilidad comparada permite encontrar la relación del aprovechamiento de la proteína en el animal, partiendo de una comparación entre las nuevas alternativas de alimentación y el concentrado comercial comúnmente utilizado en la cunicultura.

Curch y Pond, (1990) y Castellanos *et al.*, (1990) afirman que el método de los nutrientes digestibles totales (NDT) valora el alimento en su contenido de energía, partiendo de los cálculos de digestibilidad directa *in vivo*, donde se mide el nutriente consumido (NC) y el excretado (NE), realizando los análisis proximales para aplicar fórmulas para determinar los coeficientes de digestibilidad de cada nutriente (cod). Al contenido de carbohidratos digestibles, llamado extracto no nitrogenado digestible (ENN), se le suma las fracciones digestibles de la fibra, proteína y grasa (ésta última multiplicada por la constante 2.25), se obtiene el valor energético relativo de un ingrediente. Además, la equivalencia de 1 Kg de NDT = 4.400 Kcal Energía Digestible ó a 3.560 Kcal Energía Metabolizable.

$$\text{Coeficiente de digestibilidad de un nutriente (Cod)} = \frac{NC - NE}{NC * 100}$$

$$\% \text{NDT} = (\% \text{ de prot} * \text{cod}) + (\% \text{ de grasa} * \text{cod} * 2.25) + (\% \text{ de fibra} * \text{cod}) + (\% \text{ de ENN} * \text{cod})$$

En un ensayo reportado por Church y Pond, (1990) se estudiaron diferentes métodos de evaluación de las digestibilidades comparadas de alimentos concentrados y forrajes. Se observó que ciertas fracciones como la fibra cruda, el extracto libre de nitrógeno y la grasa, se pueden sobrevalorar con el cálculo de la digestibilidad asociativa por diferencia. A pesar de esto, es un dato cercano a la digestibilidad total de una ración constituida por forraje y concentrado, aunque no refleje en su totalidad la verdadera digestibilidad de éste, pero sí se ha

comprobado que en las dietas compuestas por varios ingredientes se presenta el fenómeno de la digestibilidad asociativa.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en la granja Barcelona y el laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad de los Llanos en la ciudad de Villavicencio, Meta región de la Orinoquia zona de piedemonte, con una altitud de 465 metros sobre el nivel del mar, una temperatura promedio de 27°C y una precipitación anual entre 1.900 y 2.300 mm (Roa *et al.*, 1999). Se utilizaron 16 conejos, peso promedio 3.200 ± 100 gramos, divididos en 4 grupos que fueron alojados en jaulas de alambre galvanizado de 0,30 × 0,10 × 0,20 m, las cuales estaban dotadas de comederos tubulares y bebederos tipo chupón; éste diseño de las jaulas permitía recoger las excretas para el posterior análisis. El ramio y el concentrado comercial se analizaron (Tabla 1), para determinar su calidad nutricional antes de empezar el experimento (AOAC, 2006). Las dietas se suministraron por 14 días de los cuales cuatro días fueron de adaptación del alimento y 10 de recolección de muestras. Las dietas suministradas fueron: Tratamiento 1: 100% de la dieta fue ramio *ad libitum* (T1), Tratamiento 2: Ramio *ad libitum* y 0.5% del peso vivo (PV) en concentrado comercial (CC) (T2), Tratamiento 3: Ramio *ad libitum* y 1% del PV en CC (T3) y Tratamiento 4: Ramio *ad libitum* y 1,5% del PV en CC (T4).

Se aplicó un diseño completamente al azar con diez repeticiones y 4 tratamientos. Las variables evaluadas fueron: consumo de forrajes, excreción por heces, digestibilidades: Materia seca (MS), proteína, grasa, extracto no nitrogenado (ENN), fibra cruda (FC), y % NDT; y cálculos de: Energía digestible (ED) y energía metabolizable (EM). (Church y Pond, 1990, y Nieves *et al.*, 2008). Se realizó un análisis de varianza, y haciendo una prueba de comparación múltiple Duncan.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis nutricionales de las excretas (Tabla 2), muestran que T1 fue el mayor porcentaje de materia seca (MS) y extracto no nitrogenado (ENN), además el de

mayor excreción de MS ( $p < 0.05$ ) y de proteína en comparación con los demás tratamientos (Tablas 3 y 4). T4 obtuvo el menor porcentaje de MS, proteína y grasa, lo mismo sucedió con la excreción de la materia seca y la proteína, las cuales fueron las más bajas ( $p < 0.05$ ) con relación a los otros tres tratamientos (Tablas 3 y 4). Lo cual indica que el consumo y el contenido nutricional de las raciones afecta la cantidad de excretas y su composición, debido a la dinámica digestiva de cada nutriente y a la asociación de los ingredientes de la dieta (Nieves *et al.*, 2001; 2002).

**Tabla 1.** Composición nutricional (%) de los constituyentes de los tratamientos

Nutrientes	Concentrado	Ramio
Materia Seca	2.1	47.1
Proteína	13.48	19.15
Grasa	10.3	9.2
Fibra cruda	13.1	11.3
ENN	55.99	49.44
Cenizas	8.73	9.53

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición Animal de UNILLANOS

**Tabla 2.** Análisis proximal (%) de Excretas en los tratamientos

Nutrientes	T1	T2	T3	T4
Materia seca	39.57	36.11	33.90	30.6
Proteína	8.01	11.58	11.30	6.48
Grasa	4.32	3.80	4.10	3.51
Fibra cruda	4.01	7.80	6.90	7.1
ENN	73.09	64.37	65.46	70.57

**Tabla 3.** Consumo de alimento y excreción/ día en gramos de materia seca

Parámetros	T1	T2	T3	T4
Consumo concentrado	0	16.00	32.00	48.00
Consumo ramio	86.11 <sup>d</sup>	68.56 <sup>c</sup>	43.24 <sup>b</sup>	24.43 <sup>a</sup>
Consumo total	86.11 <sup>b</sup>	84.56 <sup>b</sup>	75.84 <sup>a</sup>	74.43 <sup>a</sup>
Excreción total	20.5 <sup>c</sup>	15.35 <sup>b</sup>	13.45 <sup>a,b</sup>	10.34 <sup>a</sup>

Letras distintas en la misma fila son diferentes ( $p < 0.05$ ).

La digestibilidad asociada de la MS en T4 fue superior ( $p < 0.05$ ) en comparación con T1 y T2, éste mismo tratamiento, también presentó la mayor digestibilidad de

la proteína con relación a los demás, mientras que el ENN fue menor para T1 ( $p < 0.05$ ), las digestibilidades de grasa y fibra cruda fueron similares para todos los tratamientos (Tabla 5). En T1 se observó los más bajos ( $p < 0.05$ ) NDT (72.94%), ED (3.20 Mcal/kg MS) y EM (2.59 Mcal/kg MS) en comparación con el resto de tratamientos (Tabla 6).

**Tabla 4.** Consumo (C) y excreción (E) de nutrientes (gr) de los tratamientos

Nutrientes	T1		T2		T3		T4	
	C	E	C	E	C	E	C	E
Materia Seca	86.11	20.5	84.56	15.35	75.84	13.45	74.43	10.34
Proteína	16.49	1.79	15.29	1.77	12.59	1.52	11.15	0.67
Grasa	8.87	0.20	7.96	0.58	7.27	0.55	7.19	0.36
Fibra cruda	11.28	0.18	9.84	1.19	9.07	0.93	9.05	0.73
ENN	48.21	3.30	42.85	8.54	39.29	8.38	38.95	6.47

**Tabla 5.** digestibilidad asociada de los nutrientes (%) en los tratamientos

Nutrientes	T1	T2	T3	T4
Materia Seca	76,19 <sup>a</sup>	81,85 <sup>b</sup>	82,27 <sup>b c</sup>	86,11 <sup>c</sup>
Proteína	50,81 <sup>a</sup>	88,37 <sup>b</sup>	87,93 <sup>b</sup>	93,99 <sup>c</sup>
Grasa	90,02 <sup>a</sup>	92,67 <sup>a</sup>	92,42 <sup>a</sup>	94,95 <sup>a</sup>
Fibra cruda	92,71 <sup>a</sup>	87,84 <sup>a</sup>	89,78 <sup>a</sup>	91,89 <sup>a</sup>
ENN	68,92 <sup>a</sup>	80,05 <sup>b</sup>	78,66 <sup>b</sup>	83,39 <sup>b</sup>

Letras distintas en la misma fila son diferentes ( $p < 0.05$ )

Las digestibilidades asociadas de la materia seca, la proteína y ENN fueron menores ( $p < 0.05$ ) en T1, mientras que en la grasa no se observó diferencias entre tratamientos, lo cual implica que los primeros componentes de las raciones afectan el aprovechamiento de estos nutrientes, demostrándose que el aumento de concentrado tiene una relación directamente proporcional con el incremento de los NDT y la digestibilidad asociada de la MS y la proteína, (Tablas 6 a 10 y Figura 1 a 4).

En general las mezclas con diferentes proporciones de los dos alimentos fue positiva, siendo el porcentaje más bajo la digestibilidad de materia seca y la proteína en T1 contrario sucedió con el T4 donde con el incremento de

concentrado se logró el índice de digestibilidad asociativa más elevado; convirtiéndose en una excelente opción a la hora de una implementación en producciones en donde se busque bajar los costos de alimentación disminuyendo el concentrado para reemplazarlo con el ramio que es de fácil obtención, buena calidad, y bajo costo para la zona de los llanos.

**Tabla 6.** Consumo (día/animal) y digestibilidad asociada de la Materia seca (MS) en los tratamientos

Parámetros	T1	T2	T3	T4
Consumo total de MS (gr)	86.11 <sup>b</sup>	84.56 <sup>b</sup>	75.84 <sup>a</sup>	74.43 <sup>a</sup>
Consumo de MS del ramio (gr)	86,11 <sup>d</sup>	68,56 <sup>c</sup>	43,24 <sup>b</sup>	24,43 <sup>a</sup>
Consumo de concentrado (gr)	0.00	16.00	32.00	48.00
Proporción de concentrado en la ración (gr)	0.00	18.92 <sup>a</sup>	42.19 <sup>b</sup>	64.49 <sup>ac</sup>
Proporción de ramio en la ración (%)	100.00 <sup>d</sup>	81.08 <sup>c</sup>	57.81 <sup>b</sup>	35.51 <sup>a</sup>
Digestibilidad asociada del ramio en la ración (%)	76.19 <sup>d</sup>	66.36 <sup>c</sup>	47.56 <sup>b</sup>	30.58 <sup>a</sup>
Digestibilidad asociada del concentrado en la ración (%)	0.00	15.49 <sup>a</sup>	34.71 <sup>b</sup>	55.53 <sup>c</sup>
NDT del ramio asociado a la ración (%)	72.94 <sup>d</sup>	69.12 <sup>c</sup>	48.37 <sup>b</sup>	29.79 <sup>a</sup>
NDT del concentrado asociado a la ración (%)	0.00	20.52	36.77 <sup>b</sup>	59.19
NDT total de la ración (%)	72.94 <sup>a</sup>	89.64 <sup>b</sup>	85.14 <sup>b</sup>	88.98 <sup>b</sup>
Energía digestible (Mcal/kg de MS)	3.20 <sup>a</sup>	3.94 <sup>b</sup>	3.74 <sup>b</sup>	3.91 <sup>b</sup>
Energía Metabolizable (Mcal/kg de MS)	2.59 <sup>a</sup>	3.19 <sup>b</sup>	3.03 <sup>b</sup>	3.16 <sup>b</sup>

Letras distintas en la misma fila son diferentes ( $p < 0.05$ )

En comparación con otros trabajos realizados (Takami, 1999), en donde se reporta una digestibilidad de 81% con ramio, se puede determinar que en la zona de piedemonte llanero el forraje posee una excelente calidad nutricional de fácil absorción y asimilación por el animal; en el estudio realizado en la sabana de Bogotá; se presumió que los suelos del piedemonte es donde este forraje tendría una mayor asimilación de nutrientes y por consiguiente una mayor expresión como suplemento al momento de administrarlo en una dieta para conejos en producción.

**Tabla 7.** Consumo (día/animal) y digestibilidad asociada de la proteína en los tratamientos

Parámetros	T1	T2	T3	T4
Consumo total de proteína (gr)	16.49 <sup>b</sup>	15.29 <sup>b</sup>	12.59 <sup>ab</sup>	11.5 <sup>a</sup>
Consumo de proteína del ramio (gr)	16.49 <sup>c</sup>	13,37 <sup>c</sup>	8,43 <sup>b</sup>	4,76 <sup>a</sup>
Consumo de proteína del concentrado (gr)	0.00	1.92 <sup>a</sup>	4.16 <sup>b</sup>	6.39 <sup>c</sup>
Proporción de ramio en la ración (%)	100 <sup>d</sup>	87.44 <sup>c</sup>	66.97 <sup>b</sup>	42.73 <sup>a</sup>
Proporción de concentrado en la ración (%)	0,00	12.56 <sup>a</sup>	33.03 <sup>b</sup>	57.27 <sup>c</sup>
Digestibilidad asociada del ramio en la ración (%)	50.81	77.27	58,89	40,16 <sup>a</sup>
Digestibilidad asociada del concentrado en la ración (%)	0.00	11.10 <sup>a</sup>	29.04 <sup>b</sup>	53.83 <sup>c</sup>
Digestibilidad asociada total en la ración (%)	50.81 <sup>a</sup>	88.37 <sup>b</sup>	87.93 <sup>b</sup>	93.43 <sup>b</sup>

Letras distintas en la misma fila son diferentes ( $p < 0.05$ ).

**Tabla 8.** Consumo (día/animal) y digestibilidad asociada de la grasa en los tratamientos

Parámetros	T1	T2	T3	T4
Consumo total de grasa (gr)	8,87 <sup>b</sup>	7,96 <sup>ab</sup>	7,27 <sup>a</sup>	7,19 <sup>a</sup>
Consumo de grasa del ramio (gr)	8,87 <sup>d</sup>	6,31 <sup>c</sup>	3,98 <sup>b</sup>	2,25 <sup>a</sup>
Consumo de grasa del concentrado (gr)	0	1,65 <sup>a</sup>	3,29 <sup>b</sup>	4,94 <sup>c</sup>
Proporción de concentrado en la ración (%)	100	79,24 <sup>a</sup>	54,72 <sup>b</sup>	31,26 <sup>a</sup>
Proporción de ramio en la ración (%)	0	20,76 <sup>a</sup>	45,28 <sup>b</sup>	68,74 <sup>c</sup>
Digestibilidad asociada del ramio en la ración (%)	90,02 <sup>d</sup>	73,43 <sup>c</sup>	50,57 <sup>b</sup>	29,68 <sup>a</sup>
Digestibilidad asociada del concentrado en la ración (%)	0,00	19,24 <sup>a</sup>	41,85 <sup>b</sup>	65,27 <sup>bc</sup>
Digestibilidad asociada total en la ración (%)	90.02 <sup>a</sup>	92.67 <sup>a</sup>	92.42 <sup>a</sup>	94.95 <sup>a</sup>

Letras distintas en la misma fila son diferentes ( $p < 0.05$ ).

Al momento de la comparación entre el ramio y el concentrado dentro de una producción se determinó que con el uso de este forraje se necesita una mayor cantidad de alimento por ración, ya que el concentrado posee un mayor porcentaje de nutrientes que el ramio en: grasa, fibra cruda y ENN. Sin embargo, el % NDT (72,94%) del ramio indica su buena calidad nutricional, con la ventaja de ser una

fueron evaluados positivamente en la elaboración de dietas comerciales para la alimentación de conejos (De Blas *et al.*, 1985 y Nieves *et al.* 2004).

**Tabla 9.** Consumo (día/animal) y digestibilidad asociada de la fibra cruda (FC) en los tratamientos

Parámetros	T1	T2	T3	T4
Consumo total de fibra cruda (gr)	11,28 <sup>b</sup>	9,84 <sup>a</sup>	9,07 <sup>a</sup>	9,05 <sup>a</sup>
Consumo de fibra cruda del ramio (gr)	11,28 <sup>d</sup>	7,75 <sup>c</sup>	4,89 <sup>b</sup>	2,76 <sup>a</sup>
Consumo de fibra cruda del concentrado (gr)	0	2,09 <sup>a</sup>	4,18 <sup>b</sup>	6,29 <sup>c</sup>
Proporción de ramio en la ración (%)	100 <sup>d</sup>	78,73 <sup>c</sup>	53,87 <sup>b</sup>	30,50 <sup>a</sup>
Proporción de concentrado en la ración (%)	0	21,27 <sup>a</sup>	46,13 <sup>b</sup>	69,50 <sup>c</sup>
Digestibilidad asociada del ramio en la ración (%)	92,91 <sup>d</sup>	69,16 <sup>c</sup>	48,37 <sup>b</sup>	28,03 <sup>a</sup>
Digestibilidad asociada del concentrado en la ración (%)	0,00	18,68 <sup>a</sup>	41,41 <sup>b</sup>	63,86 <sup>c</sup>
Digestibilidad asociada total en la ración (%)	92,91 <sup>a</sup>	87,84 <sup>a</sup>	89,78 <sup>a</sup>	91,89 <sup>a</sup>

Letras distintas en la misma fila son diferentes ( $p < 0.05$ ).

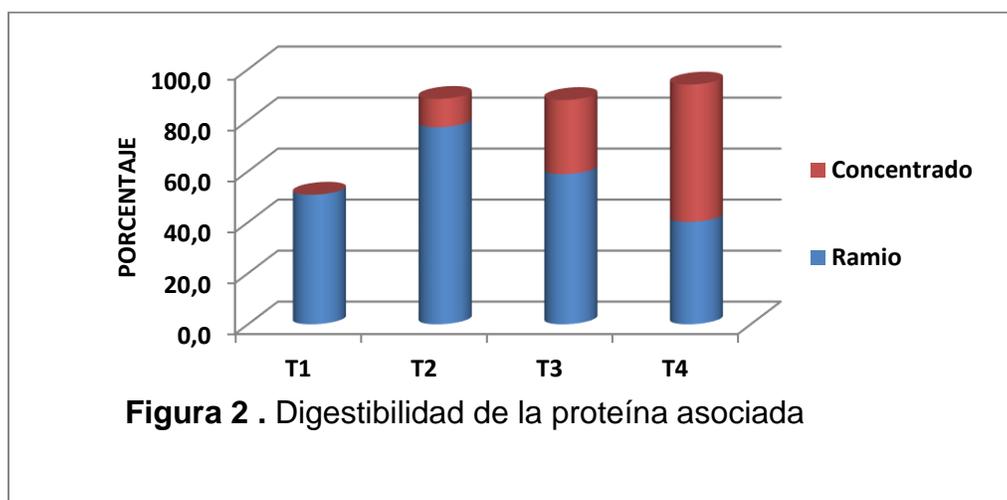
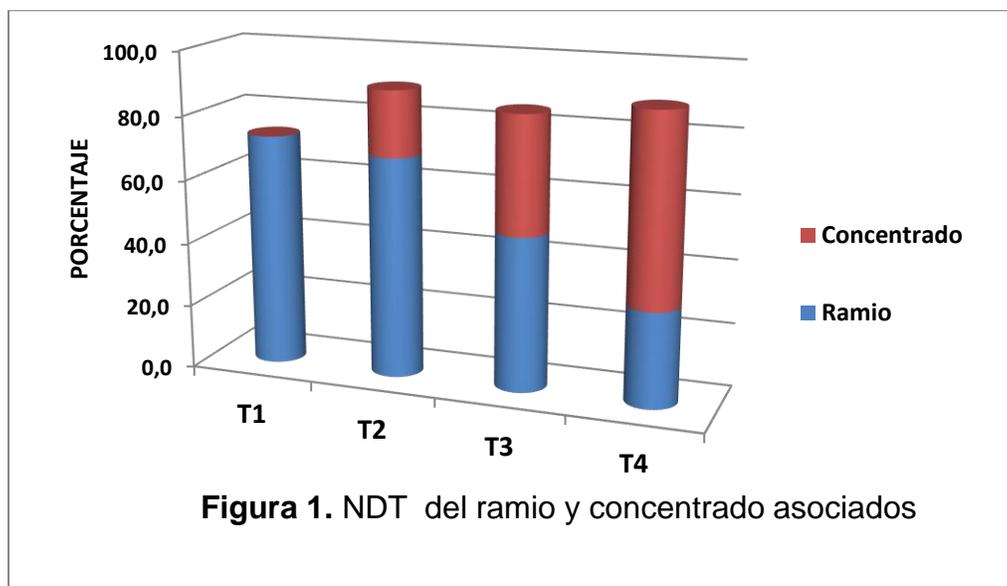
**Tabla 10.** Consumo (día/animal) y digestibilidad asociada de extracto no nitrogenado (ENN) en los tratamientos

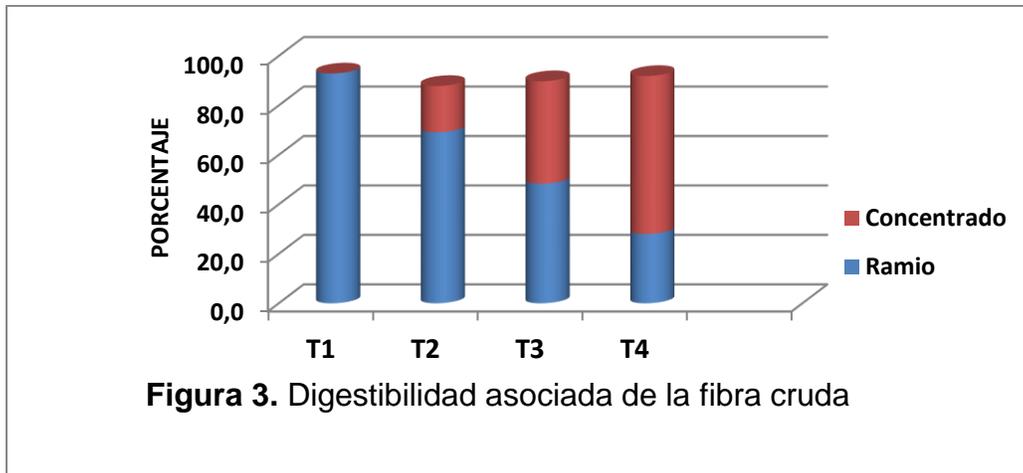
Parámetros	T1	T2	T3	T4
Consumo total de ENN (gr)	48,2 <sup>c</sup>	42,85 <sup>ab</sup>	39,29 <sup>ab</sup>	38,95 <sup>a</sup>
Consumo de ENN del ramio (gr)	42,57 <sup>d</sup>	33,90 <sup>c</sup>	21,38 <sup>b</sup>	12,08 <sup>a</sup>
Consumo de ENN del concentrado (gr)	0	8,95 <sup>a</sup>	17,91 <sup>b</sup>	26,87 <sup>d</sup>
Proporción de concentrado en la ración (%)	100 <sup>d</sup>	79,10 <sup>c</sup>	54,41 <sup>b</sup>	31,01 <sup>a</sup>
Proporción de concentrado en la ración (%)	0	20,90 <sup>a</sup>	45,59 <sup>b</sup>	68,99 <sup>c</sup>
Digestibilidad asociada del ramio en la ración (%)	68,92 <sup>d</sup>	63,32 <sup>c</sup>	42,80 <sup>b</sup>	25,86 <sup>a</sup>
Digestibilidad asociada del concentrado en la ración (%)	0,00	24,52 <sup>a</sup>	35,86 <sup>b</sup>	57,53 <sup>c</sup>
Digestibilidad asociada total en la ración (%)	68,92 <sup>a</sup>	87,84 <sup>c</sup>	78,66 <sup>b</sup>	83,39 <sup>c</sup>

Letras distintas en la misma fila son diferentes ( $p < 0.05$ ).

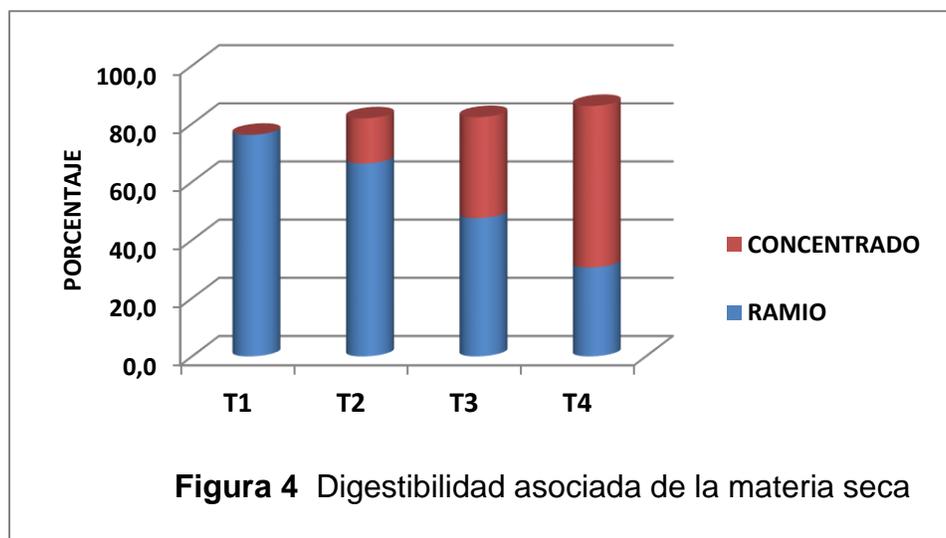
## CONCLUSIÓN

La palatabilidad del ramio es excelente lo que conlleva a que tenga un mayor consumo por parte del animal; convirtiéndolo en una opción como fuente básica de alimento en cunicultura. Es importante tener presente que al momento de suministrar ramio en la dieta para conejos es aconsejable hacerla con una proporción de concentrado para lograr un efecto asociativo positivo de ingredientes, puesto que el contenido nutricional del concentrado eleva el aprovechamiento de los nutrientes del ramio, especialmente el de MS y proteína.





**Figura 3.** Digestibilidad asociada de la fibra cruda



**Figura 4** Digestibilidad asociada de la materia seca

## BIBLIOGRAFÍA

1. AOAC. Official Methods of Analysis (18<sup>th</sup>) Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA. Washington, D.C. 2006.
2. Castellanos R. A., Llamas L. G., Shimada A. 1990. Manual de técnicas de investigación en ruminología. México. 1990: 29-34.
3. Cheeke P R. Rabbit Feeding and Nutrition. Orlando: Academic Press, 1987.
4. De Blas C, Fraga M, Rodríguez J. Units for feed evaluation and requirements for commercially grown rabbits. J Anim. Sci. 1985: 60: 1021-1028.
5. Church D.C.; Pond W.G. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. 2<sup>a</sup> ed. Ed. Limusa. México. 1990: 438
6. Jenkins J. Feeding Recommendations for the house rabbit. The Veterinary Clinics of North America, 1999.
7. Mundo Pecuario. Método de los nutrientes digestibles totales NDT. [Consultado 10-10-2011] Disponible: <http://mundo->

[pecuario.com/tema73/valoracion\\_energetica\\_raciones\\_animales/nutrientes\\_digestibles\\_totales-859.html](http://pecuario.com/tema73/valoracion_energetica_raciones_animales/nutrientes_digestibles_totales-859.html)

8. National Research Council. Nutrient requirements of rabbits, Second Revised Edition, Committee on Animal nutrition. 1977: 30.
9. Nieves D, López, D, Cadena. Alimentación de conejos de engorde con dietas basadas en materias primas no convencionales y suplementación con *Trichanthera gigantea* Rev Cien Tec. 2001: 60-66.
10. Nieves D, Terán O, Silva L, González C. Digestibilidad *in vivo* de nutrientes en dietas en forma de harina con niveles crecientes de *Leucaena leucocephala* para conejos de engorde. Rev Cient. 2002: 408-411.
11. Nieves D, Cordero J, Teran O. Aceptabilidad de dietas con niveles crecientes de morera (*Morus alba*) en conejos destetados. *Zootecnia Trop.*, 2004: 22 (2): 202-209.
12. Nieves, Do, Araque H, Teran. Digestibilidad de nutrientes del follaje de morera (*Morus alba*) en conejos de engorde. *Rev. Cient.* 2006: 16 (4): 315-324.
13. Nieves D, Barajas A, Delgado G. Digestibilidad fecal de nutrientes en dietas con forrajes tropicales en conejos: Comparación entre métodos directo e indirecto. *Bioagro*, 2008: 20 (1): 73-75.
14. Olivo SR. Evaluación del comportamiento productivo y reproductivo del conejo (*Cavia porcellus*) criollo mejorado Conocoto-Pichincha. Universidad Central de Quito, Facultad de Ciencias Agrícolas. Tesis Ing. Agr. Pág. 78. 1989.
15. Preston T, Rodríguez I, Van L, Ha chau I. Follaje de la yuca (*Manihot esculenta* Cranz) como fuente de proteína para la producción animal en sistemas agroforestales. Conferencia de la FAO sobre "agroforestería para la producción animal en Latinoamérica". 1999.
16. Roa M L, Muñoz J, Céspedes DA. Evaluación nutricional de tres especies de árboles forrajeros en bovinos fistulados. Colombia Revista Acovez 1999: 24: 14-18.
17. Tamaki HR. Prueba de dos niveles de vitamina C como posible sustituto del forraje verde en la alimentación de conejos. Tesis. Universidad Nacional Agraria. Pág. 86. 1999.

## Uso de antibióticos en la nutrición animal

### The use of antibiotic in animal nutrition

Toro FA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Zootecnista, Estudiante de Maestría en Sistemas Sostenibles en Salud  
Producción Animal Tropical, Universidad de los Llanos

[fredyat2@hotmail.com](mailto:fredyat2@hotmail.com)

Recibido 29 de junio 2011 aceptado 12 de agosto 2011

## RESUMEN

Los sistemas productivos pecuarios han ido cambiando a medida que la población en el mundo va aumentando, este crecimiento social tan elevado a llevado a las explotaciones intensivas a necesitar cada día más animales y mejores tecnologías de producción. El crecimiento de los sistemas productivos a favorecido a la aparición de enfermedades infecciosas y parasitarias que requieren el uso de fármacos con fines terapéuticos o profilácticos, adicionalmente el uso de estos productos está siendo utilizados fraudulentamente como promotores de crecimiento, además son utilizados como reductores de estrés para el momento del transporte mejorando así la calidad del producto. El uso de fármacos en la producción animal no está siendo controlado ni supervisado por las entidades pertinentes lo cual trae como consecuencia el uso inadecuado de medicamentos en las explotaciones. A nivel mundial la producción de fármacos para la sanidad animal aporta más de 14.900 millones de dólares los cuales el 59,8% corresponden a los productos destinados a los sistemas productivos, de los cuales los antiparasitarios representan el 28,4%, biológicos (vacunas) 22,6%, antibióticos 15,8%, aditivos medicamentosos 13% y otros 20,2%.

**Palabras clave:** Aditivos, medicamentos, producción animal.

## ABSTRACT

Livestock production systems have changed as the world population grows, this growth as high social has led to intensive farms need more animals for better production technologies. The growth of productive systems favored the emergence

of infectious and parasitic diseases that require the use of drugs with therapeutic or prophylactic purposes, in addition the use of these products are being used fraudulently as growth promoters, are also used as stress reducers during transport to improving the quality of the product. The use of drugs in animal production is not controlled or supervised by the relevant entities which results in inappropriate medication use on farms. Worldwide production of drugs for animal brings more than 14.9 billion dollars of which 59.8% correspond to products intended for production systems, of which the parasite represent 28.4%, biological (vaccines) 22.6%, antibiotics 15.8%, additives 13% and other medicated 20.2%.

**Keywords:** Additives, drugs, animal production.

## INTRODUCCIÓN

El inadecuado uso de antibióticos ha tenido fuerte importancia desde hace muchos años ya que se cree que muchas de las resistencias de algunas enfermedades se debe a la mala práctica y al pésimo empleo de estos fármacos en la producción animal, por consiguiente se mostraran en la presente revisión como la falta de normatividad y la poca vigilancia por parte de las entidades sanitarias que a nivel mundial han contribuido a que muchas de las enfermedades presentes en los animales sean resistentes a los antibióticos. El anuncio del primer antibiótico en 1935 dio inicio al tema de la terapéutica antimicrobiana generando una disminución en la morbilidad y aumento de la mortalidad de muchas enfermedades infecciosas presentes en ese tiempo (Cancho *et al.*, 2000). Hace más de setenta años los antimicrobianos eran utilizados con el fin de controlar las enfermedades en animales y humanos, pero surgió un importante acontecimiento a mediados de los cincuenta el cual fue observado por los investigadores que comenzaron con el uso de los antibióticos como promotores de crecimiento (Gratacós, 2007).

En una observación hecha por Martin en 1942 se obtuvieron datos de que el uso de sulfamidas en las ratas de laboratorio, disminuía el porcentaje de mortalidad y se aumentaba la ganancia de peso de los animales. Moore *et al.* (1946) observaron los mismos resultados en pavos con la adición de succinil sulfatiazol y

estreptomycin en las dietas. Estas primeras experimentaciones mostraban un efecto positivo en la ganancia de peso ya que los fármacos estaban suprimiendo a los microorganismos patógenos. Otro experimento en pavos realizado por Stokstad y Jukes en 1950 mostró que en los animales sanos también existía una ganancia de peso cuando se le adicionaba en las dietas clortetraciclinas, aquí se comenzó a evidenciar que el uso de antibióticos tenía un efecto como promotor de crecimiento en animales sanos.

Los antibióticos son los medicamentos peor usados tanto por los médicos como por los veterinarios, la falta de vigilancia de las autoridades permite que estos fármacos sean utilizados en muchas ocasiones de manera irracional y a concentraciones muy altas. El inadecuado uso de estos productos ha generado problemas en las personas como alergias, superinfecciones, retrasos en la identificación de agente causal y una de las complicaciones importantes la aparición de agentes antibiótico-resistentes las cuales necesitan cada vez mayores concentraciones y diferentes tipos de antibióticos. La aparición de mercados internacionales ha contribuido con la aparición de microorganismos y sus resistencias, creando un problema global que causa muertes, pérdidas económicas e incremento de los servicios hospitalarios aunque todavía están sin cuantificar. España se encuentra entre los países con mayor incidencia de bacterias resistentes por el abuso que se ha hecho de los antibióticos (Información Veterinaria, Noviembre 1998).

Los antimicrobianos son utilizados con dos fines claramente definidos:

- Terapéutico o profiláctico: El procedimiento se hace a través de las dietas ya que esta vía de administración permite hacer mezclas medicamentosas tanto líquidas como salidas a concentraciones elevadas (Cancho *et al.*, 2000).
- Promotor de crecimiento: Se utiliza para la ganancia de peso de los animales por efecto del control bacteriano permitiendo un mejor uso de los nutrientes, también se hace a través de las dietas a niveles sub-terapéuticos (Cancho *et al.*, 2000).

En los últimos años los antibióticos usados como promotores de crecimiento han sido criticados y presionados legalmente. Existe una razón muy importante y es que al parecer estos fármacos son los causantes del incremento de la resistencia a los antimicrobianos administrados en la medicina humana, además los alimentos de origen animal tratados con este tipo de medicamentos pueden contener trazas que están siendo incorporados al organismo humano fomentando la aparición de microorganismos resistentes. Por otro lado el uso continuo de los antibióticos como promotores de crecimiento promueve la aparición de animales con cepas de microorganismos resistentes, que por diferentes medios de transmisión pueden estar llegando a los seres humanos ya sea por contacto o por los alimentos (Cancho *et al.*, 2000).

La resistencia a los antibióticos ha venido creciendo por el uso irracional (Tabla 1), a través de la historia la resistencia a la penicilina fue detectada poco tiempo después de haber sido descubierta, aunque no fue tomada con mucha seriedad, al acercarse los años 50 adquiere peso en la medicina humana y se comienza a tener conciencia de su uso. En los años 60 se descubren unos agentes infecciosos llamados *estafilococos* metilino-resistentes y *pseudomonas* gentamicino-resistentes la cuales agravan el fenómeno de resistencia en la medicina. Al llegar los años 70 la presentación de resistencia a ampicilinas se vuelve muy frecuente. En los años 90 aparecen cepas resistentes a las ampicilinas como los *enterococos* y la *Mycobacterium tuberculosis* la cual muestra variaciones resistentes a los tuberculostáticos y comienza a presentarse cepas nuevas multi-resistentes. (FAO/OMS, 2005).

Cabe mencionar que las producciones pecuarias están creando efectos directos en la salud de los consumidores debido a que muchos de los fármacos utilizados en las explotaciones dejan residuos, generando problemas como alergias (betalactámicos y cefalosporinas), resistencia microbiana, carcinogenicidad, mutagenicidad, teratogenicidad, cambios morfo-fisiológicos por sustancias hormonales, alteraciones en el depósito de calcio en los huesos (oxitetraciclina),

anemia aplásica (cloranfenicol), inclusive alteraciones del sistema nervioso central (ivermectina), entre otros (Márquez, 2008).

Tabla 1. Año de descubrimiento de los agentes antimicrobianos más importantes y año de comunicación de la resistencia a los mismos.

<b>Droga</b>	<b>Descubrimiento</b>	<b>Uso clínico</b>	<b>Resistencia clínica</b>
Penicilina	1928	1943	1954
Estreptomicina	1944	1947	1956
Tetraciclina	1946	1942	1956
Eritromicina	1952	1955	1956
Vancomicina	1956	1972	1994
Gentamicina	1963	1967	1968
Fluoroquinolonas	1978	1982	1985

Datos tomados de Ronald et al (1966), Krammer (1982), Davies (1997), O'Brien (1997), Soussy (1998), Weideman & Heisig (1999).

En la actualidad el exceso de antibióticos usados en los suplementos de los animales como promotores de crecimiento está favoreciendo la aparición de cepas fármaco-resistentes, algunas de estas cepas son altamente patógenas e incluso son zoonóticas emergentes. Algunas enfermedades diarreicas causan la muerte a más de 3 millones de personas al año las cepas más conocidas son *Shigella disentería*, *Campylobacter*, *Vibrio cholerae*, *Escherichia coli* y *Salmonella* las cuales son resistentes a ciertos antibióticos y se sospecha que estas enfermedades están presentes en los animales de consumo (FAO/OMS, 2005).

Los promotores de crecimiento se han restringido cada vez más ya que muchos de estos son utilizados en la medicina humana con fines terapéuticos. Los promotores de crecimiento de origen antibiótico utilizados hasta 1997 eran la avoparcina, tilosina, espiramicina, bacitracina, virginamicina, monensina, salinomicina, flavofosfolipol y avilamicina (Información Veterinaria, Junio 1998). La

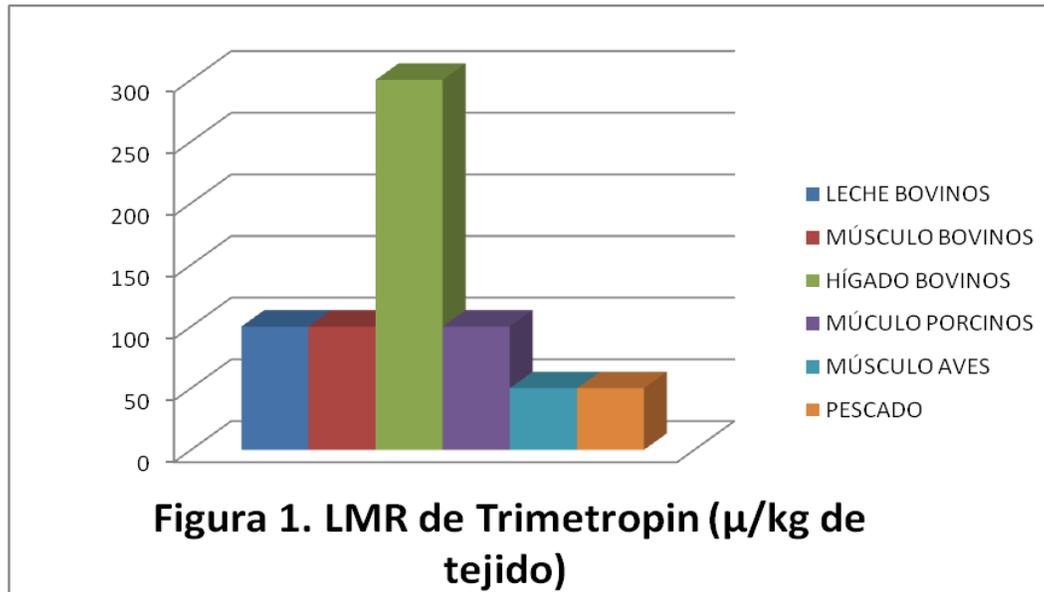
Unión Europea en 1997 prohibió el uso de la avoparcina ya que este fármaco es reserva de la medicina humana (Información Veterinaria, Junio 1998). En 1999 se prohíbe el uso de la espiramicina y la bacitracina por ser medicamentos utilizados para la salud humana, la tilosina por ser utilizados por la medicina veterinaria y la virginamicina por problemas de resistencia. En la actualidad está permitido el uso de la monensina y la salinomicina ya que no presentan problemas de resistencia, no son usadas en la medicina humana ni en la medicina veterinaria aunque están siendo utilizadas como promotores de crecimiento (Información Veterinaria, Octubre 1999).

Los efectos generados por el inadecuado uso de los antibióticos, crea preocupación a nivel mundial por el incremento de la resistencia bacteriana que se presenta en los humanos por el uso excesivo de antimicrobianos como las quinolonas, oxitetraciclinas y sulfamidas en la producción pecuaria (Márquez, 2008), esta problemática acerca de la residualidad de los fármacos lleva a que en 1990 el Consejo Europeo establezca los Límites Máximos de Residuos (LMR) de los agentes infecciosos evitando así la resistencia, además evita la residualidad en los alimentos. Muchos antimicrobianos son utilizados de manera equivocada, ya que existen diferencias marcadas entre ellos, algunos como los polipeptídicos y los betalactámicos son eliminados rápidamente sin dejar residuos (Hapke y Grahwit, 1987), otros como la kanamicina son de eliminación lenta inclusive en estudios anteriores se han encontrado residuos hasta 35 días después de la aplicación. Algunos antibióticos como la eritromicina, espiramicina y tilosina (Martín *et al.*, 1992) dejan residuos a nivel muscular hasta por 7 días (Loliger, 1978) al igual que las tetraciclinas (Schothorst y Nouws, 1987). Sin embargo existen medicamentos como el cloranfenicol que es muy utilizado en la medicina veterinaria es ahora prohibido en muchos países entre ellos EE.UU debido a que contribuye a la aparición de anemias aplásticas en los seres humanos (Page, 1981). Debido a esta problemática el comité de la FAO/OMS estableció en 1988 que ningún nivel de residuo de cloranfenicol debe estar presente en los alimentos de consumo humano (Tabla 2).

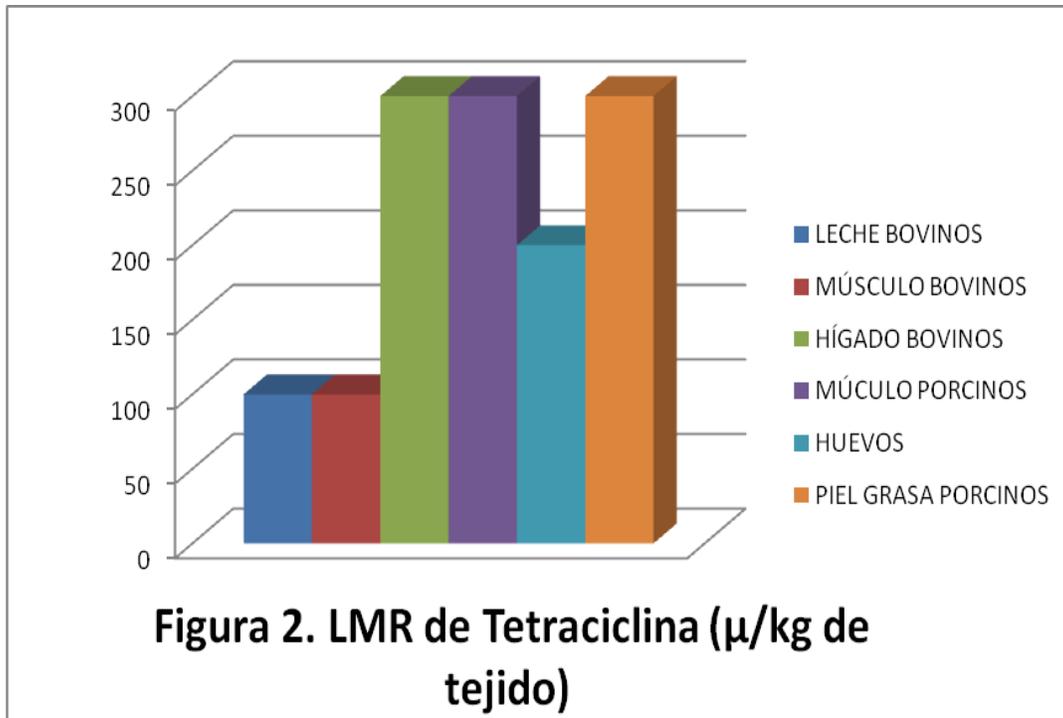
**Tabla 2.-** Lista de sustancias farmacológicamente activas cuyos LMR se han establecido en el R2758/99 (modificación del 23.12.99 del R2377/90).

Sustancia farmacológicamente activa	Especie animal	Límite máximo residual (µg/Kg) / Tejidos diana
<b>QUIMIOTERAPÉUTICOS</b>		
<b>Sulfonamidas</b>		
Todas las sustancias de este grupo	Todas las especies productoras de alimentos Bovinos, ovinos, caprinos	100 /músculo, grasa, hígado, riñón 100 /leche
<b>Derivados de la diaminopirimidina</b>		
Baquiloprim	Bovinos	10 /grasa; 30 /leche; 150 /riñón; 300 /hígado
	Porcinos	40 /piel más grasa; 50 /hígado, riñón
Trimetoprim	Bovinos	50 /músculo, grasa, hígado, riñón, leche
	Porcinos	50 /músculo, piel más grasa, hígado, riñón
	Équidos	100 /músculo, grasa, hígado, riñón
	Aves (no productoras de huevos para el consumo humano)	50 /músculo, piel más grasa, hígado, riñón
	Pescado	50 /músculo y piel en proporciones normales
<b>ANTIBIÓTICOS</b>		
<b>Penicilinas</b>		
Amoxicilin, ampicilina, bencilpenicilina	Todas las especies productoras de alimentos	4 /leche; 50 /músculo, grasa, hígado, riñón
Cloxacilina, docloxacilina, oxacilina	Todas las especies productoras de alimentos	30 /leche; 300 /músculo, grasa, hígado, riñón
Penetamato	Bovinos	4 /leche; 50 /músculo, grasa, hígado, riñón
	Porcinos	50 /músculo, grasa, hígado, riñón
<b>Cefalosporinas</b>		
Cefalexina	Bovinos	100/leche; 200/músculo, grasa, hígado; 1000/riñón
Cefazolina	Bovinos, ovinos, caprinos	50 /leche
Cefquinoma	Bovinos	20 /leche; 50 /músculo, grasa; 100 /hígado; 200 /riñón
	Porcinos	50 /músculo, piel y grasa; 100 hígado; 200/ riñón
Ceftiofur	Bovinos	100 leche; 1000 /músculo; 2000 grasa, hígado; 6000 /riñón
	Porcinos	1000 /músculo; 2000 /grasa, hígado; 6000 /riñón
<b>Quinolonas</b>		
Danofloxacina	Bovinos (no productores de leche para el consumo humano) Porcinos	30/leche; 100 grasa; 200 /músculo; 400 /hígado, riñón
	Pollo	50 /piel y grasa; 100 /músculo; 200/hígado y riñón
	Pollo	100 /piel más grasa; 400 /hígado, riñón
Difloxacina	Pollo, pavo	300 /músculo; 400 /piel más grasa; 600/ riñón; 1900 /hígado
Enrofloxacin	Bovinos	100 /músculo, grasa, leche; 200 /riñón; 300 /hígado;
	Conejos	100 /músculo, grasa; 200 /hígado; 300 /riñón
	Porcinos	100 /músculo, piel más grasa; 200 /hígado; 300 /riñón
	Aves (no productoras de huevos para consumo humano)	100 /músculo, piel más grasa; 200 /hígado; 300 /riñón
	Ovinos	100 /músculo, grasa; 200 /riñón; 300 /hígado;
Flumequina	Bovinos, ovinos (no productores de leche de consumo) Porcinos	200/músculo; 300/grasa; 500/hígado; 1500/riñón
	Pollo	200/músculo; 300/piel y grasa; 500/hígado; 1500/riñón
	Pollo	250/piel y grasa; 400/músculo; 800/hígado; 1000/riñón
	Salmónidos	600/músculo y piel en proporciones normales
Sarafloxacina	Pollo	10 /piel más grasa, hígado
	Salmónidos	30 /músculo y piel en proporciones normales
Tiamulima	Porcinos	100/músculo; 500/hígado
<b>Macrólidos</b>		
Espiramicina	Bovinos	200 /músculo, leche; 300 /grasa, hígado, riñón
	Porcinos	250 /músculo; 1000 /riñón; 2000 /hígado
	Pollo	200 /músculo; 300 /piel más grasa; 400 /hígado
Tilmicosina	Bovinos, ovinos, porcinos	50 /músculo, grasa; 1000 /hígado, riñón
	Ovinos	50 /leche
	Pollo	75 /músculo, piel más grasa; 250 /riñón; 1000 /hígado;
Tilosina	Bovinos	100 /músculo, grasa, hígado, riñón; 50 /leche
	Porcinos	100 /músculo, piel más grasa, hígado, riñón
	Aves (no productoras de huevos para consumo humano)	100 /piel más grasa, hígado, riñón
<b>Fluorfenicol y compuestos asociados</b>		
Florfenicol	Bovinos	200 /músculo; 300 /riñón; 3000 /hígado;
	Porcinos	300 /músculo; 500 /piel y grasa, riñón; 2000 /hígado
	Pollo	100 /músculo; 200 /piel y grasa; 750 /riñón; 2500 /hígado
Tianfenicol	Bovinos	50 /músculo, grasa, hígado, riñón, leche
	Pollo	50 /piel más grasa, hígado riñón
<b>Tetraciclina</b>		
Clortetraciclina	Todas las especies productoras de alimentos	100 /músculo y leche; 200/huevos; 300 /hígado; 600 /riñón
Doxiclina	Bovinos	100 /músculo; 300 /hígado; 600 /riñón
	Porcinos	100 /músculo; 300 /piel más grasa, hígado; 600 /riñón
	Aves (no productoras de huevos para consumo humano)	100 /músculo; 300 /piel más grasa, hígado; 600 /riñón
Oxitetraciclina	Todas las especies productoras de alimentos	100 /músculo, leche; 300 /hígado; 600 /riñón; 200 huevos
Tetraciclina	Todas las especies productoras de alimentos	100 /músculo, leche; 300 /hígado; 600 /riñón; 200 huevos
<b>Ansamicina con anillo de naftaleno</b>		
Rifaximina	Bovinos	60 /leche
<b>Pleuromutilinas</b>		
Valnemulina	Porcinos	50 /músculo; 100 /riñón; 500 /hígado
<b>Lincosamidas</b>		
Lincomicina	Bovinos	50/grasa; 100 /músculo; 150/leche; 500 /hígado; 1500 /riñón
<b>Aminoglucósidos</b>		
Apramicina	Bovinos	1000 /músculo, grasa; 10000 /hígado; 20000 /riñón
<b>Otros antibióticos</b>		
Novobiocina	Bovinos	50 /leche

Los LMR fueron establecidos con el fin de controlar y vigilar el uso de los antibióticos en la producción pecuaria, las concentraciones y tiempos de retiro establecidos para cada medicamento se hacen con el fin de de controlar y disminuir muchos medicamentos antimicrobianos utilizados por los productores que están ocasionando una serie de problemas a nivel humano (Sanz, 2011) tales como cambios en la flora bacteriana intestinal y disbiosis que pueden ser graves especialmente en personas que son sensibles (Tannock, 1988), alergias en individuos susceptibles (Steele y Beran, 1984), desarrollo de cepas resistentes (Holmberg *et al.* 1984; Levy, 1987) y destrucción de microorganismos benéficos tales como los cultivos iniciadores (Wilson, 1994) (Figuras 1 y 2).



Esta problemática debe ser controlada de manera simple, el uso de antibióticos debe ser restringido y hacerse siempre bajo control veterinario y solo ser aplicable cuando realmente se requiera (Sanz, 2011), los empaques o envases deben contener siempre los tiempos de retiro y las dosificaciones que se deben utilizar, tener en cuenta las buenas prácticas productivas las cuales involucran la adecuada condición higiénica de los sistemas productivos disminuyendo así el uso de antibióticos (Figura 2)



En Colombia no existe un sistema de control que evalúe los residuos de medicamentos veterinarios empleados en la producción pecuaria, de igual manera no se cuenta con una normatividad que esté relacionada con el uso de antibióticos en los alimentos de consumo humano. Sin embargo, la presión ejercida por los consumidores tanto internos como externos ha hecho que algunas entidades del sector salud y del sector agropecuario orienten sus trabajos hacia el control de residuos en alimentos y la inocuidad. Bajo este marco el Ministerio de Protección Social considera la problemática de manera tangencial, específicamente al uso de sustancias potencialmente nocivas para los consumidores, caso particular la leche, aceptando las reglamentaciones y recomendaciones establecidas por la FAO y la OMS. El Instituto Nacional de Vigilancia de Alimentos y Medicamentos (INVIMA), es la encargada de los temas de residuos e inocuidad de alimentos de origen animal. En Colombia son pocas las investigaciones sobre temas de residuos en los animales, y se pueden identificar unos trabajos de manera general, como la residualidad de ciertas sustancias como los pesticidas, aunque la desventaja es que estos trabajos no hacen parte de las actividades cotidianas de vigilancia de la entidad (Márquez, 2008).

La universidad de Caldas hizo un estudio en 20 fincas donde se encontraron que en la leche cruda, hervida y pasteurizada se presentaban residuos de Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT), BHC, dieldrin, aldrin y heptacloro epóxico, los cuales fueron asociados al inapropiado uso de estas sustancias en los cultivos de papa. La Universidad Nacional reporto niveles de lindano y dieldrín en la leche fuera de los límites establecidos por la FAO/OMS en muestras de leche pasteurizada y en polvo provenientes de la Sabana de Bogotá, El Guamo y El Espinal (Tolima), estas pueden estar asociadas por la aplicación excesiva de órgano-clorados en los cultivos. Otro estudio realizado en la Sabana de Bogotá demostró altos niveles de endosulfan y tetradifon en leche (160 y 410 ppb), esto se puede deber al uso de los desechos de los cultivos de flores en pasturas de alimento para vacas (Márquez, 2008).

Un estudio muy importante realizado en el departamento de Caldas muestra que en las 46 fincas más importantes del sector se encontraban residuos en carne y leche. La producción de leche en estas fincas no es apta para el consumo humano debido a que presenta residuos de productos químicos tóxicos por el elevado uso de antibióticos, antiflogísticos y fertilizantes, y por el inadecuado almacenamiento de fármacos, concentrados y otros insumos de alto valor contaminante (Márquez, 2008). En un estudio reciente realizado por Fierro *et al.*, 2011 se demuestra la resistencia de la *Salmonella* enterica en granjas porcícolas a ciertos antibióticos tales como la lincomicina y las tetraciclinas, en otro estudio realizado por Sisak *et al.*, (2006) se obtuvieron los mismos resultados en cerdos demostrando que la cepa de *Salmonella typhimurium* presenta resistencias a las tetraciclinas en un porcentaje muy elevado (84,7%). Estas resistencias se pueden presentar ya que estos antibióticos son muy utilizados en las explotaciones porcícolas.

Estos resultados ponen en evidencia la situación dramática a la que se puede estar enfrentando Colombia, esta situación crea la necesidad de establecer estrategias relacionadas con la inocuidad de los alimentos y con el uso de

medicamentos en la producción pecuaria como lo recomienda la FAO y la OMS. En Colombia existe la necesidad de desarrollar estudios de análisis de riesgo de aditivos y contaminantes químicos en los alimentos, que sirvan de soporte para desarrollar programas de vigilancia y control que contemplen el uso sostenible y los LMR de medicamentos en los alimentos de consumo nacional y para la exportación. Colombia cuenta con algunos laboratorios que pueden iniciar estos procesos, sobresaliendo el Instituto Colombia Agropecuario (ICA) el cual se ha esforzado en desarrollar técnicas que determinen la residualidad en los alimentos de origen animal (Márquez, 2008).

## CONCLUSIONES

El inadecuado uso de los antibióticos en la producción pecuaria es una problemática a nivel mundial, que está trayendo una serie de problemas que afectan directamente la salud humana, y a este problema se le debe dar una solución pronta y bien estructurada que mitigue los problemas ya mencionados.

En Colombia no se dispone de una política que maneje temas de inocuidad de alimentos, ni existe una normatividad para el uso de medicamentos veterinarios, aunque ya se están tratando estos temas de manera indirecta.

Es de vital importancia contar con legislaciones sobre el uso de medicamentos veterinarios, además de contar con las recomendaciones que da la FAO y la OMS en temas de inocuidad de alimentos como lo presenta el *Codex alimentarius* con el fin de garantizar un beneficio a la salud de las personas y mejorar el comercio de los alimentos.

Se debe crear una normatividad oficial que estimule las buenas practicas agrícolas y las buenas practicas veterinarias con el fin de contrarrestar el uso irracional de los antibióticos, también se debe controlar la venta de medicamentos sin prescripción medica y crear talleres que se enfoquen en los sectores productivos y

que los capaciten en temas relacionados a los tiempos de retiro y concentraciones óptimas en el uso de antibióticos como promotores de crecimiento.

Es de vital importancia fortalecer y acreditar los laboratorios, universidades y las entidades nacionales para que realicen investigaciones sobre la residualidad de los antimicrobianos en los alimentos, con el fin de impulsar políticas de inocuidad y establecer los Límites Máximos de Residuos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Cancho B, García F, Gándara S. 2000. El uso de los antibióticos en la alimentación animal: perspectiva actual. Departamento de Química Analítica y Alimentaria. Facultad de Ciencias. Campus de Ourense. Universidad de Vigo. España, 2000.
2. Consejo 2385/1999. Reglamento por el que se modifica los anexos del Reglamento del Consejo 2377/90, relativo al establecimiento de un procedimiento comunitario para la fijación de los límites máximos de residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos de origen animal.
3. Courtheyn D, Le Bizec B, Branbilla G, De Brabander F, Cobbaert, E, Van de Wiele M, Vercammen J, De Wasch, K. Recent development in the use and abuse of growth promoters. *Anal. Chin. Acta*, 2002: 473: 71-82
4. Directiva 96/23/CE. del consejo de 29 de abril relativa las medidas de control aplicables respecto de determinadas sustancias y sus residuos en los animales vivos y sus productos y por la que se derogan las Directivas 85/358/CEE y 86/469/CEE y las Decisiones 89/187/CEE y 91/664/CEE. 1996.
5. FAO/WHO Methodology for exposure assessment of contaminants and toxins in food. Report of a Joint Workshop 2000.
6. FAO/OMS Conferencia Regional sobre Inocuidad de los Alimentos para las Américas y el Caribe San José, Costa Rica. La necesidad de fortalecer los programas nacionales de monitoreo del uso de los antimicrobianos en medicina veterinaria en la región. 6-9 de Diciembre de 2005.
7. FAO-OMS. Comisión del Codex Alimentarius. Código para el Control y Utilización de los Medicamentos Veterinarios.
8. FAO/WHO. Report, Food consumption and exposure assessment of chemicals. Consultation. 1997.
9. Fierro M A, Osorio C A, Fandiño L.C, Rondon IS. Resistencia antibiótica en *Salmonella enterica* serovar Typhimurium aisladas de granjas porcícolas en el departamento de Tolima. 2011.
10. GEMS/Food Manager. WHO. Data requirements for exposure assessment. G. Moy. 2003.
11. GEMS/Food Total Diet Studies. Report of the 2nd International Workshop on TDS, Australia. 2002.

12. GEMS/Food Manager. Exposure assessment of chemical hazards. G. Moy. WHO. 2003.
13. Gratacos C M. Desarrollo de métodos rápidos para el análisis de residuos en producción animal. Departamento de química. Universidad de Girona. 2007
14. Hapke, H J, Grahwit, G. Residue of veterinary drugs, feed additives and environmental chemicals. En D. Stranch (ed.) Animal production and environmental health. Elsevier Science. Publishers. Amsterdam. 1987
15. Holmberg, S D, Omsterholm M T, Stenger K A, Cohen, M. L. Animal to man transmission of antimicrobial resistant salmonella: Investigation of U.S. Science, 1984: 225- 833.
16. IFAH. 2006. Disponible <http://www.ifahsec.org>
17. Información Veterinaria. La amenaza de los microbios. Noviembre 1998: 17-18.
18. Información Veterinaria. Uso de Antibióticos en la producción ganadera. Junio 1998: 24.
19. Información Veterinaria. La nueva situación de los aditivos antimicrobianos: un reto para la ganadería, Abril 1999: 17-21.
20. Información Veterinaria. Problemática del uso de antibióticos, Octubre 1999, pp 10.
21. Jelinek Ch. Assessment of dietary intake of chemical contaminants. UNEP/FAO/WHO, 1992.
22. Levy, S. B. Antibiotic use for growth promotion in animals; ecologic and public health consequences. Food Protect. 1987:50: 616.
23. Loliger H. Problematik der bewertung von warkstoff-und Arzneimittelrukstanden in huhneireiem. Problema de la evaluación de residuos de medicamentos y drogas en huevos de gallina. Arch. Lebensmittelhyg. 1978: 29, 201.
24. Márquez D. Residuos químicos en alimentos de origen animal: problemas y desafíos para la inocuidad alimentaria en Colombia. Revista Corpoica, Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 2008.
25. Martin G.J. Aminobenzoic acid and sulfonamides in rat nutrition. Proc. Soc. Exp. Med., 1942: (51) 56-59.
26. Martín R, Hernández P, Sanz B. Revisión: Residuos de tratamientos veterinarios y salud pública. Rev. Esp. Cienc. Tecnología de Alimentos. 1992.
27. Organización Mundial de la Salud (OMS). Estrategia Mundial de la OMS para Contener la Resistencia a los Antimicrobianos. WHO/CDS/CSR/2001:2.
28. Organización Mundial de la Salud (OMS). Los principios Mundiales de la OMS para Contener la Resistencia a los Antimicrobianos en los Animales Destinados al Consumo Humano. WHO/CDS/CSR/2001:2.
29. Moore PR., Evenson A., Luckey T.D., McCoy E., Elvehjem C.A., Hart E.B. Use of sulfasuxidine, streptothricin and streptomycin in nutritional studies with the chick. J. Biol. Chem. 1946: (165) 437-441
30. Organización Panamericana de la Salud (OPS). Enfermedades infecciosas emergentes y reemergentes y resistencia a los antimicrobianos. CD 41 / 16, 7 Julio 1999.
31. Organización Panamericana de la Salud (OPS). Farmacorresistencia a los antimicrobianos, panorama regional, datos por microorganismo y país.

- Enfermedades emergentes y reemergentes. Programa de enfermedades transmisibles (HCT). División de prevención y control de enfermedades (HCP).
32. Page, S.W. Cloranfenicol. Hazards of use and current regulatory environment. *Aust. Vet. J.*, 1981:68: 1.
  33. Sanz B. Riesgos sanitarios de los contaminantes y residuos químicos, medicamentosos y ambientales en los alimentos. Universidad de Zaragoza, España. 2011.
  34. Sisak F, Havlickova H, Hradecka H, Rychlik I, Kolackova I, Karpiskova R. Antibiotic resistance of *Salmonella* spp. Isolates from pigs in the Czech Republic. *Veterinarni Medicine*.
  35. Stokstad E.L.R., Jukes T.H. 1950. Growth promoting effect of aureomycin on turkey poults. *Sci.* 2006: (29) 611-612.
  36. Vallejo M.C. Residualidad de los plaguicidas en los alimentos. Toxicología y seguridad de los alimentos. Primera Edición. Fondo Nacional Universitario. Bogotá, Colombia. 1993:139-151.
  37. Van Schothorst M.; Nouws J. Public health aspects of antibiotic usage in animal husbandry. En: Strauch, D. (ed.), *Animal production and environmental health*. Elsevier Science Publishers. Amsterdam. 1987.
  38. World Health Organization WHO. Guidelines for establishing or strengthening national food contamination monitoring programme. 1979.
  39. World Health Organization WHO. Guidelines for the study of dietary intakes of chemical contaminants. Offset Publication No. 87 (1985). Rev 1995.
  40. World Health Organization (WHO). Antimicrobial Resistance. Fact Sheet No. 194. Revised January 2002.

## Sales minerales en la ganadería de leche bovina

### Mineral salts in dairy farming cattle

Pérez M A, Peña FA, y Benítez MJ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Estudiantes de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Escuela de Ciencias Animales curso de profundización “Alternativas de alimentación en el Trópico” Universidad de los Llanos

[mapp40@gmail.com](mailto:mapp40@gmail.com)

Recibido 10 de mayo 2011 aceptado 20 de septiembre 2011

### RESUMEN

Los bovinos obtienen los minerales necesarios para su metabolismo del medio ambiente en el que se desarrollan. Las deficiencias y desbalances de minerales en la dieta son reconocidas como una de las limitantes en la producción animal. Los minerales cumplen un importante papel en la nutrición, teniendo en cuenta que aunque no proporcionan energía son esenciales para la utilización y síntesis biológica de nutrientes esenciales. En los sistemas intensivos que utilizan vacas de alta producción, la administración de sales minerales permite incrementar el consumo y por ende la productividad de los animales. Los minerales son diariamente utilizados por los animales en el desarrollo de sus funciones fisiológicas normales, y en determinadas ocasiones la falta de estos en la dieta normal del animal es la causa primaria de problemas reproductivos. La implementación de las dietas minerales depende de las deficiencias que presente el suelo y los pastos en los que se alimentan los animales. Sin embargo, la administración de sales mineralizadas de tipo comercial tiene que ser realizada bajo análisis técnicos los cuales arrojen como resultado la fórmula ideal para cada terreno. El presente artículo muestra algunas de las características a tener en cuenta en la alimentación de ganado de lechería en Colombia, partiendo de variables como el desarrollo fisiológico del animal, los requerimientos minerales de acuerdo a su estado de producción y las condiciones de los suelos en los que el animal pastorea.

**Palabras clave:** Requerimientos minerales, producción de leche.

### ABSTRACT

Cattle get the minerals needed for metabolism of the environment in which they thrive. The deficiencies and imbalances of minerals in the diet are recognized

as one of the limiting factors in animal production. Minerals play an important role in nutrition, taking into account that although not essential to provide energy use and biological synthesis of essential nutrients. In intensive systems using high-producing cows, the administration of mineral salts can increase consumption and hence the productivity of animals. Minerals are daily used by animals in the development of its normal physiological functions, and in some cases the lack of these in the animal normal diet is the primary cause of reproductive problems. The implementation of mineral diets depends on the efficiencies that this soil and pastures where animals are fed. However, the management of commercial mineral salts must be carried out under technical analysis which shed as a result the ideal formula for each field. This paper presents some of the features to consider in feeding dairy cattle in Colombia, based on variables such as the physiological development of the animal, mineral requirements according to their production status and soil conditions in the grazing animal.

**Keywords:** Mineral requirements, milk production.

## INTRODUCCIÓN

Los bovinos reciben los minerales que requieren del medio ambiente los pastos, el agua y la tierra adherida a los forrajes que consumen. La mayor cantidad de minerales aprovechados por los bovinos llega entonces por el consumo de pastos y la tierra que esta adherida a ellos, por lo tanto debe considerarse que un buen manejo de la nutrición mineral consiste en aportar la cantidad necesaria según los requerimientos de la vaca, lo que puede ser factible de evaluar mediante su determinación en los diferentes tejidos del animal y saber así, si el aporte es suficiente o no (Ceballos *et al.*, 2004). Diferentes investigaciones demuestran que en vacas lecheras del cruce Holstein x Cebú, son similares a las utilizadas para la producción lechera en Colombia (Otálora *et al.*, 2009), las absorciones parciales de minerales sugieren que el retículo-rumen es el sitio más importante para el aprovechamiento de calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ) y magnesio ( $\text{Mg}^{++}$ ), mientras que en los intestinos delgado y grueso ocurriría lo propio con fósforo y potasio (Sandoval *et al.*, 1998). Este factor demuestra que una absorción apropiada de minerales está directamente relacionada con el correcto funcionamiento del tracto

digestivo del bovino, lo cual es controlable mediante el manejo de la alimentación, estimulando un funcionamiento normal a nivel ruminal.

Las deficiencias y desbalances de minerales en la dieta son reconocidas como una de las limitantes a la producción animal. Uno de los primeros pasos en la evaluación de la nutrición mineral del ganado en pastoreo, es la conducción de muestreos de suelos, forrajes y fluidos y tejidos animales a fin de analizar la concentración de los minerales de importancia nutricional (Balbuena *et al.*, 2003).

Cada mineral se administra teniendo en cuenta la condición física en la que se encuentra el animal. Los requerimientos de calcio y fósforo dependen de la producción y composición de la leche, además del estado de preñez. Las vacas en producción requieren de niveles elevados de calcio en el alimento, mientras que para las secas suministrar un alto nivel de calcio tiene como consecuencia desfavorable una disminución de calcio en el suero sanguíneo (hipocalcemia), en el parto o cerca de él. La hipocalcemia está asociada con un aumento en la incidencia de mastitis, cetosis, desplazamiento de abomaso, retención de placenta y menor fertilidad (Gómez, 2008). Todo animal requiere de un constante equilibrio entre la cantidad de mineral que es consumido y aprovechado para el desarrollo de sus funciones metabólicas.

En el presente documento se recopila información de investigaciones estructuradas sobre la nutrición mineral del ganado de lechería en Colombia, partiendo de variables como el desarrollo fisiológico del animal, los requerimientos minerales de acuerdo a su estado de producción y las condiciones de los suelos en los que el animal pastorea.

## **SITUACIÓN DE LA NUTRICIÓN EN BOVINOS DE LECHERÍA Y DE LAS SALES MINERALIZADAS EN COLOMBIA**

El suelo es un cuerpo natural conformado por una conexión de elementos y procesos, resultado de su localización y del contacto de la atmósfera con la superficie de la corteza; en ella se encuentran los silicatos, grupo amplio de minerales, producidos por las reacciones del silicio, el oxígeno y el aluminio, en cantidades que fluctúan alrededor del 80% (Malagón, 2003). La calidad de los

suelos depende de diferentes factores, el Instituto de la Calidad del Suelo (Soil Quality Institute, SQI) del Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS) del USDA (SQI, 1999), define la calidad del suelo como “la capacidad que tiene de llevar a cabo una serie de funciones básicas como mantener la productividad biológica, regular los flujos de agua y de solutos, amortiguar la contaminación y almacenar y circular nutrientes”. Estos factores determinan el aporte que el suelo llega a hacer en el metabolismo del animal y de los indicadores de producción, partiendo de la calidad de los nutrientes consumidos convirtiéndose en una relación directa.

En Colombia se utiliza, oficialmente, el Sistema de Clasificación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica (Soil Survey Staff (SSS), 1999). Este sistema es multicategorico y agrupa los suelos, 12 clases que se llama “Orden” (Tabla 1), se describe el porcentaje de distribución de los diferentes órdenes según la región natural en la que se encuentran en Colombia. Las 12 clases de suelos definidas al nivel de orden, se identifican con los siguientes nombres: *alfisol*, *andisol*, *aridisol*, *entisol*, *espodosol*, *gelisol*, *histosol*, *inceptisol*, *mollisol*, *oxisol*, *ultisol* y *vertisol*. (Jaramillo, 2004).

**Tabla 1.** Distribución de los órdenes de suelos de Colombia, por regiones naturales

REGIÓN NATURAL	ÓRDENES DE SUELOS DOMINANTES
Amazonia	Oxisol (36.9%), Inceptisol (20.8%), Ultisol (18.9%), Entisol (16.1%), Espodosol (2.9%)
Andina	Inceptisol (35%), Entisol (33%), Andisol (18%), Alfisol (3%), Ultisol (3%), Mollisol (2%)
Orinoquia	Oxisol (39%), Inceptisol (28%), Entisol (21%), Ultisol (6%)
Llanura Caribe*	Inceptisol (38%), Entisol (31%), Mollisol (6%), Vertisol (6%), Aridisol (5%), Alfisol (4%), Oxisol (1%)
Andén Pacífico	Inceptisol (50%), Entisol (26%), Oxisol (8%), Ultisol (8%), Histosol (4%)
Valles interandinos**	Inceptisol (44.4%), Entisol (40.1%), Alfisol (3.7%), Mollisol (3.7%), Vertisol (1.4%), Andisol (0.8%)
Islas del Caribe	Inceptisol (30%), Entisol (22%), Vertisol (15%), Histosol (13%), Mollisol (12%)

\* Incluye la Guajira. \*\* Comprende el valle alto y medio del río Magdalena y el valle del río Cauca. Con base en información presentada por IGAC (2003).

Para el caso de la Orinoquia Colombiana los elevados niveles de oxisoles ejercen efectos sobre la producción animal teniendo en cuenta las condiciones

a las que están sometidas las pasturas. La vegetación nativa de la región comprende, en su mayor parte, gramíneas de escaso valor nutritivo (Álvarez y Láscano, 1987). Sus suelos, especialmente los oxisoles (Tropeptic Haplustox isohypertermic) (CIAT, 1978), tienen pH de 4.5 y baja disponibilidad de Ca, Mg, K y P, además de una saturación de aluminio mayor de 80% (Sanz y Seige, 1999), (Tabla 2). Estos factores los convierten en susceptibles a la degradación. En el caso de la utilización de estos suelos en las producciones ganaderas es necesaria la suplementación de los elementos minerales ajenos al suelo en la dieta del animal.

**Tabla 2.** Análisis de suelo de pradera con *Brachiaria decumbens*, utilizadas en el experimento de minerales<sup>1</sup>

Pradera	PH	Mat Org (%)	P (ppm)	Miliequivalentes/100 gr de suelo					Ppm			
				Al	Ca	Mg	K	Na	Fe	Mn	Cu	Zn
1	5,2	2	3	2,2	0,4	0,05	0,08	0,01	90	4,1	0,8	0,7
2	5,0	2	2	2,0	0,1	0,04	0,08	0,01	80	5,6	0,6	0,5
3	5,3	2	2	2,7	0,1	0,06	0,12	0,01	100	4,7	0,5	0,5
4	5,2	2	3	2,1	0,3	0,05	0,10	0,1	100	4,5	0,6	0,5

<sup>1</sup>Análisis realizados por el Laboratorio Nacional de Suelos de Tibaitatá. (Laredo *et al.*, 1987).

El 82.88% del territorio colombiano se encuentra ubicado por debajo de los 1000 msnm (clima caliente) y tiene una temperatura media mayor de 27°C (Malagón *et al.*, 1995), Además, se ha estimado que aproximadamente el 80% del territorio presenta una condición climática húmeda, muy húmeda o pluvial (IGAC, 2003). Dichas condiciones climáticas han generado procesos intensos de alteración de los minerales primarios del material parental y de mineralización de la materia orgánica, así como de lavado (lixiviación) intenso de todo aquello que es soluble en agua (Jaramillo, 2004). Un aspecto práctico muy importante, consecuencia del modelo de evolución planteado para los suelos de clima cálido – húmedo, es la reducción del pH.

La máxima disponibilidad de los elementos que la planta consume en mayores cantidades del suelo: N, P, K, Ca, Mg, S, se presenta con valores de pH > 6. En los suelos fuertemente ácidos se da la máxima disponibilidad de los elementos menores: Fe, Mn, Cu, Zn y B, los cuales pueden llegar a cantidades tóxicas con relativa facilidad en suelos con dicha condición de pH, en el caso

de la Orinoquia colombiana se han realizado análisis de suelo de las praderas, las cuales muestran concentraciones bajas en materia orgánica, fósforo y especialmente en los micro elementos cobre y zinc (Tabla 2) este factor se claramente reflejado en los niveles encontrados en los forrajes de la zona (Tabla 3) (Laredo *et al.*, 1987).

Para entender los principales tipos de los suelos en Colombia hay que hacer relación a los elementos biofísicos que conforman las regiones naturales. Por ejemplo, en la Orinoquia altillanura son de alto grado evolutivo, poseen características asociadas con procesos de mayor alteración, lo cual genera menos aporte de elementos requeridos por las plantas y mayor dependencia nutritiva de su fracción orgánica, son suelos de ciclo largo donde predominan los óxidos de hierro y aluminio (IGAC, 2003). En cambio, las regiones de la Cordillera Andina tienen condiciones diferentes, muchas zonas han recibido aportes de cenizas volcánicas y por su ubicación en pendiente, presentan procesos erosivos y movimientos en masa, lo que afecta su estabilidad y desarrollo evolutivo. Por esta razón se consideran suelos más jóvenes y menos alterados (IGAC 2003 y Malagón, 2003).

**Tabla 3.** Concentración promedio mineral en pasto *Brachiaria*, durante el experimento. Base seca.

Época	%						Ppm			
	N	Ca	P	Mg	K	S	Fe	Mn	Cu	Zn
Lluvia	0,8	0,42	0,18	0,26	2,03	0,13	280	343	7	12
Sequía	0,6	0,53	0,18	0,26	3,06	0,13	565	515	7	18
Valor Normal	1,0	0,37	0,27	0,29	0,93	0,14	100	60	10	60

Modificado de Laredo *et al.*, 1987.

## LOS MINERALES EN LA ALIMENTACIÓN DE BOVINOS DE LECHERÍA

En muchos casos en fincas lecheras existen problemas de deficiencia sub-clínica de uno o más minerales, lo cual no es fácil de diagnosticar.

(Foto, MARIA LIGIA ROA VEGA)



Los minerales cumplen un importante papel en la nutrición porque, aunque no proporcionan energía son esenciales para la utilización y síntesis biológica de nutrientes esenciales. En muchos establos lecheros existen problemas de deficiencia de uno o más elementos. Sin embargo, estos se presentan en forma sub-clínica la cual no es fácilmente diagnosticada. Este tipo de deficiencia podría causar pérdidas importantes en producción de leche debido a que los minerales cumplen un rol importante en la síntesis de leche, metabolismo y salud en general (Gómez y Fernández, 2009). Dependiendo la calidad de las pasturas utilizadas en la alimentación y el manejo y suplementación, se puede evitar que el animal sufra algún tipo de trastorno metabólico y se vea alterado su estado de producción. Se considera que un buen manejo de la nutrición mineral es saber cuánto de cada mineral necesita consumir dependiendo del estado fisiológico y cuánto es aportado por la ración, por lo que es importante conocer el contenido y biodisponibilidad de minerales de los diferentes alimentos que actualmente se utilizan en la preparación de las raciones.

Los bovinos son animales forrajeros por naturaleza, esto quiere decir que las pasturas son los alimentos con los que cubren todas sus necesidades clave mantenimiento, crecimiento, preñez y desarrollo corporal (Gómez y Fernández, 2009). En sistemas intensivos que utilizan vacas de alta producción, la suplementación permite incrementar el consumo y por ende la productividad de los animales en general; está demostrado que la suplementación disminuye el consumo de pradera, en especial cuando la disponibilidad de pradera es alta. (Balocchi *et al.*, 2002). La administración de sales mineralizadas en la dieta diaria debe desarrollarse partiendo del resultado de los análisis de suelos que determinen la oferta y deficiencia de cada uno de los elementos en la pastura, buscando evitar posibles casos de intoxicaciones por excesos y disminuyendo los costos en la producción por desperdicio de sales.

Las fuentes de minerales se pueden clasificar en orgánicas e inorgánicas, dentro de las primeras pueden ser de origen animal como las harinas de carne, de hueso y de pescado, por otra parte, entre las fuentes vegetales los forrajes de alta calidad tienden a ser en general buenas fuentes de calcio (Ca) y relativamente bajos en fósforo (P) en especial las leguminosas, no así algunos granos y subproductos (Vieyra, 2004). Por último, fuentes de minerales

inorgánicas propiamente dichas como los fosfatos en el caso del P, siendo los más utilizados ortofosfatos de calcio. De acuerdo a la cantidad de átomos de Ca en la molécula, se los clasifica en mono, di o tricálcico. La utilización de fosfatos alimenticios en las raciones permite gran flexibilidad para balancear la relación Ca: P; una disponibilidad superior de P; utilizar productos libres de posible contaminación microbiana y de malos olores, además contar con un aporte de P predecible y constante (Vieyra, 2004). La Tabla 4, muestra algunos de las principales fuentes de minerales de diferentes orígenes.

**Tabla 4.** Concentración de calcio y fósforo de distintas fuentes y su disponibilidad relativa

BDR (%)	Fuente de P	Ca %	P %	Ca : P
ALTA (120)	F. Monocálcico/ Monodicálcico	15-18	21-22	0.7 - 0.8
MEDIA ALTA (100)	F. Dicálcico	22	18	1.3
MEDIA BAJA (<90)	Harina de huesos	32	16	2.0
	Harina de Pescado	6	3.5	2.0
FORRAJES	Alfalfa, Heno	1.25	0.23	5.8
	Alfalfa, Pasto.	1.9	0.27	6 - 7
	Algodón, Semilla	0.21	0.64	0.33
	Gramíneas, Heno	0.38	0.12	3.2
	Maíz, Grano	0.03	0.24	0.12
	Maíz, Silaje	0.20	0.19	1.0
	Solla, Harina	0.3	0.68	0.44
	Sorgo, Grano	0.04	0.34	0.12
	Trigo	0.13	0.9	0.13

*BDR: Biodisponibilidad Relativa. Modificado de Vieyra. (2004).*

La deficiencia o el exceso de elementos puede estar limitando en forma solapada la producción en algunos establecimientos ganaderos, a tal punto se hace difícil que este problema sea reconocido por el productor como causa principal de la baja producción, sin embargo, en algunos casos es así. En los sistemas extensivos con reducido o nulo asesoramiento técnico existen otros factores productivos negativos que ocultan los efectos de las deficiencias o excesos de minerales (Bavera, 2000).

En las vacas lactantes, los macro minerales de principal importancia son cloruro de sodio (NaCl), calcio (Ca), fósforo (P), y a veces magnesio (Mg) y azufre (S) (Wattiaux y Howard, 1996). La fiebre de leche en los primeros días de la lactancia se debe a un desequilibrio en el metabolismo del calcio. El

fósforo es esencial para mantener una buena fertilidad en el hato, casi todos los alimentos, con excepción de urea y grasa, contienen al mínimo cantidades limitadas de minerales. Debido a que las leguminosas contienen más calcio que las gramíneas, las raciones basadas en leguminosas requieren menos suplementación con calcio, la melaza es rica en calcio y los subproductos de origen animal son buenas fuentes de calcio y fósforo. El cloruro de sodio es el único mineral que se puede ofrecer *ad-libitum* o en bloques) (Wattiaux y Howard, 1996).

Comparando las fuentes de calcio y fósforo analizadas, se observa que el mayor aporte de fósforo lo suministra el biofos, luego otros fosfatos como el tricalfos y por último las harinas de hueso calcinada y vaporizada. Por lo tanto, el valor nutricional de biofos es superior debido al contenido más elevado de fósforo, a su aporte de calcio, a la mayor disponibilidad biológica, y a su estabilidad en cuanto a cambios en color, olor, sabor y textura. Se agrega a lo anterior que el fósforo es más limitante que el calcio en cuanto a disponibilidad comercial (Cardona *et al.*, 2002) (Tabla 5).

**Tabla 5.** Composición nutricional promedio de fuentes minerales

Fuente de minerales	Humedad (%)	Proteína cruda (%)	Cenizas (%)	Ca (%)	P (%)
Biofos	2	-	-	16,6	20,7
Calcio, Carbonato	0,21	-	-	38,8	-
Fosfatos	2,7	-	-	20,6	20
Hueso, Calcinado	0,6	-	-	35,7	15,6
Hueso, Harina	-	25,4	63	23	10,6
Tricalfos	-	-	-	32	18

Modificado de Cardona *et al.*, (2002).

La suplementación mineral de la dieta de la vaca lechera es usualmente entre 0 y 150 g/vaca/día (Wattiaux, 1996), en la Tabla 6 se identifican los requerimientos de Ca y P, en bovinos de lechería. Una mezcla de minerales que contiene calcio, fósforo o ambos (por ejemplo, fosfato dicálcico) puede ser requerida según los ingredientes de la ración. Los forrajes verdes usualmente contienen bajos niveles de fósforo en relación a las necesidades de la vaca. El ensilaje de maíz contiene poco calcio y fósforo, además requiere suplementación con ambos minerales. Los microminerales son requeridos en

cantidades muy pequeñas y usualmente son incluidos como un premezclado en el concentrado (Wattiaux, 1996).

**Tabla 6.** Requerimientos diarios de calcio (Ca) y fósforo (P) para bovinos de leche

Peso vivo (kg)	Ganancia (g/día)	Producción de leche * (L/día)	Requerimientos (g/día)	
			Ca	P
40	0.3	--	6.8	4.1
70	0.7	--	15.4	7.7
140	0.7	--	19.4	11.4
320	0.7	--	24.9	18.6
410	0.7	--	28.6	20.9
640 (seca)	--	--	25.9	18.2
640 (seca**)	--	--	41.8	25.4
640	--	16	73.5	46.7
640	--	25	102.5	65.0
640	--	33	121.1	75.3

\* leche al 3.5% de grasa butirosa. Se calcula 0.4 - 0.43% del consumo de MS.

\*\* Último mes de seca antes del parto.

Modificado de Vieyra, (2004).

La desnutrición es el factor que más incide en la producción ganadera, especialmente en los países tropicales, las deficiencias y desequilibrios de minerales en el suelo y el forraje han sido considerados causantes de los problemas de baja producción y reproducción en el ganado de leche y/o carne. Investigaciones realizadas en regiones tropicales han señalado que la suplementación mineral puede resultar en aumentos de 20 a 100% en las tasas de natalidad, además de una reducción significativa de la mortalidad (Laredo *et al.*, 1987).

## LOS MINERALES EN LA REPRODUCCIÓN, SITUACIÓN EN LA GANADERÍA DE LECHERÍA



Para el normal crecimiento y futura producción de leche, las terneras deben recibir los minerales requeridos.

(Foto, MARÍA LIGIA ROA VEGA)

Los minerales desarrollan un papel importante en la reproducción bovina, en algunas regiones de Colombia las deficiencias de minerales en sus suelos. Para los bovinos, se han identificado aproximadamente 15 minerales esenciales y deben ser suministrados constantemente en forma adecuada para evitar deficiencias o excesos que puedan ocasionar problemas (Forero, 2004), dentro de éstos existen: Siete macro-minerales: Calcio (Ca), Fósforo (F), Potasio(K), Sodio (Na), Cloro (Cl), Magnesio (Mg), y Azufre (S), y ocho microminerales: Cobalto(Co), Cobre (Cu), Yodo (I), Hierro(Fe), Manganeso(Mn), Molibdeno (Mo), Selenio (Se) y Zinc(Zn) (Fader *et al.*, 1995). Las deficiencias de macro-minerales son raras debido a que la mayoría de los pastos reciben un aporte importante de ellos cuando se realizan fertilizaciones correctivas, situación que difícilmente se aplica a los microminerales pues su disponibilidad varía ampliamente y depende de condiciones muy específicas de pH, salinidad, aireación, presencia de otros minerales y otros factores (Forero, 2004) (Tabla 7).

**Tabla 7.** Algunos minerales y sus principales acciones sobre el comportamiento reproductivo en bovinos

Acción sobre la reproducción en bovinos	Mineral responsable				
	Mn	Zn	I	Se	P
Disminuye la presentación de ovarios estáticos	X	X			X
Reduce el tiempo de inicio de la pubertad	X	X	X		X
Favorece el proceso de ovulación	X	X		X	
Disminuye la presentación de anormalidades fetales	X	X			
Favorece el incremento en tasas de concepción	X			X	X
Reduce la probabilidad de ovarios quísticos	X				X
Favorece la presentación de ciclos estrales regulares	X				
Puede reducir la presentación de anestros	X		X		
Reduce la probabilidad de aborto	X		X	X	
Reduce la probabilidad de membranas fetales			X	X	
Ayuda en el crecimiento y desarrollo	X		X		X
Favorece la resolución de casos de metritis			X	X	

Modificado de Forero, (2004).

Las actividades fisiológicas asociadas a la reproducción como presencia de ciclos estrales, gestación, lactación y crecimiento son exigentes desde el punto de vista mineral y requieren un suministro constante y adecuado de los

mismos. Así, estos procesos establecen la necesidad de cuantificar los minerales requeridos ya que condiciones de subnutrición afectan considerablemente los procesos reproductivos del animal (Garmendia, 2010). Por ello los requerimientos de algunos minerales esenciales en el proceso reproductivo como calcio, fósforo, magnesio, cobre y zinc aportados por el suelo, las pasturas y la suplementación mineral durante el parto y durante la lactación deben ser constantes y en cantidades necesarias (Tabla 8) (Garmendia, 2010; Brem *et al.*, 2003).

**Tabla 8.** Concentración de minerales séricos relacionados a la etapa del ciclo estral

PARÁMETRO	Metaestro	Diestro	Proestro-estro	Anestro
Cobre (ug/dl)	156,5 ± 26,3	180,3 ± 35,5	154,3 ± 33,1	167,2 ± 46,3
Calcio (mg/dl)	10,40 ± 1,67	10,73 ± 1,51	11,52 ± 1,37	11,60 ± 0,53
Fósforo Inorg.(mg/dl)	5,78 ± 1,13	5,74 ± 0,74	6,23 ± 0,84	6,62 ± 0,62
Magnesio (mg/dl)	2,38 ± 0,15	2,35 ± 0,22	2,41 ± 0,24	2,33 ± 0,10
Hierro (ug/dl)	143,0 ± 33,4	148,3 ± 34,6	149,5 ± 35,3	146,7 ± 52,3

Modificado de Brem, *et al.*, (2003).

## PRINCIPALES ENFERMEDADES METABÓLICAS RELACIONADAS CON LOS MINERALES



La Fiebre de leche se presenta poco después del parto se caracteriza por reducción en el nivel sérico de calcio, ocasionando hipofosfatemia y parálisis muscular (Foto, MARIA LIGIA ROA VEGA)

Entre las enfermedades metabólicas asociadas con desequilibrios minerales se debe tener en cuenta la hipocalcemia, mejor conocida como paresia puerperal y denominada entre los productores como fiebre de leche, este problema se presenta poco después del parto y es caracterizado por una baja en el nivel sérico de calcio en el animal, hipofosfatemia y parálisis muscular, en algunos de los casos más graves, la muerte del animal (Hove, 1986). Ocurre cuando falla la homeostasis del calcio, y su nivel sanguíneo que normalmente se encuentra se entre 9 y 10 mg/dl disminuye sus concentraciones por debajo de 5 mg/dl debido al drenaje de calcio exigido por la lactancia, afectando la función

de músculos y nervios a tal punto que la vaca es incapaz de levantarse (Andresen, 2001).

En Colombia existen áreas deficientes en fósforo, su ingestión insuficiente se relaciona con problemas de baja fertilidad debido a una aparente disfunción ovárica determinando la disminución, inhibición o irregularidad en la presentación del celo (León *et al.*, 2008), observándose en vacas de lechería, que la disminución en el consumo de este mineral provoca una baja en la producción de leche.

De otra parte, la concentración foliar de magnesio en los pastos de zonas lecheras en Colombia se encuentra en bajos niveles (Ceballos *et al.*, 2004). Un aporte insuficiente unido a las pérdidas por producción de leche, la interacción antagónica con otros minerales y por la presencia de factores que interfieren su absorción, puede causar deficiencias de magnesio especialmente en el inicio de la lactancia (Sandoval *et al.*, 1998).

### **ANÁLISIS, DISCUSIÓN Y PROBLEMÁTICA DE LA NUTRICIÓN MINERAL EN VACAS LECHERAS**

La utilización de minerales en la alimentación animal, contribuye a la disminución de la presentación de patologías que pueden estar relacionadas con el metabolismo general del animal o específicamente en sistemas como el reproductivo. La implementación de las dietas minerales depende de las eficiencias que presente el suelo y los pastos en los que se alimentan los animales.

Esta característica hace indispensable que cada producción realice los análisis necesarios y de esta manera se determinen las deficiencias o excesos de minerales a los que está expuesto el animal. La administración de sales mineralizadas de tipo comercial tiene que ser realizada bajo análisis técnicos los cuales arrojen como resultado la fórmula ideal para cada terreno, contribuyendo a la disminución de gastos en la producción suministrando a los animales exactamente lo que ellos requieren.

La solución de los problemas señalados promueve la adopción de arreglos tecnológicos, los cuales incluyen la búsqueda de alternativas en el manejo de

las pasturas tendientes a optimizar la cantidad y calidad nutritiva del forraje, así como el uso de suplementos que potencien la eficiencia del uso de forraje o corrijan condiciones deficitarias para reducir la caída de la productividad durante las estaciones del año de acuerdo a la zona y las etapas fisiológicas críticas de los animales (Depablos *et al.*, 2009). Las sales mineralizadas y los bloques multinutricionales son una opción válida para el control de estos problemas, sin embargo es importante tener en cuenta que requieren de un manejo apropiado en el hato, el cual implica la construcción de saladeros que contribuyan a disminuir el deterioro de la sal y reducir los costos por desperdicio.

### CONCLUSIONES

La forma más práctica de garantizar un comportamiento reproductivo adecuado de las hembras, es garantizarles una alimentación adecuada en el periodo correspondiente al parto y postparto, de esta manera impedir cambios de peso y condición corporal además de la presentación de enfermedades metabólicas (Garmendia, 2010).

En forma general, los suelos colombianos se han clasificado taxonómicamente como oxisoles y ultisoles (75% del área total), categorías que reúnen aquellos suelos de baja fertilidad actual y potencial, con niveles deficientes de macro y micro minerales (N, P, Ca, K, Mg, Mn y Zn) y con gran concentración de aluminio (Forero, 2004). Estas características favorecen la creación de un ambiente denominado de acidez que se potencializa por la presencia excesiva de aluminio y baja proporción de otros minerales.

La acidez es la característica que determina la “biodisponibilidad de los minerales en el suelo y por tanto la que regula el valor nutricional de los pastos (Malagón, 2003). En nuestro medio, el pH de los suelos varía desde una categoría “fuertemente ácida” (5.6 a 6.0) hasta “extremadamente ácido” (< 4.5), lo que desde el punto de vista práctico se traduce en: fertilidad moderada a muy baja, materia orgánica reducida, pobre respuesta a fertilizantes o alcalinizantes y bajo potencial productivo (IGAC, 2003).

Cuando se trata de macrominerales (Ca, P, Mg), las deficiencias son fácilmente compensadas con la fertilización de los potreros y la suplementación con sales mineralizadas para consumo *ad libitum*. Sin embargo, tratándose de microminerales, los desbalances no son fácilmente detectables, pero sus implicaciones tanto productivas como reproductivas pueden considerarse económicamente importantes. Las demandas de microminerales en los animales varían constantemente y aumentan en forma significativa en estados de exigencias productivas y metabólicas como la preñez, la lactancia, época reproductiva, madurez sexual, crecimiento y desarrollo (Forero, 2004).

Las sales suministradas a los animales deben estar preparadas de acuerdo con las condiciones de cada terreno teniendo en cuenta los análisis bromatológicos, foliares, de suelos y de aguas, los cuales ofrecerán la información pertinente para la preparación de la sal y las proporciones de los minerales contenidas en ella. El suministro de las sales requiere de saleros cubiertos con acceso a la totalidad de los animales, que permitan mejorar la calidad de la sal suministrada al animal y disminuyan el desperdicio, reduciendo costos de producción.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez A, Lascano CE. Valor nutritivo de la sabana bien drenada de los Llanos Orientales de Colombia. *Pasturas Tropicales (CIAT)*. 1987: 9 (3): 9-17.
2. Andresen HS. Vacas secas y en transición, *Rev Inv Vet Perú*. 2001: 12 (2): 36-48
3. Balbuena O, Luciani CA, McDowell LR, Conrad JH, Martin FG. Estudios de la Nutrición Mineral de los Bovinos para carne del este de las provincias de Chaco y Formosa (Argentina). Fósforo y Calcio. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 2003.
4. Balocchi LO, Pulido FR, Fernández JV. Comportamiento de vacas lecheras en pastoreo con y sin suplementación con concentrado. *Agricultura Técnica (Chile)*. 2002: 61 (1): 87-98.
5. Brem JJ, Mestre J, Trulls HE, Pochon DO. Concentración sérica de minerales con relación al ciclo estral en bovinos Brangus. *Rev Vet* 2003: 14: 1.
6. Bavera GA. 2000. Suplementación mineral del bovino a pastoreo y referencias en engorde a corral, Capítulo 5. Ed. del autor, Río Cuarto. 103-108. Sitio Argentino de Producción Animal. [Consultado 04-06-10]. Disponible: [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
7. Cardona M.G, Sorza JD, Posada SL, Carmona JC. Establecimiento de una base de datos para la elaboración de tablas de contenido nutricional de alimentos para animales. *Rev Col Cienc Pec*. 2002: 15: 2.
8. Ceballos A, Villa NA, Betancourth TE, Roncancio DV. Determinación de la concentración de calcio, fósforo y magnesio en el periparto de vacas lecheras en Manizales, Colombia. *Rev Col Cienc Pec*. 2004: 17:2.
9. Depablos L, Ordóñez J, Godoy S, Chicco, CF. Suplementación mineral proteica de novillas a pastoreo en los Llanos Centrales de Venezuela. *Zootecnia Trop*. 2009: 27(3): 249-262.
10. Fader OW, Marro O. Efecto de los minerales en la nutrición y salud animal en la región central de la provincia de Córdoba. INTA RAFAELA. Argentina, 1995.

11. Forero LE. Fallas reproductivas asociadas a deficiencias de microminerales: caso colombiano. Universidad Nacional de Colombia. Dirección Científica Laboratorios Provet S.A. 2004 [Consultado 04-06-10]. [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
12. Garmendia J. Los Minerales en la reproducción bovina. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela, Maracay. 2010. [Consultado 04-06-10]. [Consultado 04-06-10]. <http://avpa.ula.ve/docuPDFs/xcongreso/minerales.pdf>
13. Gómez RG. Enciclopedia Bovina Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Ciudad Universitaria. México, DF. 2008.
14. Gómez C y Fernández M. Minerales para mejorar producción de leche y fertilidad en vacas lecheras. Departamento de Nutrición, Universidad Nacional Agraria La Molina, 2009. [Consultado 19-05-10]. Disponible en: <http://www.infolactea.wordpress.com/2009/05/19/minerales-para-mejorar-produccion-de-leche-y-fertilidad-en-vacas-lecheras-4/>>
15. Hove K, Cyclic changes in plasma and the calcium homeostatic endocrine system of the post parturient dairy cow. J. Dairy Sci; 1986; 69: 2072-2081.
16. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (IGAC). Mapa suelos de Colombia. Escala 1:500.000. Memoria explicativa. [En CD-ROM]. IGAC. Bogotá. 2003. [Consultado 04-06-10]. Disponible: [www.igac.gov.co](http://www.igac.gov.co).
17. Jaramillo, DA. El recurso suelo el recurso suelo y la competitividad del sector agrario colombiano. Universidad nacional de Colombia Medellín, 2004.
18. León JM, Mojica JE, Castro E, Cárdenas EA, Pabón ML, Carulla JE. Balance de nitrógeno y fósforo de vacas lecheras en pastoreo con diferentes ofertas de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) suplementadas con ensilaje de avena (*Avena sativa*). Rev Colomb Cienc Pec; 2008; 21: 559-570.
19. Laredo MA, González CF, Huertas HB, McDowell LR. Los minerales y la producción de ganado de carne en pie de monte llanero. Zootecnia Tropical, 5 (1 y 2): 11-26. Sección Programa de Nutrición Animal ICA, El dorado, Bogotá, Colombia. La Libertad, Villavicencio, Colombia. 1987. [Consultado 04-06-10]. Sitio argentino de Producción Animal: [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
20. Malagón D, Pulido C, Llinás R, Chamorro C. Suelos de Colombia: Origen, evolución, clasificación, distribución y uso. IGAC. Bogotá. 1995:632.
21. Malagón DC. Ensayo sobre tipología de suelos colombianos. Énfasis en génesis y aspectos ambientales- Rev. Acad. Colomb. Cienc. 2003; 27 (104): 319-341.
22. Otálora PC, Garzón GA, Barrera GP. Frecuencia del polimorfismo lactoglobulina en una población de ganado Holstein de la Sabana de Bogotá. *Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu.* 2009; 10 (2): 191-195
23. Sandoval GL, Dellamea S, Pochon DO, Campos MV. Calcio, fósforo, magnesio y fosfatasa alcalina en vacas lecheras de una región subtropical suplementadas con óxido de magnesio. Rev Vet Méx; 1998; 29: 131-36.
24. Sans JI, Zeige, RS, Sarkarung S, Molina DL, Rivera M. Sistemas mejorados arroz-pasturas para sabana nativa y pasturas degradadas en suelos ácidos de América del Sur. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali y Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (Embrapa). 1999: 232-244.
25. Soil Survey Staff, (SSS), 1999. Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. 2<sup>d</sup> ed. Agriculture Handbook N° 436. Soil Survey Staff. Washington D. C. 1999: 869.
26. Vieyra JM. El fósforo en la vaca lechera. Argent Export S.A. 2004. [Consultado 04-06-10]. Sitio argentino de Producción Animal. Disponible: [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
27. Wattiaux MA. Reproducción y nutrición. Instituto Babcock para la investigación y desarrollo Internacional de la Industria Lechera, Universidad de Wisconsin-Madison, 1995.
28. Wattiaux MA, Howard WT. Guía técnica lechera: Alimentos para vacas lecheras. Instituto Babcock. Universidad de Wisconsin-Madison. USA. 1996: 24.
29. Wattiaux MA. Guía técnica lechera: reproducción y nutrición. Instituto Babcock. Universidad de Wisconsin-Madison. USA. 1996: 11.

*Nota técnica***La producción de forrajes para bovinos y su interacción con medio ambiente****The production of fodder for cattle and their interaction with environment**Hernández MC<sup>1</sup>, Lozada CC<sup>1</sup> y Toro F<sup>2</sup><sup>1</sup>Médicas Veterinarias Zootecnistas, MSc(c). Docentes Universidad de los Llanos y<sup>2</sup>Zootecnista, MSc(c)[chernandez@unillanos.edu.co](mailto:chernandez@unillanos.edu.co)

Recibido 11 de octubre 2011 aceptado 15 de noviembre 2011

**RESUMEN**

Siendo los forrajes la principal fuente de alimentación de los bovinos, es fundamental el manejo adecuado. Además, esto aunado al tipo de pastoreo, puede o no generar efectos positivos medioambientales. Infortunadamente la ganadería tropical se ha caracterizado por ser un modelo de producción con grandes extensiones de tierra y poca diversidad de especies forrajeras, siendo la degradación de las pasturas y de los suelos el principal problema al que se deben enfrentar los productores al disminuir la oferta de forrajes, lo que los conduce a trabajar en sistemas insostenibles económicamente, aumentando el peso moral, por el cambio dado en el uso de la tierra en los últimos 50 años al deforestar los bosques nativos (más del 77%), con el fin de dedicarlas a la producción de forraje verde que por el mal manejo terminan convirtiéndose en un fracaso ambiental.

**Palabras clave:** Forrajes, medio ambiente, bovinos.**ABSTRACT**

The main source cattle feed is fodder, it is essential to proper management. Furthermore, this combined with other type of grazing may or may not generate positive environmental effects. Unfortunately tropical livestock has been characterized as a production model with large tracts of land and low diversity of forage species, with the degradation of pastures and soils the main problem being faced by producers to reduce the supply of fodder, leading them to work in

economically unsustainable systems, increasing the morality weight given by the change in land use over the past 50 years the deforestation of native forests (more than 77%), in order to devote the production of green fodder for mishandling end up becoming an environmental failure.

**Keywords:** Fodder, environment, cattle.

A nivel mundial, la región tropical de América Latina, se constituye como una esperanza de vida para la seguridad alimentaria, al ser una reserva para la producción de alimentos de origen animal que abastezcan a la población humana, dada la gran extensión territorial continental (1.500 millones de hectáreas) y a la posibilidad de tecnificar las explotaciones, para incrementar la productividad de las mismas (Martínez, 2005).

Siendo los forrajes la principal fuente de alimentación de los bovinos, es fundamental el manejo adecuado, concordando con lo expresado por Alonso (2004). Además, esto aunado al tipo de pastoreo, puede o no generar efectos positivos medioambientales. Infortunadamente la ganadería tropical se ha caracterizado por ser un modelo de producción con grandes extensiones de tierra y poca diversidad de especies forrajeras (Molina y Uribe, 2005), siendo la degradación de las pasturas y de los suelos el principal problema al que se deben enfrentar los productores al disminuir la oferta de forrajes, lo que los conduce a trabajar en sistemas insostenibles económicamente, aumentando el peso moral, por el cambio dado en el uso de la tierra en los últimos 50 años al deforestar los bosques nativos (más del 77%), con el fin de dedicarlas a la producción de forraje verde, que por el mal manejo terminan convirtiéndose en un fracaso ambiental. (Amezquita *et al.*, 2004).

De acuerdo a lo anterior, se plantea un importante reto para el sector ganadero, con el fin de evitar el sobre-pastoreo y la deforestación de nuevas tierras, y esto sólo se logrará mediante la aplicación de nuevos conceptos y técnicas como la de los sistemas agro-pastoriles y agro-silvopastoriles que resultan actualmente ser la

mejor alternativa para aumentar la oferta de forrajes y conservar los recursos naturales, recuperando los suelos. Una alternativa práctica es maximizar la fotosíntesis para una mayor producción de biomasa, dando beneficios ambientales porque se mitiga el cambio climático favoreciendo la fijación de carbono al suelo a partir del dióxido de carbono del aire, otra opción es la mezcla de pasturas y leguminosas que proporcionan nitrógeno al suelo y mayor contenido de proteína en la dieta de los animales (Molina y Uribe, 2005; Amezcuita *et al.*, 2004).

Ruíz *et al.*, (2001) consideran la producción de biomasa con leguminosas arbustivas como un sistema biológico-abiológico, en el que se deben considerar múltiples componentes como la fauna aérea y la del suelo, el animal, el suelo-árbol-pasto y otros factores abióticos y de carácter socio-económicos, además de lo anterior se debe contemplar la función e impacto del hombre sobre el sistema y los componentes mencionados, para ser tratados como un todo.

Se reconoce que la asociación de gramíneas y leguminosas se ve afectada significativamente por la carga animal sobre el potrero, especialmente en lo que tiene que ver con la persistencia de las leguminosas al pisoteo y consumo, esto depende a su vez del grado de enraizamiento de las mismas sobre la superficie en unión con la gramínea, a mayor cantidad de punto de enraizamiento adicional de la planta madre, mayor posibilidad de sobrevivir la leguminosa al paso del animal.

Uno de los objetivos que se persiguen al sembrar mezclas múltiples de gramíneas y leguminosas, es alcanzar la estabilidad de la producción de biomasa durante todo el año, independientemente de las condiciones climáticas, pero es importante dentro de este concepto considerar la agresividad de la competencia entre las especies vegetales combinadas y la aparición o renovación de las mismas en el potrero. Los resultados en el incremento de la producción de biomasa de estas asociaciones están relacionadas, además de lo mencionado anteriormente, con los hábitos de crecimiento de las plantas, la rotación de potreros y el manejo de una carga de presión de pastoreo no mayor a 500 kg/ha, lo cual fue comprobado mediante estudio por Espinosa en el 2004, al reportar un aumento en el valor

nutritivo del pastizal y una mayor persistencia de la asociación en el sistema al tener en cuenta dentro de la práctica todo esto.

Las leguminosas arbóreas influyen en la productividad del animal de tres maneras, la primera, al permitir el aumento de la carga animal por potrero producto del incremento en la producción de biomasa, la segunda, por el mayor valor nutritivo aportado a través de los forrajes y la tercera por el efecto que produce la fijación de nitrógeno al suelo y el de la sombra que da la leguminosa sobre la gramínea establecida, ayudando a incrementar a su vez la producción de biomasa del pasto, en beneficio del animal y del sistema.

Es importante el manejo adecuado de las leguminosas arbóreas, en cuanto a la rotación y permanencia en los potreros y al suministro de forraje a los animales puesto que, al manejar inadecuadamente estos factores, causaría que la parte foliar de las leguminosas llegara a sobrepasar la altura de corte y aprovechamiento por parte de los animales, afectándose así en consecuencia la producción de biomasa de la gramínea, base de la alimentación. Estudios comparativos de parámetros productivos, realizados por Ibrahim *et al.*, (2005) demuestran un incremento del 21 al 26% de la ganancia de peso vivo y del 20% en producción de leche, al someter los animales a sistemas silvopastoriles intensivos de ramoneo y de corte-acarreo, frente a los resultados obtenidos en pastoreo solo con gramíneas.

En otros estudios se demostró que el buen manejo de la asociación de gramíneas y leguminosas arbóreas, adicionalmente da un nuevo beneficio al potrero, el de una menor cantidad en la presentación de malezas. Dentro del manejo ideal de las leguminosas se incluye la práctica de la poda, ya que contribuye a la reconstitución de la producción de biomasa al alcance de los animales, regulando la entrada de luz solar sobre la gramínea, dando como resultado mejores condiciones para el incremento de la producción de biomasa.

Para el caso de las asociaciones de gramíneas con *Leucaena leucocephala*, no es necesario realizar la poda antes de los cuatro años de establecida, pero cuando se

vaya a efectuar esta práctica, debe tenerse en cuenta la época del año y el hábito de crecimiento de la gramínea asociada, por ejemplo se considera la poda a un metro de altura del suelo para el caso del guinea (*Panicum máximum*), es un pasto erecto y una altura de 0,50 metros, para el estrella (*Cynodon nlemfluensis*) de crecimiento rastrero, pasados 54 días de la poda se puede reiniciar el pastoreo, el beneficio de esta actividad se observa incrementándose la producción de biomasa de *Leucaena* en un 310% y de la gramínea en un 118%. Otra práctica innovadora es la de permitir que algunas de las leguminosas aumenten de tamaño en el potrero sobrepasando la altura de corte o la siembra estratégica de árboles, sólo con el propósito fundamental de proporcionar sombra a los animales, lo que cual se verá reflejado en su bienestar, el aumento en el tiempo de pastoreo, en la rumia y en el menor consumo de agua a voluntad, indicativo del confort térmico por parte del animal.

En conclusión, el éxito de los sistemas agro-silvopastoriles y de la asociación de gramíneas y leguminosas en los potreros, está definitivamente determinado por el manejo, evidenciándose que la producción de biomasa va en concordancia a una actividad multidisciplinaria en la que se debe calcular el efecto de todos los componentes que interactúan en el sistema y de éste sobre el medio ambiente, lográndose la sostenibilidad del mismo y el aumento en la productividad animal, fin común del proceso.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Alonso J. Factores que intervienen en la producción de biomasa de un sistema silvopastoril de leucaena-guinea. Tesis Doctoral. Instituto de ciencia Animal. La Habana. 2004: 120.
2. Amesquita MC, Ibrahim M, Buurman P. Carbon sequestration in pasture Agropastoral and silvopastoral systems in the american tropical forest ecosystem. *En* Mannelje L, Ramírez L, Ibrahim M, Sandoval C, Ojeda N, Ku J, eds. The importance of silvo pastoral system in Rural Livelihoods to provide ecosystem services. Ends México. 2004: 303.
3. Martínez R.O. Empleo del pasto elefante Cuba CT-115 para solucionar el déficit de alimentos durante la época seca. *En* I Simposio Internacional de forrajes tropicales en la producción animal. Memorias UNACH México. 2005: 19.

4. Molina C.H.; Uribe F. Experiencia de producción limpia de ganaderías en pastoreo. *In* III Seminario Internacional sobre competitividad en leche y carne. Experiencia en producción limpia de ganadería en pastoreo. Cali. 2005: 157.
5. Ruíz T.E.; Febles G. Algunas valoraciones conceptuales sobre el establecimiento y puesta en explotación de leguminosas asociadas rastreras y arbustivas. CITMA. La Habana. 2001: 105.



La producción de forrajes aunado al tipo de pastoreo, puede o no generar efectos positivos medioambientales



El éxito de los sistemas agro-silvopastoriles y la asociación de gramíneas y leguminosas está determinado por el manejo de la pradera.

**Identificación de las estructuras anatómicas internas de las garrapatas de la familia *Ixodidae*, prevalentes en los Llanos Orientales de Colombia: Revisión del “Estado del Arte”**

**Identification of the internal anatomy of ticks *Ixodidae* family prevalent in the eastern plains of Colombia: literature review**

Lozada<sup>1</sup> H, Hozman M<sup>1</sup> y González M<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Docentes universidad de los Llanos. <sup>2</sup>Licenciada en producción Agropecuaria

[hdolozada@yahoo.com.ar](mailto:hdolozada@yahoo.com.ar)

Recibido 15 de junio 2011 aceptado 12 de agosto 2011

### **RESUMEN**

El Programa de Licenciatura en Producción Agropecuaria, a través del curso “*Electiva de profundización uno*”, que en la línea de pecuaria corresponde a la temática de parasitología animal, ha considerado pertinente formular un proyecto para la identificación de estructuras anatómicas internas de las garrapatas de la familia *Ixodidae*, los cuales tienen una alta prevalencias en los Llanos Orientales. Como primer paso, se ha hecho una revisión del estado del arte, como experiencia en el aula, con este método se pretende dentro de un contexto alcanzar con mayor eficiencia logros relacionados con los procesos de aprendizaje dirigidos hacia la formación integral del estudiante para que se proponga resolver una necesidad sentida de la comunidad con el uso de indicadores observables y plantee soluciones al problema mediante una propuesta que puede ser su opción de grado para el futuro licenciado.

**Palabras clave:** Ectoparásitos, artrópodo, morfología.

### **ABSTRACT**

The Degree Programme in Agricultural Production, through the course "Elective deepening one," in the livestock line corresponds to the theme of Animal Parasitology, has seen fit to develop a project for the identification of internal anatomical structures ticks *Ixodidae* family, which have a high prevalence in the

Eastern Plains. As a first step, we have done a review of the state of art as classroom experience, this method is intended in context accomplishments achieved more efficiently directed learning processes related to the formation of the student intends to resolve a felt need of the community with observable indicators pose problem by proposing solutions that can be your option for future graduate degree.

**Keywords:** Ectoparasites, arthropod, morphology.

Las pérdidas económicas en los proyectos productivos pecuarios son invaluableles en la práctica, pues en realidad solo pueden hacerse algunas proyecciones que arrojan cifras sobre las perdidas cuyo origen está en la reducción de: ganancia de peso, anemias, índices de natalidad, producción de leche y una alta mortalidad de animales jóvenes; factores que hacen que la ganadería presente unos índices económicos negativos y de baja rentabilidad en un medio como el de los llanos orientales, lo que la convierte en un negocio cada vez menos competitivo frente a otras alternativas productivas, especialmente lo que se vislumbra en la producción de palma africana como fuente de biocombustibles (López, 2004).

Desde las primeras nociones de sanidad animal, se reconoce la alta prevalencia de las garrapatas, especialmente en las ganaderías localizadas en el trópico. Estos insectos son pequeños artrópodos arácnidos con hábitos parasitarios que atacan numerosos vertebrados causando pérdidas económicas a las explotaciones pecuarias en todo el mundo, como consecuencia de sus acciones: irritativa, tóxica, inoculadora y expoliatriz; además de ser potenciales vectores mecánicos de otros parásitos. Por esas razones, múltiples investigadores de diferentes épocas han emprendido toda clase de estudios para tratar de obtener la mayor cantidad posible de datos que permitan desarrollar estrategias eficaces para controlarlas.

Entre los datos obtenidos de las diferentes especies de garrapatas, están los relacionados con las características anatómicas, como aporte a la ciencia básica. No obstante, en la información disponible predominan los detalles inherentes a las

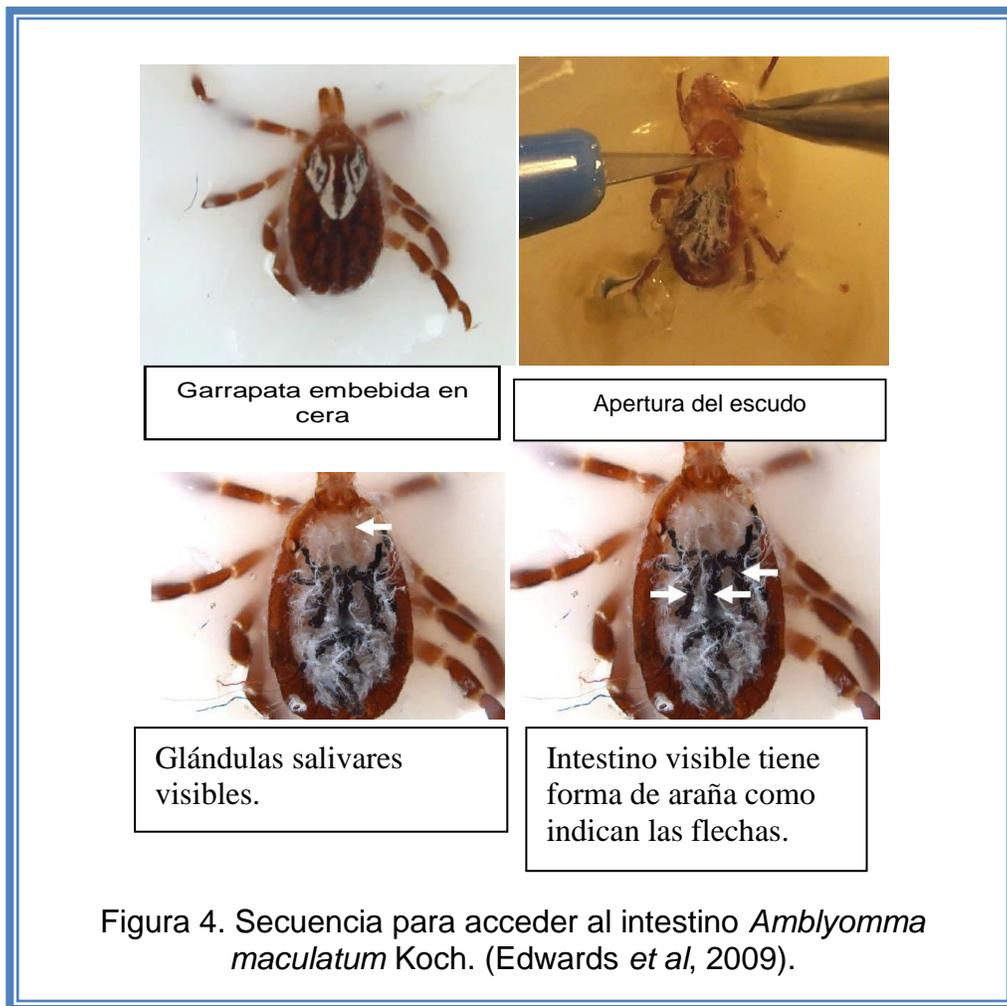
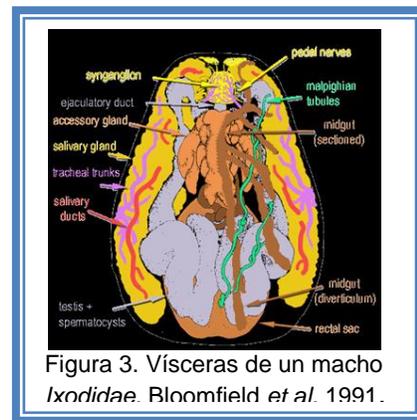
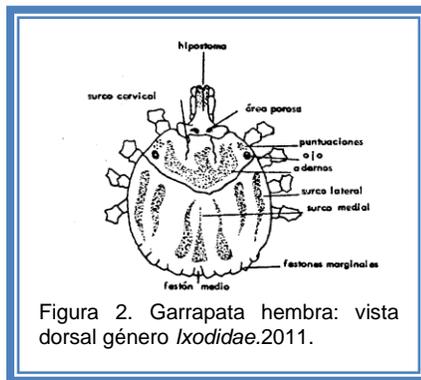
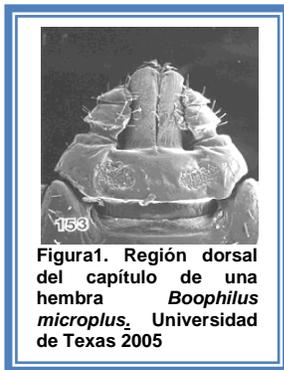
estructuras corporales externas, en tanto que los datos sobre la disposición real y los detalles de los órganos internos, son escasos y la mayoría de las veces se representan en forma esquemática (Figuras 1 y 2).

Con base en ellas ha avanzado en la investigación y se ha mejorado la calidad del material didáctico para el proceso de enseñanza-aprendizaje de las características morfológicas externas de la garrapata más común del ganado, entre muchas otras. Esa situación se evidencia al comparar los esquemas que se utilizaron como instrumento didáctico en textos técnicos previos.

Análogamente un conglomerado científico de primer nivel, ha publicado imágenes de estudios morfológicos de especies parasitarias internas y externas, de interés para la salud pública, sin ir más allá de la morfología externa. En cuanto a trabajos que tiendan a determinar la localización y la proporción adecuada de estructuras anatómicas internas de las garrapatas, de conformidad con las diferentes fases del ciclo vital, es realmente poco lo que se puede ubicar. Muestra de esa realidad es el esquema publicado por la organización australiana que trata de bosquejar de manera muy general las posiciones relativas de los órganos internos de una garrapata macho (Bloomfield *et al.*, 1991) (Figura 3).

En el ámbito de Colombia, igualmente de una manera esquemática y con el propósito de editar una publicación denominada “Manejo integrado de garrapatas”, las instituciones SENA, CORPOICA y PLANTE unieron recursos técnicos, humanos y financieros. En el tema de morfología, en la citada publicación se presentan esquemas tradicionales para la identificación de garrapatas mediante características externas (claves) y delinean esquemas tanto del aparato digestivo como del excretor del género *Boophilus* (López, 2004). Pese a la carencia de materiales anatómicos específicos, y como consecuencia de la búsqueda permanente de nuevas alternativas para el control de garrapatas, al final del siglo XX en Australia se desarrolló una vacuna a partir de la proteína intestinal BM86, la cual fue recombinada con la bacteria *Escherichia coli* y se ensayó de manera experimental en varios lugares del mundo, lo cual se constituye en un indicador de la potencial utilidad del conocimiento básico sobre la anatomía interna de las

garrapatas. Un referente sobre este t3pico se origina en la Mississippi State University, a trav3s de su departamento de entomolog3a, que publica una secuencia de im3genes en la que se puede apreciar a simple vista, el procedimiento para acceder al intestino medio de una garrapata *Amblyomma maculatum* Koch, (Edwards *et al.*, 2009) (Figura 4).



## CONSIDERACIONES

En la zona de los llanos orientales se han identificado garrapatas de la familia *Ixodidae* y para realizar su control se debe considerar varios aspectos como: conocimiento la anatomía y fisiología de la especie para realizar un adecuado empleo de componentes químicos con el fin de eliminar y reducir su capacidad de invasión, realizar la aplicación de un plan sanitario, utilizar razas o cruces resistentes a la parasitación por garrapatas y tener conocimiento de los ciclos biológicos del parásito y su dinámica poblacional, y con estos elementos llevar a cabo un correcto manejo de los pastizales y de los animales.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Bloomfield M.; Norfolk V. Anatomy of an ixodid tick in *Biology of Ticks*, Oxford University Press, 1991. [consultado 06-11-2011]. Disponible en: <http://www.lowchensaustralia.com/pests/paralysis-tick/basic-anatomy.htm>
2. Bravo NH. Pedagogía problémica. Fundación para actividades de investigación y desarrollo FAID. Cali, 2002.
3. CORPOICA - SENA - PLANTE. Manejo Integrado de garrapatas en bovinos. 1999.
4. CNIA, INTA. Garrapatas: morfología y ciclo biológico. Argentina. [consultado 06-11-2011] Disponible en: <http://cniainta.gov.ar/helminto/Alumnos/Garrapatas.pdf>
5. Edwards K.; Goddard J.; Varela A. Examination of the Internal Morphology of the Ixodid Tick, *Amblyomma maculatum* Koch, (Acari: Ixodidae); a "How-to" Pictorial Dissection Guide. 2009. [consultado 06-11-2011]. Disponible en: [http://midsouthentomologist.org.msstate.edu/Volume2/Vol2\\_1\\_html\\_files/vol2-1\\_004.html](http://midsouthentomologist.org.msstate.edu/Volume2/Vol2_1_html_files/vol2-1_004.html)
6. López V G. Frecuencia y distribución de garrapatas en Colombia. CORPOICA – LIMOR. Programa de entrenamiento básico en técnicas de parasitología veterinaria. 2004.
7. Lozada H. Compilación bibliográfica sobre parasitología externa en animales domésticos. Universidad de los Llanos. 2007 S.P.
8. Palacios H. Conferencia "Parasitismo. Un enfoque epidemiológico" Segundo seminario de actualización en epidemiología parasitaria animal. Unillanos 2008.
9. Universidad de Texas. Región dorsal del capítulo de un ejemplar hembra de la especie *Boophilus microplus*. Tomada de la galería de imágenes la Universidad de Texas. 2005.. Disponible en <http://ticsys.tamu.edu>

**Determinación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la leche en el municipio de Chipaque Cundinamarca y su comercialización (Colombia)**

**Determination of physicochemical and microbiological parameters of milk and its marketing, in Chipaque, Cundinamarca (Colombia)**

Vanegas DB<sup>1</sup> y Martínez M<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Médica Veterinaria Zootecnista y <sup>2</sup>Médico Veterinario. Docente, Escuela de Ciencias Animales Universidad de los Llanos

[manuelmartinezsuares@hotmail.com](mailto:manuelmartinezsuares@hotmail.com)

Recibido 14 de septiembre 2011 aceptado 12 de noviembre 2011

**RESUMEN**

En el municipio de Chipaque, Cundinamarca, Colombia, las explotaciones lecheras se enmarcan dentro del sistema doble propósito, se parte de razas seleccionadas como tal, siendo la predominante normando, con cruces con Holstein y animales criollos, ordeñando con la presencia del ternero. Es de anotar que la comercialización de la leche continúa realizándose sin tener en cuenta la calidad del producto, pagándose únicamente por volumen, lo que no incentiva un esfuerzo por parte del productor para mejorar la calidad fisicoquímica y microbiológica de este alimento, Con base en las consideraciones anteriores, la Universidad de los Llanos, por medio de sus programas de proyección social y una estudiante propuso, llevar a cabo un diagnóstico en el cual se determinó la calidad de la leche, y las características de su comercialización en Chipaque, para lo cual se identificaron los parámetros constituyentes de la leche y se analizó su comercialización. Para realizar el estudio se aplicaron encuestas a los productores y a los comercializadores de la leche, los resultados fueron que Chipaque tiene aproximadamente 2.300 vacas lactantes dedicadas a la producción comercial de leche bajo el sistema doble propósito y 99 vacas destinadas al sistema de lechería intensiva. La producción diaria de leche es aproximadamente 13.800 litros y un promedio de 6 litros vaca al día, la producción se ve aumenta en la temporada de

lluvias. La leche se comercializa en un 100% como leche cruda con destino del 65% para fábricas de derivados lácteos, el 30% con intermediarios y un 5% la vende el productor. A pesar de contar con un porcentaje significativo (7%) de vacas Holstein el manejo dado es el mismo del sistema doble propósito, ordeño con el ternero al lado y cría de machos y hembras con destete entre los 8 a 13 meses de edad (97%), solamente el 3% de los productores desteta al primer día. Es importante resaltar la calidad físico-química de la leche la cual arroja un 12.77% de sólidos totales y un 87.23% de agua de constitución.

**Palabras clave:** Vacas lecheras, análisis de la leche.

### ABSTRACT

In Chipaque, Cundinamarca, Colombia, dairy farms have dual-purpose cattle, the breeds are selected, being the predominant Norman crosses with Holstein and Creole animals, milking the presence of the calf. It should be noted that the marketing of milk continues to be done regardless of the quality of the product, The milk buyers pay only for volume, which does not encourage an effort by the producer to improve physicochemical and microbiological quality of this food, based on foregoing, the University of the Llanos, through its social programs and a student proposed to carry out a diagnosis which determined the quality of milk, and the characteristics of marketing in Chipaque, for which identified the parameters of milk constituents and analyze marketing. For the study surveys were applied to producers and marketers of milk, the results were that Chipaque has about 2.300 lactating cows involved in the commercial production of milk under the dual-purpose system and 99 cows for intensive dairy system. The daily production of milk is approximately 13,800 liters and 6 liters daily cow /per/ day, production and increases in the rainy season. The milk is sold at 100% as raw milk bound of 65% for dairy factories, 30% with intermediate and 5% sold by the producer. Although they have a significant percentage (7%) of Holstein cows given the management system is the same dual purpose, milking and calf rearing side and males and females with weaning between 8-13 months of age (97 %), only 3% of producers

weaned the first day. It is important to emphasize the physical and chemical quality of milk which gives total solids 12.77% and 87.23% water of constitution.

**Keywords:** Dairy cattle, milk testing.

## INTRODUCCIÓN

La producción de leche en Colombia ha sido dinámica, incrementándose a partir de la década de 1970 (1.500 millones/litro), lo cual fue una situación excepcional en los años 80 cuando se implantó el sistema de doble propósito, actualmente se está produciendo 6.600 millones de litros al año. Existen los sistemas especializado y doble propósito de producción de leche. El hato nacional calculado es 26 millones de cabezas, de ellas 6.25 millones está dedicado a la producción de leche, y el 89% en el sistema de producción doble propósito que contribuye con el 55% de la producción nacional (Mojica, 2004).

El sistema especializado, se encuentra normalmente en zonas frías de trópico alto, cerca de los centros de consumo, en estas explotaciones la vaca es ordeñada sin la presencia del ternero, descartándose los machos a los pocos días de nacidos, predominan las razas con un alto porcentaje de genes provenientes de Europa, siendo la producción de leche alta. El sistema doble propósito, predomina en zonas alejadas de los centros de consumo y en este sistema tanto machos como hembras son criados con la vaca. El porcentaje de genes *Bos indicus* es alto y se tienen cruces con razas *Bos taurus* (Espinel *et al.*, 2005).

## ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN EN CHIPAQUE

En el municipio de Chipaque, Cundinamarca, las explotaciones se pueden enmarcar dentro del sistema doble propósito, partiendo de razas seleccionadas como tal, siendo la predominante normando, con cruces con Holstein y animales criollos, ordeñando con la presencia del ternero. Los animales no son suplementados con alimentos concentrados. En esta zona no existen los incentivos como el pago por calidad del producto, lo cual hace que los ganaderos no se esfuercen en ofrecer leche de buena calidad puesto que no se tiene en

cuenta parámetros como densidad, grasa, proteína y calidad microbiológica. Por las características de las exportaciones y los factores culturales inherentes en este sistema de explotación, es necesaria una participación activa del sector gubernamental, para incentivar sistemas cooperativos, además de una asistencia técnica programada para garantizar el suministro de un producto compatible con los de otras cuencas lecheras (Cámara de comercio, 2011).

En este municipio, la producción de leche se encuentra distribuida en todas sus veredas, a pesar de las buenas vías que posee como la que conduce a la capital del país es necesario en un futuro próximo contar con centros de acopio y tanques de frío que garanticen entregar un producto de buena calidad. La leche es un producto altamente perecedero y al igual que en otras regiones del país se ve afectada por la alta carga microbiológica favorecida por el manejo higiénico deficiente de utensilios y vehículos inadecuados para el transporte, el desconocimiento de normas higiénicas por parte de los manipuladores y transportadores lo cual dificulta la comercialización del producto.

La proyección de la Cadena Láctea está dada por la demanda de leche de alta calidad, lo cual lleva a pensar en unas maneras más tecnificadas de manejo de las explotaciones de ganado lechero para participar en el mercado tanto nacional como internacional. Con este concepto se busca que los productores interesados participen activamente en mejorar sus explotaciones e iniciar la implementación de nuevos sistemas de conservación como los tanques de frío, además adoptar buenas prácticas de manejo (BPM) para lograr una calidad más elevada, lo que conlleva a que el productor pueda exigir incentivos de pago por calidad (Alcaldía de Chipaque 2003-2007).

Frente a los compradores actuales y futuros debe exigirse unos precios justos siendo necesario crear una cultura de cooperativismo para enfrentar los bajos ingresos que atentan contra la estabilidad económica de los productores. Es de anotar que la comercialización de la leche continúa realizándose sin tener en cuenta la calidad del producto, pagándose únicamente por volumen, lo que no incentiva un esfuerzo por parte del productor para mejorar la calidad fisicoquímica

y microbiológica de este alimento, siendo necesario caracterizar las falencias en la comercialización proponiendo eliminarlas y reforzar los aciertos. Con base a las consideraciones anteriores, se propuso, llevar a cabo los siguientes objetivos con el fin de aportar al mejoramiento de esta situación:

- Determinar la calidad de la leche, y las características de su comercialización en el municipio de Chipaque Cundinamarca.
- Identificar los parámetros constituyentes de la leche y analizar el impacto de la cadena regional láctea.

### **UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

Chipaque se encuentra ubicada en la provincia del oriente de Cundinamarca, en su extensión territorial tiene una superficie de 13.945 hectáreas (ha) definidas así: Zona Urbana 21 has correspondientes al 0.15% y 13.924 has a la zona rural equivalentes al 99.85% del territorio, Conformado por 23 veredas y la cabecera municipal. El casco urbano de Chipaque está localizado a los 4° 27" de Latitud Norte y 74° 3" de longitud este, 2400 m s. n. m, una distancia de 27 Km. de la capital del país Bogotá D.C. y a 81 Km de la ciudad de Villavicencio sobre el eje vial sur-oriental del país (Alcaldía de Chipaque 2003 - 2007).

Su topografía se caracteriza por predominio de moderadas y fuertes pendientes que van del 5% terreno plano, 30% terreno ondulado y el 65% terreno inclinado. Presenta tres pisos térmicos clima medio, frío y páramo, con una temperatura de 14°C, un promedio anual de precipitaciones de 815 mm. Se definen dos periodos durante el año, uno lluvioso, que comprende de abril a noviembre con el 86.6% del total anual y uno seco de diciembre a marzo con el 12.4%. Los mantos litológicos que conforman la formación Chipaque son arcillas negras, esquirlas, calizas areniscas y areniscas de grano fino (Alcaldía de Chipaque 2003 - 2007).

### **COMPONENTES DE LA LECHE**

La leche se compone de agua y sólidos, estos últimos se dividen en no grasos y grasa. Los sólidos no grasos son las proteínas, minerales, vitaminas y

carbohidratos. Los sólidos totales (Grasos y no grasos), representan el extracto seco (sin agua). La composición media de la leche normal de vaca es la siguiente: Agua 87.5% y extracto seco 12.5% del cual el componente graso equivale a un 3.5% y el extracto seco desengrasado corresponde a un 9.0% distribuido de la siguiente manera: proteínas 3.5%, lactosa 4.7%, sales minerales 0.8% completando 100%. La leche contiene además enzimas, vitaminas y ácidos libres (Spreer, 1975).

El agua constituye un medio de soporte para sus componentes sólidos y gaseosos. Los compuestos sólidos de la leche (la materia seca) pueden ser determinados directamente por la aplicación de calor para evaporar la fase acuosa. Un método indirecto para calcular la materia seca se efectúa mediante la relación entre la densidad de la leche y su contenido de grasa. Aplicándose la siguiente fórmula de Richmond, modificada por Kirk *et al.*, (1999).

$$\% \text{ S.T.} = (0.25 \times \text{Densidad}) + (1.21 \times \% \text{ Grasa}) + 0.66$$

(Usar para densidad los valores milésimales como enteros: Ejemplo si  $D = 1.032$ , usar 32.). Calcular los sólidos totales de una leche arroja el siguiente análisis: Densidad corregida a  $15^{\circ}\text{C} = 1.032$ , grasa = 3.0%. Se aplica la fórmula:

$$\% \text{ Sólidos totales} = (0.25 \times 32) + (1.21 \times 3.0) + 0.66$$

$$\% \text{ Sólidos totales} = (8) + (3.63) + 0.66$$

$$\% \text{ Sólidos totales} = 12.29\%.$$

Las razas bovinas difieren en la cantidad de grasa que contiene la leche y su composición. La alimentación de las vacas ejerce una gran influencia en este sentido, la grasa se presenta en la leche en forma de glóbulos, los cuales tienden a ubicarse en la superficie. El tamaño de los glóbulos de grasa varía entre 2-10 micras, en general son de 9 micras, dependiendo de la especie y la raza del animal. En la homogenización, los glóbulos reducen su tamaño hasta 1.5 micras, permitiendo que la grasa se distribuya uniformemente, formando una emulsión. El tamaño de los glóbulos homogenizados permite que la ley de atracción de masas produzca una mejor distribución (Martínez, 2003).

El Ministerio de protección en 2006 y 2008, decretó que de acuerdo al tipo de leche, y teniendo en cuenta el porcentaje de grasa, éstas se clasifican en: Enteras: Grasa >3.0%, semidescremadas: Grasa 1.5-2.0% y leches descremadas: Grasa 0.1-0.5%, su contenido de grasa es muy variable, y puede deberse, en el sistema de doble propósito, a aspectos inherentes al animal, como: salud, condición corporal, época de lactancia, edad de la vaca, plano nutricional, raza, medio ambiente climático, y bienestar animal (Martínez. 2003).

El contenido proteico depende fundamentalmente del alimento que consumen los animales lecheros, las principales proteínas de la leche se sintetizan en la glándula mamaria a partir de un conjunto de aminoácidos libres, y proteínas caseinosas y no caseinosas. La caseína tiene múltiples usos gracias a sus cualidades nutritivas y a sus propiedades funcionales (Luquet, 1993.). El contenido de caseína es aproximadamente de 27 g/L existiendo varias clases: alfa, beta, gama y delta. La caseína puede ser precipitada por la acción de una enzima denominada quimosina o renina. En las proteínas no caseinosas se encuentra la lactoalbumina, que aumenta en el caso de mastitis y el calostro, las cantidades en leches no pasan de 5 g/L, que es al 0.5% (Keating, 1986).

La lactosa, es un disacárido formado por glucosa y galactosa, es el menos variable en la leche y representa el 4,7% de los sólidos totales, la lactosa es fermentada por las bacterias lácticas produciendo ácido láctico, el calor la afecta, en temperaturas por encima de 110°C se deshidrata, denominándose lactosa anhidra, y por encima de 130°C se produce caramelización (Valerie, 2001). La lactosa limita la producción de leche; es decir que la cantidad de este producto, depende de las posibilidades de síntesis de lactosa en la glándula mamaria (Alais, 1985).

Los minerales en la leche son: potasio, calcio, sodio, fósforo, cloro, flúor, rubidio, sílice, zinc, cobre, hierro, molibdeno, litio, magnesio, manganeso cobalto yodo y níquel. Las sales se encuentran en dispersión siendo las más importantes el fosfato de potasio, calcio y magnesio. También la leche contiene numerosas enzimas, las principales son: grupo hidrolasas: lipasa, fosfatasa, amilasa y lactasa;

se tiene en el grupo de los oxidoreductores, siendo importantes la peroxidasa y la catalasa, las cuales se encuentran en bajas concentraciones permitiendo el crecimiento, mantenimiento y funcionamiento del organismo, la leche figura entre los alimentos que contienen la variedad más completa de vitaminas (Veisseyre, 1990).

Dentro del grupo de las vitaminas liposolubles se tiene Vitamina A, máximo con 500 mg/L, provitamina D<sub>2</sub> y D<sub>3</sub> máximo 1 mg/L, vitamina E con 500 a 1000 mg/L y finalmente la vitamina K de la cual solamente hay trazas. Dentro de las hidrosolubles tenemos la vitamina B<sub>2</sub>, B<sub>7</sub> y vitamina C (Keating, 1986.) Los gases presentes en la leche son el dióxido de carbono, oxígeno e hidrógeno. Los pigmentos que imparten las coloraciones amarillas a la grasa son alfa y beta carotenos, y la verde azulosa del suero debido a la riboflavina.

### **CRITERIOS PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE LECHE**

Para realizar esta actividad se aplicaron dos tipos de encuestas: una para productores de leche y otra para comercializadores. En la primera se consideró: identificación del predio, extensión y cultivos (se incluyeron forrajes), vereda, propietario, servicios públicos, distancia al centro de acopio, estado de la vía, animales (número total, vacas lactantes, hembras, novillas de vientre y de levante, terneras, terneros, machos de levante, machos de ceba, toros y cruces), otros animales, sanidad del hato (vacunaciones, vermifugaciones); proceso en la producción de leche: ordeño (con o sin ternero), tiempo de lactancia, cantidad producida por época (lluvias y verano), elaboración productos lácteos (cuajada o queso), sanidad donde efectúa el ordeño, depósito y conservación de la leche, personal, y comercialización. En el segundo tipo de encuesta se consideraron los siguientes aspectos: ubicación del centro distribuidor de leche, cantidad vendida y condiciones del producto: pasteurizada, cruda y elaboración de derivados lácteos. Con esta información se realizó un estudio seccional cruzado efectuándose un muestreo cuyo nivel primario fue desde la salida del túnel Angelino Garzón hasta la vereda Alto de la Cruz por la carretera que conduce a Cáqueza; otro por la vía hacia Ubaque en donde se encuentran las veredas Cerezos y Nizame (La Idaza);

igualmente por la vía a une y Cumba, Siecha, Potrero Grande y Caldera; y las veredas aledañas a la cabecera municipal; el segundo nivel de muestreo fueron las fincas con producción de leche comercializable en vías primarias y secundarias dentro de los transectos. Dentro de las fincas el muestreo de vacas comprendió todos los animales en ordeño en el momento de la visita, teniendo en cuenta el minifundismo prevalente en la región. La unidad de muestreo fueron los predios determinados por la fórmula de Martín *et al.*, (1987) así:

$$n = p \times q \times z^2 / (EE)^2$$

n= numero de predios a evaluar

p= a 0.95 porcentaje de predios al menos con una vaca productora de leche en los cuartos funcionales

$$q= a 0.05 (1 - p)$$

z = 1.96 nivel de confianza = 0.05

Error Experimental= 0.06<sup>2</sup>

$$n = (0.95 \times (1.96)^2) / (0.06)^2$$

n= 52 predios

A 116 vacas de diferentes grupos etarios equivalentes al 10% de las hembras lactantes en la región, y que correspondió al mayor porcentaje de los cruces y significancia poblacional, se les tomaron muestras de leche para determinar su calidad fisicoquímica en los que se consideran los siguientes aspectos: el transporte de las muestras fueron bajo condiciones de refrigeración teniendo cuidado que la temperatura no fuera superior de 4°C hasta la llegada al laboratorio de la planta de lácteos de la Universidad de los Llanos. Algunos exámenes se realizaron en el momento de la toma tales como la prueba de mastitis California y la prueba de acidez titulable que determina el porcentaje de ácido láctico presente en el producto. Los frascos utilizados fueron Gatorader previamente esterilizados realizándose la toma con mechero para asegurar un envío del producto bajo condiciones asépticas. A las muestras de leche se les analizó:

**-Densidad:** Se determinó con el termolactodensímetro de Quevenne ajustado a 15 grados centígrados, contándose con aparatos calibrados por la secretaria de salud de Bogotá.

**-Grasa:** Se utilizó para esta determinación el método GERBER, los reactivos y materiales en esta prueba son:

- Ácido sulfúrico  $H_2SO_4$  con densidad de 1.82 g/ml y una pureza de 90 a 91%.
- Alcohol amílico con densidad de 0.81 g/ml.
- Centrifuga con capacidad de trabajo de 2500 rpm.
- Butirómetro de Gerber estándar para análisis de leche.
- Técnica: Se deposita en el butirómetro 10 ml de  $H_2SO_4$  y luego 11 ml de leche en forma lenta sobre las paredes del recipiente, posteriormente se añadió 1 ml de alcohol amílico y se tapó el butirómetro, luego se agitó y se centrifugó a 2500 rpm durante 5 minutos, por último, se hizo la lectura del porcentaje de grasa en la escala graduada del butirómetro.

**-Acidez:**

- Reactivos Solución de NaOH 0.1 N Solución de fenolftaleína disuelta al 1% en alcohol amílico.
- Técnica: Se vertió en un vaso de precipitados 9 ml de leche, a estos se agregó 5 gotas de fenolftaleína y se tituló con NaOH 0.1 N hasta la aparición de un color rosado persistente. Se expresó el resultado como porcentaje de ácido láctico calculándose de la siguiente manera: % de ácido láctico cantidad en ml de NaOH utilizado/10

**-Sólidos no grasos:**

- Técnica en la que se utilizó el lactómetro de Bertuzzi el cual determina sólidos no grasos en forma directa. El aparato se compone de un prisma de cuarzo, una lente y una escala de 0 a 14% con intervalos de 0.2

**-Mastitis sub-clínica:**

- Para determinarla se lavó la ubre con abundante agua y se secó con papel, eliminándose los primeros chorros y se desinfectó la punta del pezón con una solución yodada, utilizando una raqueta para prueba de mastitis debidamente rotulada se extrajeron dos o tres chorros de leche en el sitio indicado para cada cuarto en la raqueta (anteriores derecho e izquierdo, y posteriores izquierdo y derecho) y se le adicionó cantidad igual de reactivo del test mastitis california (CMT) homogenizando al mismo tiempo. Se observó y se hizo la respectiva lectura (Rodríguez, 1988)

Para la determinación de la mastitis sub-clínica se preparó un patrón tiocanato de azul de metileno, y debió ceñirse a cumplir los pasos del protocolo en forma estricta para obtener resultados confiables, la esterilización de los materiales fue primordial para evitar contaminación, así como la manipulación innecesaria. Se tomaron 9 ml de leche por 1 ml de la sustancia patrón, se incubaron observándose los cambios de color de la siguiente manera: Si cualquiera de las muestras se decoloraba después de una incubación de 30 minutos se informó como T.R.A.M. tiempo de reducción de azul de metileno 30 minutos. Después de la lectura inicial a los 30 minutos se efectuó las lecturas siguientes: cada hora se anotó las lecturas como tiempo de reducción en horas completas entre la inversión triple de los tubos y las lecturas efectuadas al notarse decoloración, por ejemplo: si se observó entre las lecturas de 0,5 a 1,5 horas, se anotó el resultado como T.R.A.M.: 1 hora. Debido a la pérdida de color irregular que se puede observar al final de tiempo de lectura se anotó la decoloración de las muestras cuando las 4/5 partes de la porción visible estaban blancas.

Prueba de azul de metileno: 89.53% de las muestras presentaron un tiempo de reducción de azul de metileno superior a cuatro horas, indicativo de una leche apta para procesos de higienización. El 10.47% de las muestras presentaron tiempo de reducción menores de 1 hora calificando las muestras de leche como no aptas para consumo humano y procesos industriales. El examen de las muestras se

realizó según las especificaciones aprobadas por el Ministerio de Protección, 2006 y 2008 para determinar calidad del producto.

### **ANÁLISIS DE DATOS**

Se hizo uso de la estadística descriptiva para los valores y parámetros que muestran una normalidad tales como producción de leche en general y por grupos de vacas etéreos, y los correspondientes a la determinación de las características fisicoquímicas como densidad, grasa, lactometría y acidez, realizándose pruebas de promedio y mediana cuando los datos presentaban una variación significativa.

La leche se define como el producto de la secreción mamaria normal de animales bovinos, bufalinos y caprinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños completos, sin ningún tipo de adición, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración posterior. La composición y los caracteres organolépticos pueden variar en el transcurso del periodo de lactación distinguiéndose el calostro, el final del ciclo y la correspondiente lactación completa (Ministerio de Protección, 2006; 2008).

Para la comparación de los resultados obtenidos con los análisis de la leche que se produce en Chipaque, se tuvieron en cuenta las características fisicoquímicas de la leche como:

- La densidad es el peso de un volumen dado de leche comparado con el mismo volumen de agua y temperatura. La densidad se mide con un termolactodensímetro calibrado a 15°C/15°C. Se calibra con agua a 15°C, cuya densidad debe ser de 1 mg/cc y posteriormente se mide a 15°C la densidad de la leche, ésta es variable con valores medios entre 1.028 y 1.034 a una temperatura de 15°C, si esta es tomada a una temperatura mayor o menor es necesario realizar una corrección de +0.2 para la primera o de -0.2 para la segunda. El lactodensímetro es muy utilizado para realizar la medición de esta característica. La densidad de la leche es igual al peso en kilogramos de un litro de leche a temperatura de 15°C y depende de la combinación de densidades entre sus diferentes componentes, una leche entera tendría una densidad promedio de

1.032, mientras que una leche descremada 1.036 (Keating.1986.) La densidad para la leche 15/15, según el Ministerio de Protección (2006; 2008) es: Leche entera: 1.0300-1.0330 gramos/mililitro, leche semidescremada: 1.0310-1.0335 gramos/ mililitro, Leche descremada: 1.0330 -1.0360 gramos/ mililitro.

- La concentración hidrogeniónica (pH), la leche tiene una reacción iónica cercana a la neutralidad, la de vaca es débilmente acida, con un pH comprendido entre 6.6 y 6.8 debido a la presencia de caseína y de aniones fosforito y cítrico, principalmente. El pH es variable en el curso de la lactación y bajo la influencia de la alimentación. En la leche de vaca, deben considerarse como anormales valores inferiores a 6.5 o superiores a 6.9. El calostro tiene un pH más bajo por su elevado contenido en proteínas (Alais, 1985). Las variaciones del pH dependen del estado sanitario de la glándula mamaria, de la cantidad de CO<sub>2</sub> disuelto en la leche, del desarrollo de los microorganismos que al desdoblar la lactosa producen ácido láctico, y algunos microorganismos alcalinizantes, entre otros (Judkins, 1999).

- La acidez es la suma de cuatro reacciones, tres primeras corresponden a la acidez natural y la cuarta a la acidez desarrollada, donde hacen bajar el pH entre 4 y 5 (Keating, 1986.) La acidez para la leche, según el Ministerio de Protección (2006; 2008) es de: 0.13-0.17.

- La viscosidad de la leche es mayor que la del agua, esto por la materia grasa en emulsión y por las macromoléculas proteicas; las sustancias en solución solo intervienen en una pequeña parte. La viscosidad de la leche entera a 20°C es de 2.2 centipoises y el de la leche descremada de 1.2 centipoises (Alais, 1985). La viscosidad se modifica de acuerdo a la homogenización, el tratamiento térmico de la crema que consiste en un recalentamiento seguido de un enfriamiento, y la contaminación de ciertos microbios especialmente los estreptococos lácticos, los cuales elevan la viscosidad del producto.

- El calor específico de la leche es el número de calorías necesarias para elevar un 1°C la temperatura de la unidad de peso de la leche. Este valor es más elevado

que el del agua: Leche completa 0.93-0.94, leche descremada 0.94-0.96, suero de queso 0.97 y grasa 0.40-0.60 (Keating, 1986.)

- El punto de congelación es constante en la leche, es de  $-0.539^{\circ}\text{C}$  como valores promedio, teniendo un rango de  $-0.513$  a  $-0.565^{\circ}\text{C}$  Este método permite detectar la adición de agua ya que, al congelarse a  $0^{\circ}\text{C}$ , influye para que el valor del punto de congelación de la leche se aproxime al del agua. Sobre esta propiedad influyen las sales y la lactosa por encontrarse en solución viscosa (Veisseyre, 1990).

- La calidad higiénica de la leche se mide a través de la prueba de reductasa (Tiempo de Reducción de Azul de Metileno: TRAM), que determina el grado de concentración de bacterias. Menor tiempo de reductasa indica mayor cantidad de bacterias, a mayor tiempo, menor cantidad de éstas.

- La temperatura de ebullición de la leche se inicia a los  $100.17^{\circ}\text{C}$  al nivel del mar; sin embargo, pueden inducirse este fenómeno a menor temperatura con solo disminuir la presión del líquido, esta práctica se aplica en la elaboración de leches concentradas al vapor mediante vacío. Este proceso tiene la ventaja de no alterar los componentes de la leche (Alais, 1985).

## RESULTADOS

El sistema doble propósito es utilizado por el 97% de los predios productores de leche encuestados, las fincas son explotaciones en su gran mayoría que pueden ser catalogadas como minifundios, menores 5 fanegadas (85%) (Tabla 1). En estos predios el área de pasturas es aproximadamente del 80%, prácticamente no existe el área de bosque siendo inferior a un 5%. Las fincas cuentan con pasturas mejoradas (100%) siendo el kikuyo (*Penisetum clandestinum*) el forraje disponible. El número de animales encontrados en el momento de la encuesta fue 624 (100%) animales distribuidos de la siguiente manera: Vacas lactantes 248 (corresponden al 40%), vacas horras 62 (10%), novillas de vientre 34 (5.45%), novillas de levante 28 (4,5%), terneras 78 (12,5%), terneros 64 (10%), machos de levante 58 (9,29%), machos de ceba 35 (5,6%) y toros 17(2,7%) (Figura 1). Siendo las razas predominantes normando puro (15.7 %), Holstein (7 %,) criollo (40%), cruces

Normando x criollo (30%), Normando x Holstein (5 %), Holstein x criollo (0.3%) y otras (2%). Otros animales son: caballos 15, mulares 1, aves 1.300 aproximadamente, porcinos 35, ovejas 9 y caprinos 5.

Respecto al manejo del Hato en la mayoría de las fincas se ordeña una vez al día, realizándose con el ternero al pie en un 90% y lo realizan en el potrero en el 97% de los predios encuestados. Promedio tiempo de lactancia: entre 240 y 300 días; edad al destete: al primer día 3%, entre 8 y 13 meses el 97%. El lugar de ordeño fue en potrero 97%, únicamente el 3 % lo realiza en establo. La comercialización de la leche: se hace en la planta procesadora 60%, intermediario 30% y el productor 5%.

Se comercializan gran gama de derivados lácteos en paradores ubicados cerca de la vía que conduce de Bogotá a Villavicencio. El volumen semanal es aproximadamente de 5.200 kilos de queso doble crema, campesino 2.200 kilos, cuajada 3.000 kilos, kumis y yogurt 1.000 litros. El productor elabora ocasionalmente cuajada o queso campesino empleando 5-10 litros. Le compran la leche producida en todas las épocas 100% excepto, algunos como 25 y 31 de diciembre y jueves y viernes santo. El 100% de los compradores pagan la leche por volumen sin importar porcentaje de grasa ni sólidos totales.

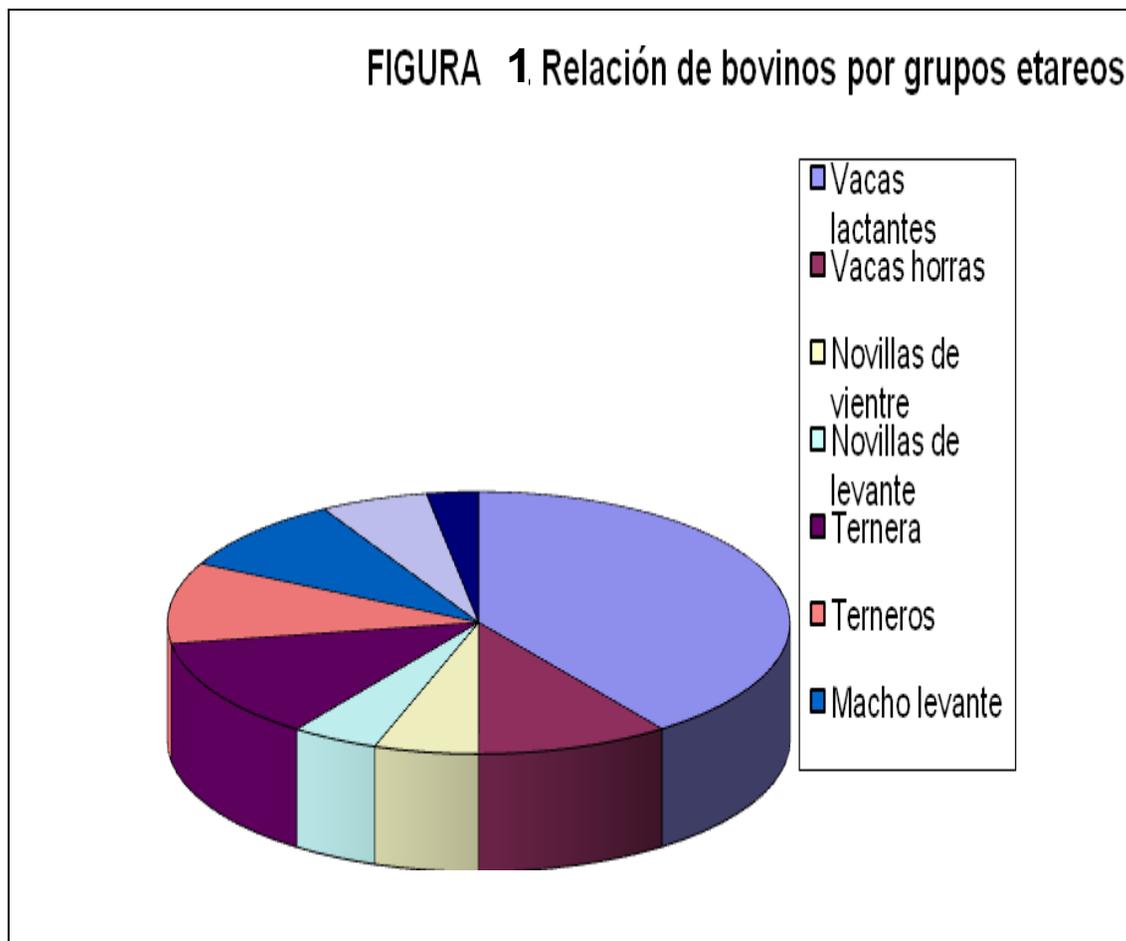
El estado sanitario del lugar donde se efectúa el ordeño, se puede catalogar como regular en un 60% de las explotaciones, debido a que el lavado de manos se realiza en un 50% de los casos, aunque el overol y las botas el 100% del personal en las fincas los utiliza. Es de anotar que lugar de almacenamiento y conservación de la leche presentó condiciones excelentes en el 100% de los predios. Se aplican vacunas contra la fiebre aftosa (100%), carbón sintomático (triple viral) (100%), brucelosis (100% de las hembras menores 1 año) y peste boba (0.8%). La frecuencia de aplicación de productos para controlar parásitos externos es cada mes (40%), cada 2 meses (45%), a los 3 meses (10%), a los 4 meses (5%). La frecuencia de control en parásitos internos es cada 2 meses (5%), cada 4 meses (26%), a los 5 meses (32%) a los 6 meses (54%) cada año (3%).

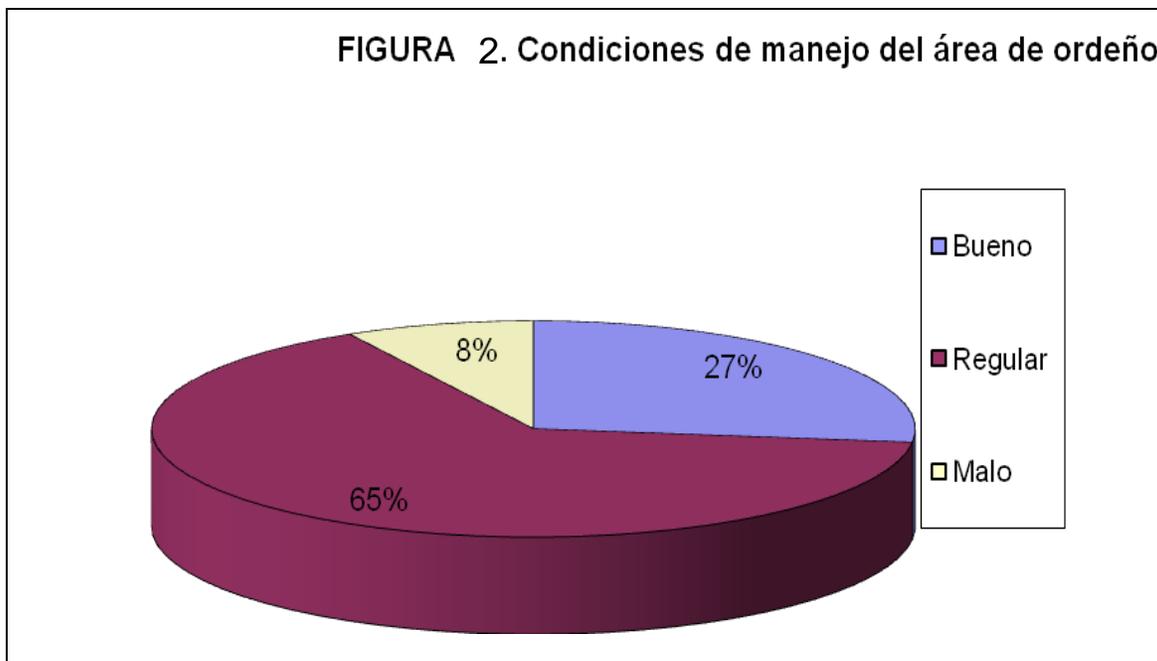
**Tabla1.** Distribución de los predios encuestados

Veredas	Predios	Vereda	Predios
Cerezos Grandes	9	La Ladera	3
Querente	8	Munar	4
Alto del ramo	8	Flórez	3
La Idaza	6	Potrero grande	3
Hoyas	5	Llano de Chipaque	2
Alto de la cruz	4	Cumba	2
Cerezos Chiquitos	3	Siecha	2
1 a 10 fanegadas <sup>1</sup>	52	11-15 fanegadas <sup>3</sup>	8
16-23 fanegadas <sup>2</sup>	2		

<sup>1,2 y 3</sup>Corresponden al: 85, 11 y 2% respectivamente de las encuestadas

**FIGURA 1.** Relación de bovinos por grupos etareos





Para las pruebas de tiempo de reductasa, en las cuales se midió indirectamente la calidad microbiológica del producto, se determinó igualmente por estadística descriptiva planteándose la posibilidad de emplear la estadística no paramétrica cuando las variables no presentaron normalidad o no fueron cuantificables.

La densidad presentó parámetros ligeramente superiores a los normatizados por el Ministerio de Protección (2006; 2008), estos son similares a los encontrados en otras regiones de explotaciones doble propósito como la de los Llanos (Mojica, 2004) (Tabla 2 y Figura 3). El componente graso presentó valores superiores a los exigidos en el decreto, por lo cual la comercialización por calidad debe favorecer a los productores. A diferencia de los resultados encontrados en otras regiones del país en cuanto a grasa de leche de vacas de raza Holstein, presentaron porcentajes de grasa relativamente altos, cifras similares a las de sus cruces, siendo inferiores los valores para la raza normando (Tabla 2).

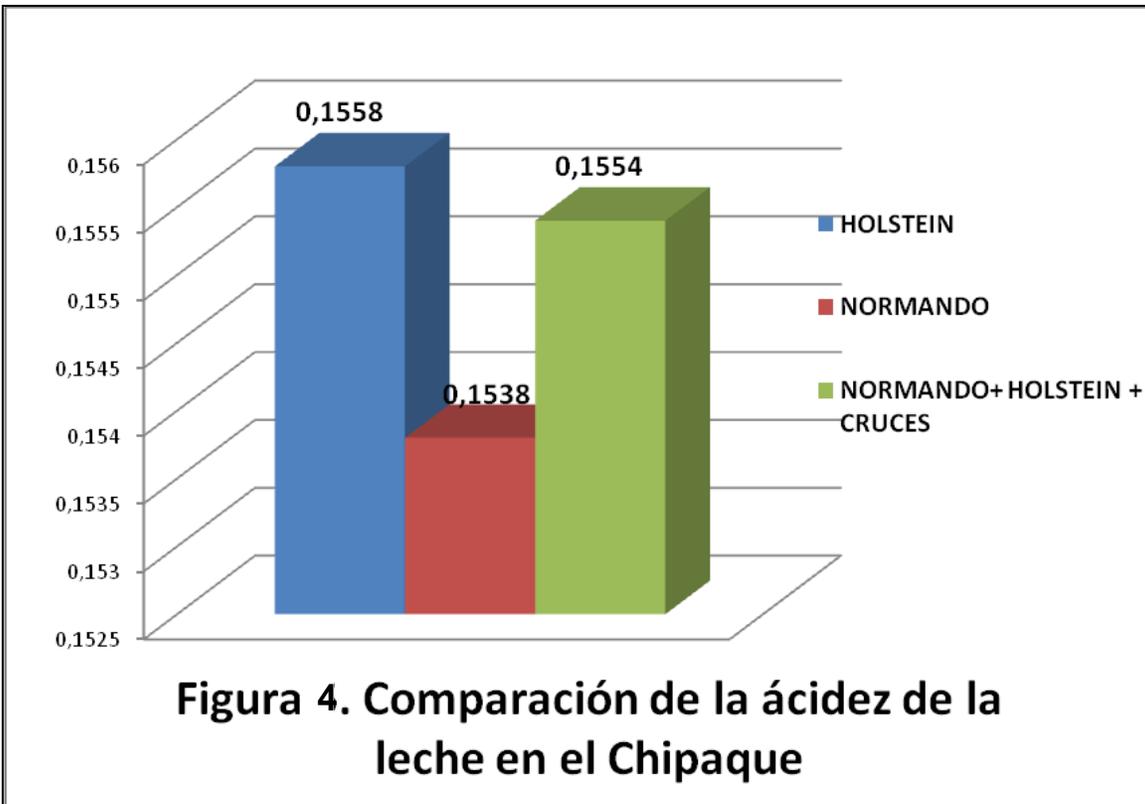
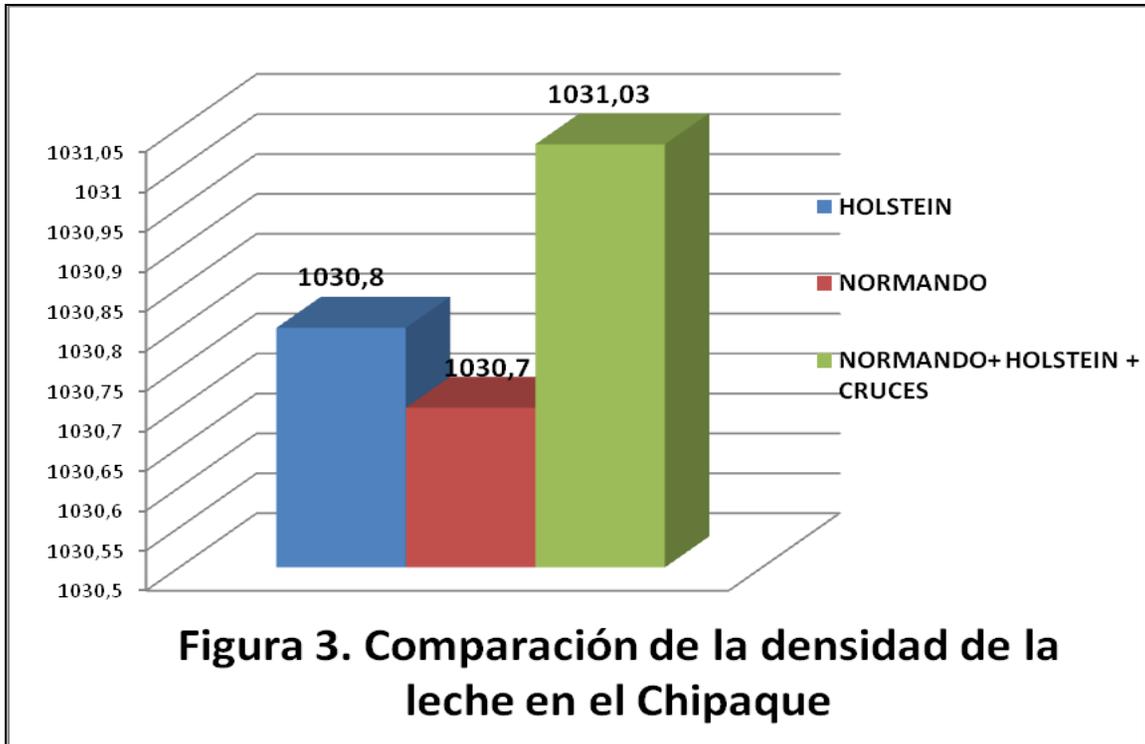
La acidez medida como porcentaje de ácido láctico arrojó valores aceptables, dentro de la norma vigente, siendo ideal centrarse en este parámetro para ofrecer un producto competitivo en su aspecto microbiológico, La acidez dependiendo de la raza no es significativamente variable, se infiere que está relacionada con la

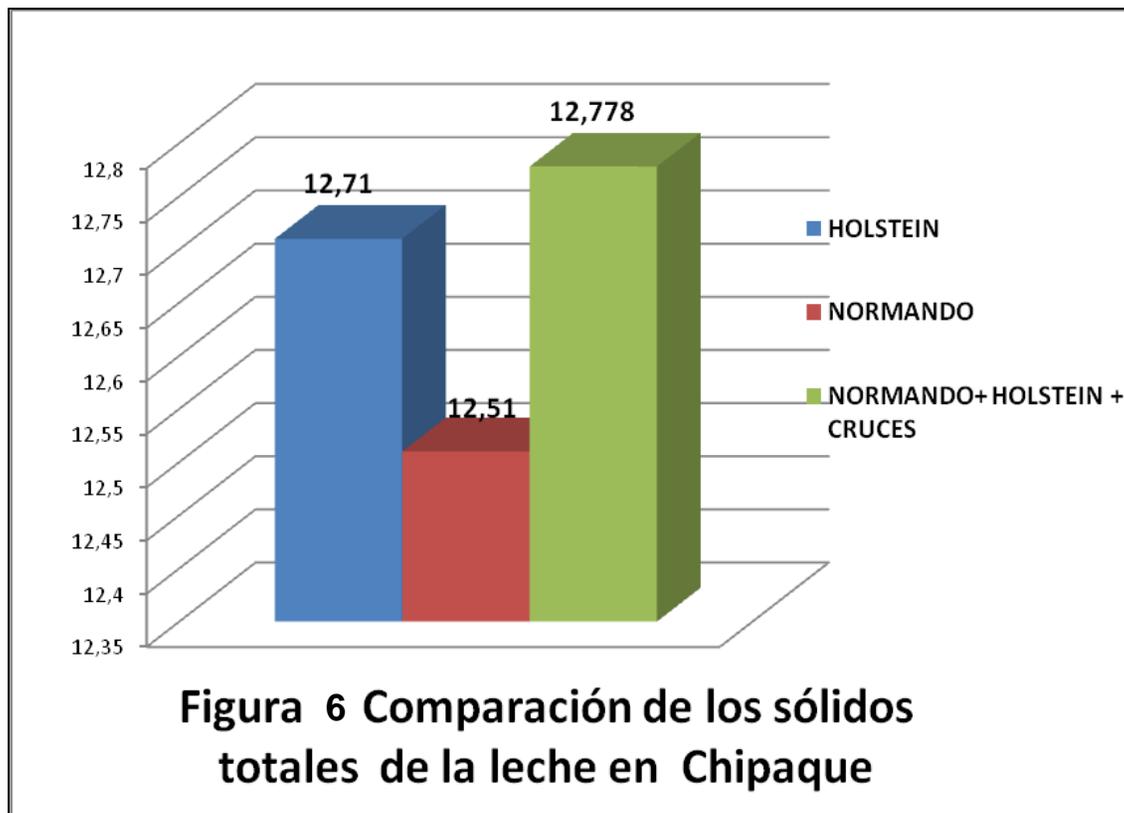
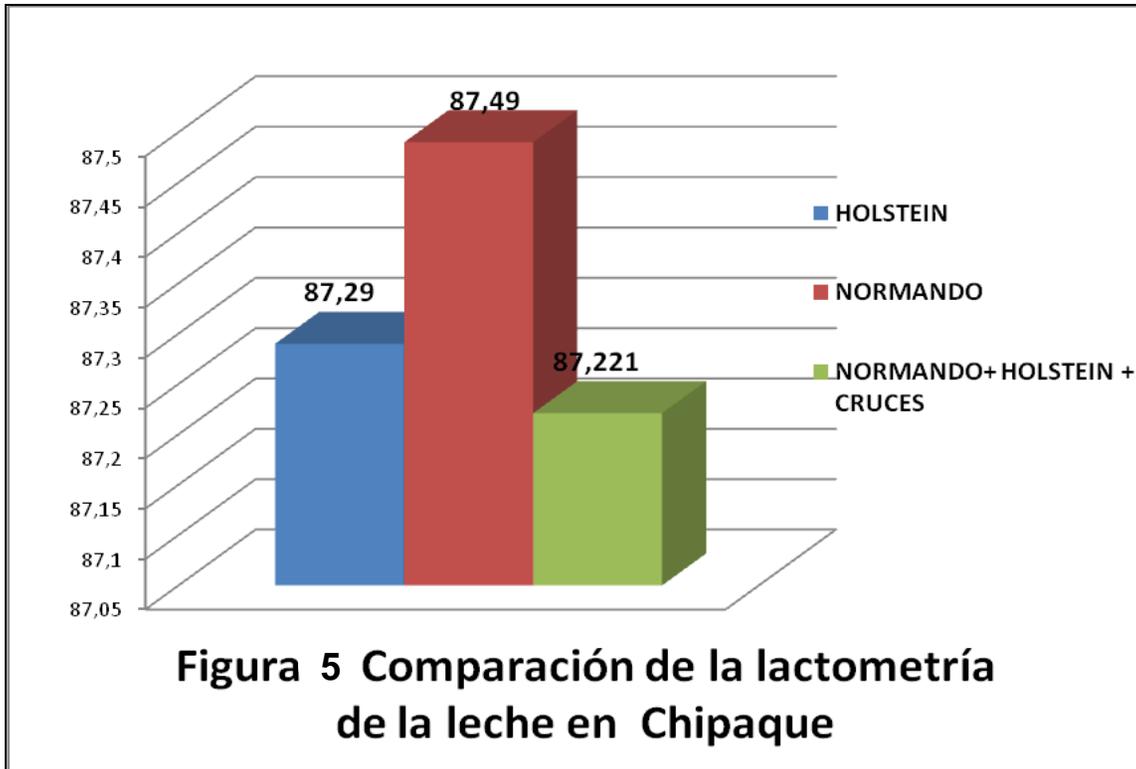
composición porcentual de la leche y el manejo en cuanto a calidad microbiológica en el momento del ordeño. El agua de constitución, fue calculada con base a fórmula matemática, de acuerdo a las recomendaciones del decreto 616 de 2006, encontrando valores aceptables, lo cual permite inferir que es leche con una acidez adecuada para realizar procesos industriales, siendo necesario impedir el crecimiento bacteriano mediante la red de frío. Los valores superan ampliamente las cifras exigidas en la reglamentación siendo estas, similares a las encontradas en otras regiones cuyas explotaciones son de doble propósito (Tabla 2 y Figura 4).

**Tabla 2.** Análisis físico químico de las muestras leche tomadas en el municipio de Chipaque

<b>Prueba</b>	<b>Resultados promedios en vacas</b>	<b>Resultados promedios en cantinas en finca</b>
Densidad	1.031,2	1031.4
Acidez	0.155%	0.159%
Lactometría	8.73%	8.9%
Grasa	3.6%	3.62%
Sólidos totales	12.77%	12.52%
Agua de constitución	87.22%	87.42%

Los sólidos no grasos determinados por la prueba de lactometría constituyen un componente, cuyo valor promedio es mayor del 8.4 % normatizado, pero inferior al encontrado en otras regiones donde las explotaciones se enmarcan en el doble propósito. Los sólidos totales arrojaron valores diferentes cuando se tomaron como sumatoria de los SNG y la grasa, que los encontrados por la fórmula de Ritmonch modificada por Kirk *et al.*, (1999), establecidos por el Ministerio de Protección Social, (2006; 2008), pero superando estos valores ampliamente (11.3%), Los sólidos no grasos se calcularon por fórmula, presentando variación en cuanto a su valor frente al de lactometría, diferencia considerada en el decreto vigente. La lactometría no presentó diferencias significativas en sus valores al comparar las razas predominantes en la región Holstein, Normando, cruces, y animales criollos.





La composición porcentual en cuanto a sólidos no grasos tampoco presentó variaciones significativas, se deduce que es la alimentación un factor influyente en la composición de estos elementos, lógicamente ligado a factores genéticos. Las cifras encontradas son similares a las analizadas en otras regiones donde se explotan ganaderías en el sistema doble propósito, valores superiores a los relacionados en el decreto vigente (Figuras 5 y 6).

### **CONCLUSIONES**

El Municipio de Chipaque tiene aproximadamente 2.300 vacas lactantes dedicadas a la producción comercial de leche bajo el sistema doble propósito y 99 vacas destinadas al sistema de lechería intensiva.

La producción diaria de la leche es aproximadamente 13.800 litros con un promedio de 6 litros/vaca/día; esta producción se mantiene en época de verano e invierno, aunque la producción aumenta en la temporada de lluvias.

La producción de leche se comercializa en un 100% como leche cruda con destino del 65% para fábricas de derivados lácteos, el 30% con intermediarios y un 5% la vende el productor.

A pesar de contar con un porcentaje significativo (7%) de vacas Holstein el manejo dado es el mismo del sistema doble propósito, con ordeño del ternero al lado y cría de machos y hembras; con destete entre los 8 a 13 meses de edad (97%), solamente el 3% desteta al primer día.

Los componentes físico químicos de la leche proveniente de vacas de raza normando arrojaron resultados porcentuales ligeramente menores en todos sus componentes en relación con las otras razas de la región como Holstein y los cruces de las mencionadas como también con criollos.

La asistencia técnica programada se aproxima al 100%, pero ésta es ocasional prestada por el municipio a través de la Umata (90%), y médicos veterinarios particulares (10%), adoleciendo de su servicio planificado que conduzca a una tecnificación.

Se nota poca preocupación por el mejoramiento lechero, cabe resaltar que el programa de vacunación contra brucelosis, fiebre aftosa y carbón sintomático sus coberturas de vacunación se acercan al 100% de los animales susceptibles, contradiciendo lo reportado en las encuestas donde se atribuye presentación de algunas de estas enfermedades, a pesar esas coberturas de inmunización.

El propietario del predio, en la mayoría de las veces es el administrador, se presenta en el 95% de las fincas encuestadas, por ser la principal fuente de ingreso familiar. Las buenas prácticas de manejo recomendadas en el decreto 616 del 2006 no se cumplen en alto porcentaje, se registró que el 41% de los operarios estaban en condiciones aceptables para manipular un alimento y el 59% no reunían las condiciones adecuadas.

El tipo racial se puede anotar que en el momento de la encuesta el 100% de las explotaciones carecen de registros técnicos, constituyendo un factor negativo que reduce en la relación costo beneficio los factores contables y económicos la implementación proporcionada no es la más adecuada.

Es importante resaltar la calidad físico-química encontrada en esta investigación la cual arroja un 12.77% de sólidos totales y un 87.23% de agua de constitución.

## **RECOMENDACIONES**

Las entidades que a través de las secretarías municipales de Agricultura prestan asistencia técnica se debe programar para estas explotaciones, haciendo hincapié, en el buen manejo de las praderas, nutrición programas preventivos sanitarios, enseñando y ejecutando con el productor la forma eficiente de llevar registros para mejorar la producción, estabilidad ofreciendo un producto único de buena calidad.

La producción de leches en promedio 6 litros vaca/día, debe incrementarse sin una desmejora en el estado corporal y desarrollo de los terneros. Debe realizarse un plan de vermifugación de acuerdo a la finca donde contemple bajar la carga parasitaria, económico, y eficiente. Se hace necesaria una mayor diversificación

de las praderas realizando asociaciones de gramíneas y leguminosas. Las asociaciones a través de cooperativas debe ser un programa fundamental para defender los intereses y mejorar la calidad además de tener un fácil acceso a la asistencia técnica exigiendo que esta sea programada y no ocasional.

Debe estimularse por parte del gobierno municipal el establecimiento de centros de acopio y redes de frío.

El pago por calidad, y los programas de buenas prácticas de manufactura se debe implementarse por las secretarías de agricultura, salud departamental y municipal.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Alcaldía Municipal de Chipaque. Esquema de ordenamiento territorial (EOT), 2003-2007.
2. Alais C. Ciencia de la leche. Principios de técnica lechera. Editorial Reverte S.A. Barcelona España. 1985.
3. Cámara de Comercio de Bogotá. Caracterización económica y empresarial. 49 [Consultado 14-11-2011] Disponible: [http://camara.ccb.org.co/documentos/6236\\_caracteriz\\_empresarial\\_orient.pdf](http://camara.ccb.org.co/documentos/6236_caracteriz_empresarial_orient.pdf)
4. Concejo Nacional Lácteo. Documento de trabajo. 2003. Disponible en: [http://www.dnp.gov.co/archivos/documentos/DDE\\_Desarrollo\\_Emp\\_Industria/Lacteos.pdf](http://www.dnp.gov.co/archivos/documentos/DDE_Desarrollo_Emp_Industria/Lacteos.pdf)
5. Espinel G.; Martínez C.; González H. La cadena de lácteos en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica. 1991-2005. Documento de trabajo No. 74. Ministerio de Agricultura y desarrollo rural observatorio agrocadenas Bogotá, Colombia. 2005.
6. Judkins H.; Keener H. La leche su producción y procesos industriales. 1ª Ed. Compañía editorial continental. S.A. México D.F. 1999.
7. Keating P.; Gaona H. Introducción a la lactología. Editorial Limusa México. 1ª Ed. 1986.
8. Kirk RS, Sawyer R, Egan H. 1999. Composición y análisis de los alimentos de Pearson. Ed. Continental. Distrito federal, México. 1999: 777.
9. Luquet MF. Leche y productos lácteos. Editorial Acribia S.A. Zaragoza España. 1993.
10. Martínez M. Escuela de mayordomía. Producción de ganado de carne y doble propósito. FEDEGAN, fondo de Ganaderos del Meta, SENA. 2003.
11. Ministerio de la Protección Social. Decreto número 616 por el cual se expide el Reglamento técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercializa, expendi, importe o exporte en el país. 08-02-2006:32. Disponible: <http://www.sinigan.gov.co/Portal/Portals/0/2006D616.pdf>

12. Ministerio de la Protección Social. Decreto 3411 de 2008 Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 2838 de 2006, modificado parcialmente por el Decreto 2964 de 2008, y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 47.108 de 10 de septiembre de 2008. Disponible: <http://www.avancejuridico.com/actualidad/documentosoficiales/2008/47108/d3411008.html>
13. Mojica C J. Prospectiva tecnológica e industrial para el desarrollo de la cadena láctea. Universidad Externado de Colombia. Bogotá 31 de Mayo de 2004.
14. República de Colombia. Perfil de la cadena Láctea. Ministerio del Comercio Exterior. 2001
15. Roldan D.; Tejada M.; Salazar M. La cadena Láctea en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bogotá Colombia. Noviembre 2001.
16. Spreer E. Lactología Industrial. Editorial Acribia. Zaragoza España. 1975.
17. Valerie R. Principios y fundamentos de leche. Editorial acribia. Zaragoza España. 2001.
18. Veisseyre R. Lactología técnica. 2ª Ed. Editorial acribia Zaragoza España. 1990.