



Gobierno  
Bolivariano  
de Venezuela

Ministerio del Poder Popular  
para la Agricultura y Tierras

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

tropical

ecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

# Zootecnia

# tropical

Depósito Legal: pp. 198302AR214

ISSN: 0798 - 7269

AÑO 32 VOL. 32 No. 4 2014

# ZOOTECNIA TROPICAL

Zootecnia Trop.

**Revista trimestral del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas,  
Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras  
Maracay, Venezuela**

## Agradecimientos

Los miembros del Comité Editorial de la revista Zootecnia Tropical desean expresar públicamente su agradecimiento, a las personas abajo mencionadas, por su valiosa colaboración en la revisión de los artículos científicos que conforman el Volumen 32 del año 2014.

Alexander Sánchez. INIA. Edo. Aragua. Venezuela.

Aleyda Delgado. INIA. Edo. Lara. Venezuela.

Ángel González. UDO. Edo. Bolívar. Venezuela.

Ángel Valdespino. INIA CENIAP. Edo. Aragua. Venezuela.

Anniello Barbarino. INIA. Edo. Apure. Venezuela.

Antonio Díaz. UCV. Edo. Aragua. Venezuela.

Ariel Tarazona. Universidad Nacional de Colombia. Colombia.

Belkis Vásquez. INIA CENIAP. Edo. Aragua. Venezuela.

Bernave Meléndez. UCV. Edo. Aragua. Venezuela.

Carlos Becerreil. Colegio de Postgraduados. México.

Carlos Moreno. INIA. Edo. Delta Amacuro. Venezuela.

Charly Farfan López. UCV. Edo. Aragua. Venezuela.

Daniel Vargas. UCV. Edo. Aragua. Venezuela.

Efrain Salazar. INIA CENIAP. Edo. Aragua. Venezuela.

Fanny Requena. INIA CENIAP. Edo. Aragua. Venezuela.

Felix Carreño. INIA GERENCIA. Edo. Aragua. Venezuela.

Gabriel Gómez. INIA. Edo. Sucre. Venezuela.

Glaforo Torres. Colegio de Postgraduados. México.

Gustavo Nouel. UCLA. Edo. Lara. Venezuela.

Hermes Pineda. Politécnico Colombiano Jaime

Isaza Cadavid. Colombia.

Hernán Andrade. Universidad de Tolima. Colombia.

Jesús Maldonado. UCLA. Edo. Lara. Venezuela.

Jorge Salomón. UCV. Edo. Aragua. Venezuela.

José González. INIA. Edo. Guárico. Venezuela.

José Pérez. UNERG. Edo. Guárico. Venezuela.

Julia Medina. INIA. Edo. Guárico. Venezuela.

Luis Angulo. UCV. Edo. Aragua. Venezuela.

Luis Piñango. UNESR IDECYT-CEDAT. Edo. Miranda. Venezuela.

Luis Vivas. INIA. Edo. Guárico. Venezuela.

María Elena Lugo. INIA. Edo. Barinas. Venezuela.

María Portillo. LUZ. Edo. Zulia. Venezuela.

Omar Colmenares. UNERG. Edo. Guárico. Venezuela.

Omar Verde. UCV. Edo. Aragua. Venezuela.

Oscar de la Rosa. INIA CENIAP. Edo. Aragua. Venezuela.

Otto Castillo. Unellez. Edo. Portuguesa. Venezuela.

Oziel Montañez. Centro Universitario del Sur de la Universidad de Guadalajara. México.

Rafael Galíndez. UCV. Edo. Aragua. Venezuela.

Ramón D'aubeterre. INIA. Edo. Lara. Venezuela.

Ramón Navas. INIA. Edo. Guárico. Venezuela.

Robert Mora. UNET. Edo. Táchira. Venezuela.

Sandy Molina. IDEA. Edo. Miranda. Venezuela.

Sundry Vásquez. INIA CENIAP. Edo. Aragua. Venezuela.

Thaís Diaz. UCV. Edo. Aragua. Venezuela.

Vasco de Basiolio. IPA. UCV. Edo. Aragua. Venezuela.

Vilma Savini. UCV. Edo. Aragua. Venezuela.

Yenen Villasmil. LUZ. Edo. Zulia. Venezuela.

De igual manera, agradecemos a todos aquellos investigadores que nos enviaron sus artículos e invitamos a la comunidad científica especialista en el área de producción y sanidad animal a continuar remitiendo sus trabajos a la revista Zootecnia Tropical.

## TABLA DE CONTENIDO Vol. 32 N° 4

### Artículos Científicos

Araujo González M. A., Colina Rivero J. J., Araque Molina H. E., López Brizuela N., Araujo González J. P. y Ramones Méndez J. E. Digestibilidad de dietas con inclusiones de harina de girasol ( <i>Helianthus annuus L.</i> ) y un complejo enzimático en cerdos en crecimiento .....	299
Ribeiro M. N., Gomes Arandas J. K., Pimenta Filho E. C., Benício da Silva R. C., Facó O. e Novita Esteves S. Demografia e grau do perigo de extinção de ovinos da raça Morada Nova .....	309
Demografía y peligro de extinción de la raza ovina Morada Nova .....	309
Guerra T., Benitez Nara E. O., Furtado J. C., Alvise Alberti R., Brittes Benitez L. da Silva Cyrne C. C. Similaridade socioeconômica e desempenho na produção de leite do vaca em municípios do Vale do Taquari – RS Brazil .....	315
Similitud socioeconómica y el rendimiento en la producción de leche de vaca en el valle de Taquari – RS Brasil .....	315
Sánchez Y. K. A., Pimentel Tapia M. E. y Suarez Salazar J. C. Conocimiento local sobre estrategias de adaptación al cambio climático en productores ganaderos en San Vicente del Caguán-Colombia .....	329
Machado Domingues R., de Laurentiz A. C., dos Ouros C. C., da Silva Filardi R., Neves F. A., da Silva de Laurentiz R. e Braithe Toledo D. Valorização da matriz nutricional da enzima fitase para frangos de corte fêmeas nas diferentes fases de criação .....	341
Valoración de la matriz nutricional de la enzima fitasa en pollos de engorde hembras en diferentes etapas de crecimiento .....	341
Serrano R., Mora–Delgado J. y Piñeros Varón R. Materia seca comestible en una pastura bajo diferentes coberturas de dosel arbóreo en una zona de Bosque seco Tropical (Bs-T) en el Tolima, Colombia .....	351
Díaz Castillo A., Torres Cárdenas V., Herrera Gallo S. M., Fernández Chuairey L. y Sarduy García L. Modelación del crecimiento de bovinos en pastoreo con gramíneas y leguminosas .....	363
Salamanca Grosso G., Osorio Tangarife M. P. y Casas Restrepo L. C. Origen botánico y dominancia cromática de las cargas de polen corbicular colectado por <i>Apis Mellifera L.</i> (Hymenoptera: Apidae) en cuatro zonas biogeográficas colombianas .....	377
Instrucciones al autor .....	391

**TABLE OF CONTENTS Vol. 32 N° 4**

**Scientific Articles**

Araujo González M. A., Colina Rivero J. J., Araque Molina H. E., López Brizuela N., Araujo González J. P. and Ramones Méndez J. E. Digestibility of diets with inclusions of sunflower meal ( <i>Helianthus annuus L.</i> ) and an enzymatic complex for growing pigs.....	299
Ribeiro M. N., Gomes Arandas J. K., Pimenta Filho E. C., Benício da Silva R. C., Facó O. and Novita Esteves S. Demography and endangered of Morada Nova sheep breed .....	309
Guerra T., Benitez Nara E. O., Furtado J. C., Alvise Alberti R., Brittes Benitez L. and da Silva Cyrne C. C. Socioeconomic similarity and performance in the production of cow's milk in municipalities of Vale do Taquari – RS Brazil .....	315
Sánchez Y. K. A., Pimentel Tapia M. E. and Suarez Salazar J. C. Local knowledge strategies of adaptation in livestock producers in San Vicente del Caguán-Colombia.....	329
Machado Domingues R., de Laurentiz A. C., dos Ouros C. C., da Silva Filardi R., Neves F. A., da Silva de Laurentiz R. and Braithe Toledo D. Nutritional assessment matrix of phytase enzyme in broiler females at different growing stages.....	341
Serrano R., Mora–Delgado J. and Piñeros Varón R. Edible dry matter in a pasture under different arboreal canopy coverage in a Tropical Dry Forest (Bs-T) area from Tolima, Colombia .....	351
Díaz Castillo A., Torres Cárdenas V., Herrera Gallo S. M., Fernández Chuairey L. and Sarduy García L. Modeling the growth of cattle grazing grasses and legumes .....	363
Salamanca Grosso G., Osorio Tangarife M. P. and Casas Restrepo L. C. Corbicular bee pollen collected by <i>Apis Mellifera L.</i> (Hymenoptera: Apidae), botanical origin and chromatic dominance in four biogeographical zones in colombia .....	377
Instructions to the author .....	391

## Digestibilidad de dietas con inclusiones de harina de girasol (*Helianthus annuus* L.) y un complejo enzimático en cerdos en crecimiento

### Digestibility of diets with inclusions of sunflower meal (*Helianthus annuus* L.) and an enzymatic complex for growing pigs

María A. Araujo González<sup>1\*</sup>, Janeth J. Colina Rivero<sup>2</sup>, Humberto E. Araque Molina<sup>3</sup>, Nelly López Brizuela<sup>4</sup>, Johanna P. Araujo González<sup>1</sup>, Jesús E. Ramones Méndez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA-CENIAP), Departamento de Producción Animal, Laboratorio de Nutrición Animal. Aragua, Venezuela. \*Correo electrónico: marialecva@gmail.com. <sup>2</sup>Universidad Central de Venezuela (UCV), Facultad de Ciencias Veterinarias, Departamento de Producción Animal. <sup>3</sup>Universidad Central de Venezuela (UCV) Facultad de Agronomía. Departamento de Producción Animal. <sup>4</sup>Alimentos Super S., Grupo La Caridad. Carabobo, Venezuela.

#### RESUMEN

Se evaluó el coeficiente de digestibilidad total aparente (CDTA) de la materia seca (DMS), proteína cruda (DAPC), nitrógeno (DAN), grasa cruda (DAGC), fibra de detergente neutro (DAFDN) y ácido (DAFDA), ceniza (DACEN), energía digestible aparente (EDA) y energía metabolizable (EME) de dietas con harina de girasol (HG) y un complejo enzimático (CE) para cerdos en crecimiento. Se utilizaron 48 cerdos Yorkshire × Landrace, con peso promedio de  $37 \pm 0,5$  kg, alojados individualmente en jaulas metabólicas. Los cerdos se distribuyeron según un diseño de bloques completos al azar, en cada una de ocho dietas experimentales, con arreglo factorial de tratamientos  $4 \times 2$ : cuatro niveles de HG (0, 5, 10 y 15%) y dos niveles de CE (0 y 0,05%) con cinco repeticiones por dieta. La DMS fue mayor ( $P=0,02$ ) para las dietas con 5% HG, mientras que la DAFDN fue menor ( $P=0,01$ ) en dietas con 5% de HG, con respecto al control. El CE redujo ( $P=0,02$ ) la DACEN. Se determinó que se puede incluir HG en proporciones de hasta 15% sin afectar el CDTA de la energía y la mayoría de los nutrientes de la dieta, aunque con niveles de inclusión superiores al 5% la DMS disminuye.

**Palabras clave:** Porcinos, harina de girasol, crecimiento.

#### ABSTRACT

The apparent total tract digestibility coefficient (ATTD) of dry matter (DMD), crude protein (ADCP), nitrogen (ADN), crude fat (ADCF), neutral detergent fiber (DNDF) and acid (ADNF), ash (ADA), apparent digestible energy (ADE) and metabolic energy (DME) of diets with sunflower meal (SFM) and an enzyme complex (EC) for growing pigs was evaluated. Forty eight Landrace × Yorkshire pigs with an average body weight of  $37 \pm 0.5$  kg were used, housed individually in metabolic cages. Pigs were distributed according to a completely randomized block design, in each of eight experimental diets in a factorial arrangement of treatments with  $4 \times 2$ : four levels of SFM (0, 5, 10 and 15%) and two levels of EC (0 and 0.05%) with five replications per diet. The DMD was greater ( $P=0.02$ ) for diets containing 5% SFM while DNDF was lower ( $P=0.01$ ) in pigs fed with 5% SFM, compared to the control. The EC reduced ( $P=0.02$ ) ADA. It was determined that SFM may be included in amounts up to 15% without affecting the energy ATTD and most dietary nutrients, although with levels above 5% including the DMD decreases.

**Key words:** Porcine, sunflower meal, growth.

## INTRODUCCIÓN

El principal objetivo de la producción porcina es la obtención de carne de buena calidad, utilizando procedimientos que garanticen disponibilidad de proteína animal para consumo humano al menor costo, en virtud que los costos de producción asociados a la alimentación de cerdos son elevados. En Venezuela, el sistema porcino tiene desventajas en cuanto a opciones a bajo costo, principalmente porque la alimentación está basada en dietas formuladas a base de cereales y soya importados que compiten con el consumo humano (Tepper *et al.*, 2012), representando aproximadamente 75% del costo de producción, dando origen a una gran dependencia externa y fragilidad del sistema (González, 2000). Esta situación sugiere la búsqueda de alternativas para la evaluación del valor nutricional de materias primas disponibles, maximizando la eficiencia de utilización de los nutrientes.

En Venezuela, la planta de girasol es cultivada para la producción industrial de aceite para consumo humano, por lo que la harina generada tras el proceso de extracción de éste, podría ser utilizada como ingrediente proteico en la elaboración de alimentos concentrados, constituyendo una alternativa importante en la alimentación de animales monogástricos.

Los estudios realizados hasta ahora, indican que la harina de girasol (HG) es un ingrediente que puede ser aprovechado para la alimentación de cerdos incluyéndolo en la dieta hasta 21% Da Silva *et al.* (2002), sin efectos deletéreos sobre la respuesta productiva y las características de la canal (De Carvalho *et al.*, 2005), y aunque existe amplia información respecto al uso de enzimas exógenas en dietas para cerdos, mejorando con ello la utilización de los nutrientes presentes en varios ingredientes (Wang *et al.*, 2009; Ao *et al.*, 2010; Willamil *et al.*, 2012), pocos estudios han evaluado el efectos de estas enzimas conjuntamente con la HG en dietas para cerdos.

La adición de complejos enzimáticos (CE) con capacidad para degradar componentes de la pared celular difíciles de digerir como los polisacáridos no amiláceos en dietas contentivas de este ingrediente (Sredanovic *et al.*, 2005), podría contribuir a mejorar la digestibilidad de los nutrientes, por lo que la factibilidad

económica del uso de CE con HG también amerita ser evaluada. En tal sentido, el objetivo de este estudio fue evaluar la digestibilidad total aparente de dietas para cerdos con diferentes niveles de inclusión de HG y CE.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación del ensayo

El experimento se realizó en el Laboratorio sección porcino del Instituto de Producción Animal, Facultad de Agronomía, de la Universidad Central de Venezuela, Maracay, Edo. Aragua, a 10°17'5" N 64°13'28" O, a 480 m.s.n.m., con temperatura media de 25,5°C y humedad relativa de 77,5% (INIA, 2010).

### Animales, infraestructura y manejo

Se utilizaron 48 cerdos machos enteros, cruzados de las razas Yorkshire × Landrace, con 37±0,5 kg de peso vivo y 67 días de edad en promedio, provenientes de una granja comercial. Los cerdos fueron alojados al azar en 24 jaulas metabólicas (65×120×50cm de alto, largo y ancho), semejantes a las descritas por Pekas (1968), las cuales estaban provistas de una bandeja para recolección de las heces, un comedero y un bebedero automático.

El experimento se realizó durante 18 días, dividido en dos períodos consecutivos de una duración de nueve días cada uno (seis días de adaptación y tres días de recolección de heces), representando cada período un bloque. Durante el experimento cada uno de los cerdos recibió el alimento en una cantidad inicial equivalente al 8% del peso metabólico (Parra *et al.*, 2002), suministrado en dos partes iguales, a las 8:00 y 16:00h, con ajustes posteriores en función del consumo del día anterior, colocándose el alimento rechazado en bolsas previamente identificadas. Así mismo, los cerdos tenían acceso *ad libitum* al agua.

### Dietas experimentales

Para la formulación de las dietas experimentales se utilizó HG como subproducto, proveniente de una empresa que utiliza la semilla de girasol para extraer aceite destinado al consumo humano. La composición química de la HG (Cuadro 1)

fue determinada mediante los procedimientos de la AOAC (2000), mientras que el contenido de micotoxinas fue determinado utilizando el kit comercial VERATOX® con la metodología cuantitativa de Elisa propuesta por el fabricante y el ácido fítico según la metodología Makkar y Becker (1993). El CE adicionado en las

dietas, fue obtenido de cepas seleccionadas de *Trichoderma longibrachatum*, *Aspergillus oryzae* y *Aspergillus niger*, y está compuesto de las enzimas proteasas (7.500 HUG/g 3,4 million HUT/lb), y celulasas (44 CMCU/ 20.000 CMCU/lb /G Units/lb) según especificaciones del fabricante, (Allzyme Vegpro™, Alltech Inc., Nicholasville, KY).

Cuadro 1. Composición química y valores de micotoxinas de la harina de girasol utilizada en las dietas experimentales.

Ítem	Harina de girasol
Materia Seca, %	93,19
Ceniza, %	7,14
Proteína Cruda, %	36,66
Nitrógeno, %	5,86
Grasa Cruda, %	1,76
Fibra Cruda, %	22,54
Fibra en detergente neutro, %	33,05
Fibra en detergente neutro $\alpha$ -amilasa, %	29,75
Fibra en detergente ácido, %	20,87
Lignina, %	7,31
Celulosa, %	13,56
Hemicelulosa, %	12,18
Ácido fítico, %	0,71
Actividad fitásica UF (nmoles de P/min./g.muestra)	130,65

En el Cuadro 2, se presenta la actividad enzimática analizada de la mezcla de la HG con el CE utilizado en las dietas experimentales y del CE sin HG, según metodologías específicas para cada enzima. Se determinó la actividad de la amilasa (Hophins y Bird, 1954), celulasas y pectinasas: (Olmos, 1987) y xilanasas (Loera y

Córdova, 2003). Las dietas, cuya composición se muestra en los Cuadros 3 y 4, fueron formuladas para cubrir o exceder las recomendaciones de la NRC (1998) y su composición analizada de acuerdo a los procedimientos sugeridos por la AOAC (2000).

Cuadro 2. Actividad enzimática de la mezcla de harina de girasol más complejo enzimático y del complejo enzimático.

Enzimas/Actividad enzimática	HG+CE	CE
<sup>1</sup> Amilasas (FAU/g)	70,52±3,23	81,47±0,88
Celulasas (UI/g)	3,83±0,34	48,29±3,70
Pectinas (UI/g)	<sup>2</sup> NR	<sup>2</sup> NR
Xilanasas (BXU/g)	136,98±19,77	1.384,4±73,35
Proteasas (UI/g)	<sup>2</sup> NR	33,88 ± 0,21

<sup>1</sup>FAU/g = g de almidón/min, UI/g= micromoles de glucosa/min, BXU/g= nanomoles de xilosa/min, UI/g= micromoles de tirosina/min.

<sup>2</sup>NR: No reportó actividad enzimática. HG: Harina de girasol; CE: Complejo enzimático (0,05%).

## Recolección de heces

La recolección total de heces se realizó dos veces al día antes del suministro de cada ración (entre las 7:00 y las 15:00h). Las heces se colocaron en una bolsa plástica identificada con el tratamiento, seguidamente se pesaron utilizando una balanza electrónica (capacidad de 15 kg y precisión de 0,001g), se tomó una cantidad equivalente al 10% y luego se congelaron a -15°C. Una vez

culminado el período experimental se procedió a descongelar las muestras, se llevaron a estufa de aire forzado a 65°C por un período de 72 h, hasta peso constante, seguidamente se procedió a molerlas a través de un molino con criba de 1 mm para formar una muestra compuesta homogénea, y posteriormente se realizaron los análisis respectivos en el laboratorio.

Cuadro 3. Composición de las dietas experimentales utilizadas para la determinación de la digestibilidad de los nutrientes y la energía.

Ingrediente, %	Sin Complejo Enzimático				Con Complejo Enzimático			
	0,00	5,00	10,00	15,00	0,00	5,00	10,00	15,00
Harina de girasol	0,00	5,00	10,00	15,00	0,00	5,00	10,00	15,00
Maíz amarillo	63,44	59,67	55,91	52,10	63,33	59,56	55,80	51,99
Harina de soya (46,5% PC)	31,11	28,92	26,69	24,47	31,13	28,94	26,71	24,49
Sebo bovino	1,58	2,65	3,72	4,81	1,62	2,69	3,76	4,85
L-Lisina HCl (78%)	0,00	0,02	0,07	0,11	0,00	0,02	0,06	0,11
Cl de Colina	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
DL-Metionina	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Carbonato de calcio	1,06	1,10	1,15	1,18	1,06	1,10	1,15	1,18
Fosfato dicálcico	1,93	1,76	1,58	1,45	1,93	1,76	1,59	1,45
Sal iodada	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Premezcla Vit.+ Min. <sup>1</sup>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Complejo Enzimático <sup>2</sup>	-	-	-	-	0,05	0,05	0,05	0,05
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

<sup>1</sup>Proporciona las siguientes cantidades por kg de dieta según el fabricante: Vitamina A 7.000 UI; Vitamina D3 2.000; Vitamina E 5UI; Vitamina K3 2 mg; Tiamina 1.5 mg; Ribo flavina 4 mg; Piridoxina 3 mg; Vitamina C 70 mg; Ácido nicotínico 20 mg; Ácido pantoténico 8 mg; Colina 130 mg; Se 0.23mg; Mn 50 mg; Zn 60 mg; Cu 40 mg; Fe 80 mg; Co 0.10 mg.

<sup>2</sup>Actividad del complejo enzimático según especificaciones del fabricante:

Proteasa 7.500 HUG/g (3.4 million HUT /lb), Celulasa (44 CMCU/ 20.000 CMCU/ lb/ G Units /lb).

Cuadro 4. Composición química de las dietas experimentales utilizadas para la determinación de la digestibilidad de los nutrientes y la energía.

Ítems	Sin Complejo Enzimático				Con Complejo Enzimático			
Proteína cruda, %	20,18	20,25	20,31	20,12	20,18	20,25	20,37	20,12
Nitrógeno, %	3,23	3,24	3,25	3,22	3,23	3,24	3,26	3,22
Lisina total, %	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Calcio total, %	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Fósforo total, %	0,50	0,50	0,50	0,51	0,50	0,50	0,50	0,51
Fósforo disponible, %	0,26	0,25	0,23	0,23	0,26	0,25	0,24	0,23
Fibra cruda, %	3,72	3,77	3,67	4,73	3,05	3,97	4,42	5,15
FDN, %	19,94	17,23	21,55	20,87	16,81	19,57	20,36	22,17
FDA, %	5,47	5,33	6,31	7,80	5,08	5,96	6,42	6,98
Grasa cruda, %	6,41	8,23	7,28	7,77	6,18	7,74	8,88	9,93
Materia seca, %	89,86	90,35	90,01	90,48	90,06	90,08	90,42	90,44
Ceniza, %	4,73	4,95	5,20	5,61	4,88	4,69	5,09	5,13
EB, kcal/kg	3.893	3.919	3.913	3.953	3.889	3.894	3.975	3.929
ED, kcal/kg	3.667	3.634	3.291	3.440	3.469	3.343	3.422	3.491
EM, kcal/kg	3.538	3.477	3.300	3.305	3.332	3.211	3.286	3.392

FDN: Fibra de detergente neutro, FDA: Fibra de detergente ácido, EB: Energía bruta, ED: Energía digestible, EM: Energía Metabolizable.

### Análisis químicos

Las muestras de alimento y heces fueron analizadas para determinar la EB utilizando una bomba calorimétrica adiabática y el nitrógeno (N) total a través del método Kjeldahl (AOAC, 2000), mientras que la determinación de la fibra cruda (FC), fibra detergente neutro (FDN); fibra detergente ácido (FDA); hemicelulosa; celulosa y lignina se realizó de acuerdo a la metodología sugerida por Van Soest y Wine (1967).

### Variabes evaluadas

El cálculo de la energía digestible aparente (EDA) se realizó utilizando las ecuaciones sugeridas por Soria *et al.* (2009), considerando la EB y

se calculó la energía metabolizable estimada (EME) utilizando la ecuación de Noblet y Pérez (1993), donde PC representó la proteína cruda.

$$EDA = EB \text{ dieta} - EB \text{ Heces} \times 100 / EB \text{ dieta}$$

$$EME = EDA \times \{1,003 - (0,0021 \times PC)\}$$

Se calculó el coeficiente de digestibilidad total aparente (CDTA) de la materia seca (DMS), digestibilidad aparente de la fibra de detergente neutro y ácido (DAFDN, DAFDA), digestibilidad aparente de la grasa cruda (DAGC), digestibilidad aparente de la ceniza (DACEN) y nitrógeno (DAN), y digestibilidad aparente de la proteína (DAPC) de las dietas experimentales utilizando la fórmula sugerida por Adeola (2001):

CDTA (%) =  $100 \times [\text{Cantidad del componente consumido} - \text{Cantidad del componente fecal} / \text{Cantidad del componente consumido}]$ .

### Diseño Experimental

Se aplicó un diseño en bloque completos al azar con dos períodos, donde cada uno representó un bloque (período de evaluación), se diseñó con arreglo factorial de tratamientos  $4 \times 2$  correspondientes a la dieta con cuatro niveles de HG (0, 5, 10 y 15%), con o sin CE (0 y 0,05%), para un total de ocho dietas experimentales (Cuadro 3), con seis repeticiones por dieta (tres en cada período), y 48 unidades experimentales (UE).

### Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza (ANAVAR) para el grupo de datos con igual número de repeticiones y un nivel de significancia ( $P < 0,05$ ) según Steel *et al.* (1997), utilizando PROC MIXED (SAS, 2002). Para el procesamiento de los resultados se aplicó el siguiente modelo lineal aditivo, para evaluar el efecto de los factores principales y de su interacción:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_k + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Observación de la variable respuesta asociada con el i-ésimo nivel de HG y el j-ésimo nivel de CE en el k-ésimo bloque.

$\mu$  = Media general de la población.

$\alpha_i$  = efecto del i-ésimo nivel de HG.

$\beta_j$  = Efecto del j-ésimo nivel de CE.

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto de la interacción del i-ésimo nivel de HG con el j-ésimo nivel de CE.

$\gamma_k$  = Efecto del k-ésimo bloque (período, 1 y 2).

$\varepsilon_{ijk}$  = Error experimental para los efectos principales del CE y la HG, debido a las medidas repetidas, normal e independientemente distribuido con media 0 y varianza  $\sigma^2$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general, la interacción HG×CE (efecto de la dieta) no afectó las variables evaluadas por lo que se muestran solamente los efectos principales de los factores considerados. En el Cuadro 5 se

muestra el efecto principal de la HG sobre los valores de digestibilidad, evidenciándose que la inclusión de HG a la dieta afectó ( $P < 0,05$ ) la DMS observándose superioridad de 4,38 y 4,76% en las dietas experimentales con 0 y 5% de HG, respectivamente, con respecto a los tratamientos con 10 y 15% de HG. Asimismo, la DAFDN varió en respuesta a la adición de 5% HG a la dieta la cual disminuyó en 14,89% con respecto al control ( $P < 0,05$ ), sin diferencias con los valores obtenidos para las dietas con 10 y 15% de HG (Cuadro 5).

Por el contrario, para el resto de las variables, la inclusión de HG no afectó el coeficiente de digestibilidad total aparente, de la energía y el resto de los nutrientes. El coeficiente de DMS está directamente relacionado con el contenido de fibra presente en la HG, lo que explica la respuesta observada de disminución de la DMS a medida que aumenta la HG (Da Silva *et al.*, 2003).

Los resultados obtenidos se pueden cotejar con otros estudios realizados para determinar la digestibilidad del girasol en dietas para cerdos (Da Silva *et al.*, 2002; Da Silva *et al.*, 2003; Antoszkiewicz *et al.*, 2004). Da Silva *et al.* (2002) observaron un coeficiente de DMS del 56,57% en cerdos en crecimiento alimentados con dietas que contenían hasta 20% de HG, mientras que Da Silva *et al.* (2003), observaron que la DMS fue de 60,43% al evaluar dietas convencionales (maíz-soya) con 20% de semilla entera de girasol. Aunque los estudios citados señalan valores de DMS inferiores a los encontrados en este estudio, específicamente en el realizado por Da Silva *et al.* (2002) se utilizó HG con niveles de inclusión superiores a los evaluados, a lo cual podría atribuirse la diferencia observada. Además, es oportuno mencionar que Da Silva *et al.* (2003) evaluaron semillas enteras de girasol, lo que obviamente repercute sobre las variaciones en los valores de DMS y DAFDN obtenidos y tiene relación con el tipo de subproducto utilizado (Antoszkiewicz *et al.*, 2004).

Comúnmente, aunque la mayoría de los valores de digestibilidad no variaron con las dietas que contenían hasta 15% HG, se evidencia que este ingrediente puede ser incluido hasta esta proporción sin afectar el coeficiente de digestibilidad de la energía y de la mayoría de

Cuadro 5. Efecto de la harina de girasol en dietas para cerdos en crecimiento sobre la digestibilidad total aparente de la energía y los nutrientes.

Variable	Harina de Girasol, %					ET	Probabilidad
	0	5	10	15			
DMS, %	78,48 <sup>a</sup>	78,54 <sup>a</sup>	74,10 <sup>b</sup>	73,78 <sup>b</sup>	1,38	0,02	
DAN, %	72,72	66,27	67,88	74,38	2,40	0,08	
DAGC, %	69,93	72,94	68,48	76,20	2,71	0,21	
DAPC, %	78,90	76,99	76,17	77,71	1,81	0,75	
DAFDN, %	64,91 <sup>a</sup>	50,02 <sup>b</sup>	56,45 <sup>ab</sup>	54,91 <sup>ab</sup>	2,85	0,01	
DAFDA, %	47,12	35,32	36,23	34,23	4,40	0,16	
DACEN, %	19,56	18,97	20,71	15,35	5,05	0,85	
EDA, kcal/kg/MS	3.446,32	3.554,34	3.378,65	3.447,24	53,26	0,19	
EME, kcal/kg/MS	3.316,18	3.389,47	3.210,94	3.288,43	47,86	0,10	

<sup>ab</sup> Letras diferentes indican diferencias significativas.

DMS: Digestibilidad aparente de la materia seca. DAN: Digestibilidad aparente del nitrógeno. DAGC: Digestibilidad aparente de la grasa cruda. DAPC: Digestibilidad aparente de la proteína cruda. DAFDN: Digestibilidad aparente de la fibra de detergente neutro. DAFDA: Digestibilidad de la fibra de detergente ácido. DACEN: Digestibilidad aparente de la ceniza. EDA: Digestibilidad aparente de la energía digestible. EME: Energía metabolizable estimada. ET: Error típico.

los nutrientes de la dieta. No obstante, debe considerarse que el elevado contenido de fibra de la HG está relacionado con bajos niveles de energía digestible y puede comprometer la densidad energética de la dieta, o requerir mayor cantidad de grasa o aceite, tal como se observó en la dietas experimentales utilizadas, para compensar esta deficiencia, lo que puede incrementar los costos (Da Silva *et al.*, 2003), y es una limitante del uso de este ingrediente.

El Cuadro 6, muestra los valores de digestibilidad aparente de la energía y de los nutrientes, donde no se evidencian diferencias significativas atribuibles a la adición del CE, a excepción de la DACEN; la cual disminuyó en 12,06% (P=0,02) al compararla con las dietas sin el CE. Esta disminución en la DACEN contrasta con los resultados de Soria *et al.* (2009), quienes afirman que la adición de enzimas fibrolíticas (pectinasas,  $\alpha$ -glucanasas y hemicelulasas) mejoró la digestibilidad de las cenizas en dietas para cerdos en crecimiento basadas en sorgo y pasta de canola, logrando valores superiores (28-36%) a los obtenidos para esta variable en el presente estudio. Este resultado podría

relacionarse con el ingrediente y tipos de enzimas utilizados.

La ausencia de efecto del CE en la dieta sobre los valores de digestibilidad de los nutrientes se ha evidenciado en estudios previos (Ruiz *et al.*, 2008; Farfán 2010). Aunque el CE utilizado está compuesto de enzimas como proteasas y celulasas que promueven la hidrólisis de las proteínas, así como de los polisacáridos no amiláceos solubles, permitiendo mejorar la actividad de las enzimas digestivas endógenas y por consiguiente aumentando la digestibilidad de los nutrientes (Malathi y Devegowda, 2001), no se observó efecto favorable de su adición a la dieta. Probablemente el CE no mejoró los valores de digestibilidad debido a variaciones en la composición de la dieta, y modo de acción de las enzimas en el tracto gastrointestinal (Jo *et al.*, 2012).

Además, se ha señalado que es necesario que el CE disponga de un sustrato adecuado para que exprese la actividad de las enzimas presentes en el mismo (Wenk, 1992, Sredanovic *et al.*, 2005, Jacela *et al.*, 2010) por lo que es probable

Cuadro 6. Efecto del complejo enzimático en dietas para cerdos en crecimiento sobre la digestibilidad total aparente de la energía y los nutrientes.

Variable	Complejo Enzimático,%			
	0	0,05	ET	Probabilidad
DMS, %	76,24	76,21	1,00	0,98
DAN, %	72,58	68,04	1,74	0,08
DAGC, %	73,50	70,27	1,96	0,25
DAPC, %	78,50	76,39	1,31	0,26
DAFDN, %	59,09	54,06	2,06	0,09
DAFDA, %	40,78	35,67	3,24	0,27
DACEN, %	24,68 <sup>a</sup>	12,62 <sup>b</sup>	3,45	0,02
EDA, kcal/kg/MS	3.464,00	3.449,27	38,59	0,78
EME, kcal/kg/MS	3.321,86	3.280,64	35,08	0,41

<sup>ab</sup> Letras diferentes indican diferencias significativas.

DMS: Digestibilidad aparente de la materia seca. DAN: Digestibilidad aparente del nitrógeno. DAGC: Digestibilidad aparente de la grasa cruda. DAPC: Digestibilidad aparente de la proteína cruda. DAFDN: Digestibilidad aparente de la fibra de detergente neutro. DAFDA: Digestibilidad de la fibra de detergente ácido. DACEN: Digestibilidad aparente de la ceniza. EDA: Digestibilidad aparente de la energía digestible. EME: Energía metabolizable estimada. ET: Error típico.

que la falta de variación en la mayoría de los valores de coeficientes de digestibilidad entre dietas, se deba a que la HG no es el sustrato más adecuado para el CE utilizado. Adicional a esto, de acuerdo a lo encontrado en el análisis realizado para determinar la actividad enzimática del CE sin HG (Cuadro 2), se observa actividad de las proteasas, lo cual no se evidencia al evaluar la actividad con la HG, lo que podría explicar que no haya variación en la DAPC.

Lo anterior podría estar asociado a que la actividad enzimática no es el único factor determinante, pues la estabilidad de las enzimas también tiene influencia (Sredanovic *et al.*, 2005). Estos aspectos, pueden explicar en parte, la falta de variación significativa entre tratamientos atribuible a la adición del CE a las dietas.

Otros autores han encontrado resultados opuestos a los obtenidos en este estudio (Omogbenigun *et al.*, 2004; Ji *et al.*, 2008; Emiola *et al.*, 2009) demostrándose que la digestibilidad de los nutrientes (DMS, DAN, EDA, DAPC, FADN, entre otros), mejora significativamente con la adición del CE lo que podría estar

asociado a la actividad enzimática presente y el ingrediente de la dieta utilizado como sustrato.

## CONCLUSIONES

Los resultados indican que es posible incluir HG en proporciones de hasta 15% sin afectar el coeficiente de digestibilidad total aparente de la energía y la mayoría de los nutrientes de la dieta, aunque con niveles de inclusión superiores al 5% la DMS disminuye. Esta respuesta fue independiente de la adición de un CE a la dieta, cuyo efecto sobre el coeficiente de digestibilidad no se evidenció, lo que puede atribuirse a que el sustrato utilizado no fue adecuado para expresar la actividad de las enzimas presentes en el mismo.

## AGRADECIMIENTOS

A Alltech Venezuela S.C.S por el financiamiento otorgado para la realización de este estudio, así como al personal técnico y obrero de la Sección Laboratorio Porcino de la Facultad de Agronomía en la Universidad Central de

Venezuela (FAGRO-UCV) por su apoyo en las actividades de campo.

### LITERATURA CITADA

- Adeola, O. 2001. Digestion and Balance Techniques in Pigs. In: Swine Nutrition. 2<sup>nd</sup>. Ed. A. J. Lewis and L. L. Southern, (Eds). NewYork. pp. 903-916.
- Antoszkiewicz, Z., J. Tywónczuk and P. Matuszewicz. 2004. Effect in inclusion of sunflower cake and enzymatic preparations diets for growing pigs. *Vet. Med. Zoot.* 26:17-22.
- Ao, X., Q. Meng, L. Yang, H. Kim, S. Hong, J. Cho and I. Kim. 2010. Effects of non- starch polysaccharide-degrading enzymes on nutrient digestibility, growth performance and blood profiles of growing pigs fed a diet based on corn and soybean meal. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 23:1.632-1.638.
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 16<sup>th</sup>ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Washington DC, USA.
- Da Silva, C., J. Pinheiro, N. Fonseca, L. Cabrera, V. Novo, M. Silva, R. Canterie e E. Hoshi. 2002. Farelo de girassol na alimentação de suíno sem crescimento determinação: digestibilidade, desempenho e efeitos na qualidade de carcaça. *Rev. Bras. Zootec.* (Suppl 2): 31. Viçosa.
- Da Silva, C., J. Pinheiro, N. Fonseca, L. Cabrera, E. Hoshi, J. Sarubbi, M. Da Costa, G. Pacheco, H. Telles, C. Hidesimae e N. Souza. 2003. Grao de girassol na alimentação de suínos em crescimento e terminação: digestibilidade, desempenho e efeitos na qualidade de carcaça. *Rev. Cienc. Agr. Londrina.* 24:93-102.
- De Carvalho, D., J. De Freitas, E. Fialho, R. Fonseca, H. Oliveira, P. Azevedo, Z. De Souza and J. Vieira. 2005. Evaluation of sunflower meal on growth and carcass traits of finishing pigs. *Ciênc. Agrotec. Lavras.* 29:208-215.
- Emiola, I., F. Opapeju, B. Slominski and C. Nyachoti. 2009. Growth performance and nutrient digestibility in pigs fed wheat distillers dried grains with soluble-based diets supplemented with a multienzyme. *J. Anim. Sci.*, 87: 2315-2322.
- Farfán, Ch. 2010. Determinación de la digestibilidad de la energía y del nitrógeno de una mezcla de sorgo nacional utilizando un complejo enzimático en gallos adultos y cerdos en crecimiento. Tesis de MSc. Universidad central de Venezuela. Facultad de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. 41 p.
- González, C. 2000. La batata, una alternativa tropical para la alimentación de cerdos en Venezuela. Trabajo de ascenso. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 191 p.
- Hopkins, R. and R. Bird. 1954. The action of some amylase on amylase. *Bioch. J.* 56:86-96.
- INIA. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 2010. Unidad Agroclimatológica. Reporte de Estación Climatológica. Maracay, Venezuela.
- Jacela, J., S. Dritz, J. De Rouchey, M. Tokach, R. Goodband and J. Nelssen, 2010. Effects of supplemental enzymes in diets containing distillers dried grains with soluble on finishing pig growth Performance. *The Professional Animal Scientist* 26:412-424.
- Ji, F., D. Casper, P. Brown, D. Spangler, K. Haydon and J. Pettigrew. 2008. Effects of dietary supplementation of enzyme blend on the ileal and fecal digestibility of nutrients in growing pigs. *J. Anim. Sci.* 86:1533-1543.
- Jo, J., S. Ingale, J. Kim, Y. Kim, K. Kim, J. Lohakare, J. Lee and B. Chae. 2012. Effects of exogenous enzyme supplementation to corn-and soybean meal-based or complex diet on growth performance, nutrient digestibility, and blood metabolites in growing pigs. *J. Anim. Sci.* 90:3041-3048.
- Loera, O. and J. Córdova. 2003. Improvement of xylanase production by a parasexual cross between *Aspergillus niger* strains. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 46:177-181.

- Noblet, J. and J. M. Pérez. 1993. Prediction of digestibility of nutrients and energy values of pig diets from chemical analysis. *J. Anim. Sci.* 71:3389-3398.
- NRC.1998. Nutrient Requirements of Swine. National Research Council. Subcommittee on swine nutrition.10<sup>th</sup>rev.ed. Natl. Acad Press, Washington, D. C: 179 p.
- Makkar, H. P. S. and K. Becker. 1993. Vanillin-HCl method for condensed tannins: effect of organic solvents used for extraction of tannins. *J. Chem. Ecology*, 19: 613-621.
- Malathi, V. and G. Devegowda. 2001. In vitro evaluation of non starch polysaccharide digestibility of feed ingredients by enzymes. *J. Poult. Sci.* 80:302-305.
- Olmos, A. 1987. Enzimas. Reportes de biotecnología. Biotecnología. Edit. Universidad Autónoma Metropolitana de Iztalapa. México. 5.36-39.
- Omogbenigun, F., C. Nyachotiand and B. Slominski. 2004. Dietary supplementation with multienzyme preparations improves nutrient utilization and growth performance in weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 82:1053-1061.
- Parra, F., I. Díaz, C. González, E. Hurtado, S. Garbati y H. Vecchionacce. 2002. Efecto de tres tipos de presentación de alimento preparado con raíz y follaje de yuca (*Manihot esculenta crantz*) sobre la digestibilidad aparente en cerdos. *Rev. Científica, FCV-LUZ.* XII:471-474.
- Pekas, J. 1968. Versatile swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. *J. Anim. Sci.* 27:1.303-1.306.
- Ruíz, U., M. Thomaz, M. Hannas, A. Fraga, P. Watanabe e S. Da Silva. 2008. Complexo enzimático para suínos: digestao, metabolismo, desempenho e impacto ambiental. *R. Bras. Zootec.* 37:458-468.
- SAS. 2002. SAS User's Guide. System for Mixed Models. 5<sup>th</sup>ed. SAS Institute. Cary, EUA.
- Soria, A., G. Mariscal, S. Gómez y J. Cuarón. 2009. Efecto de la adición de enzimas fibrolíticas y una fitasa para cerdos en crecimiento sobre la digestibilidad de nutrientes. *Tec. Pecu. Mex.* 47:1-14.
- Sredanovic, S., J. Levicand and O. Duragic. 2005. Enzyme enhancement of the nutritional value of sunflower meal. *Biotech. Anim. Husb.* 21:197-202.
- Steel, G., H. Torrie and D. Dickey. 1997. Principles and procedures of statistic. A Biometrical Approach. 3<sup>th</sup>Ed. McGraw-Hill Series. pp. 141-155.
- Tepper, R., C. González, R. Figueroa, H. Araque y L. Sulbarán.2012. Efecto de la alimentación con recursos alternativos sobre la cría de cerdos en cama profunda. *Avances en Investigación Agropecuaria.* 16(2): 23-33.
- Van Soest, P. J. and R. H. Wine. 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. *J. Assn. Offic. Anal. Chem.* 50: 50-55.
- Willamil, J., I. Badiola, E. Devillard, P. Geraert and D. Torrallardona. 2012. Wheat-barley-rye-or corn-fed growing pigs respond differently to dietary supplementation with a carbohydrase complex. *J. Anim. Sci.* 90:824-832.
- Wang, J. P., S. M. Hong, L. Yan, J. S. Yoo, J. H. Lee, H. D. Jang, H. J. Kim and I. H. Kim. 2009. Effects of single or carbohydrases cocktail in low-nutrient-density diets on growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics, and carcass traits in growing-finishing pigs. *Livest. Prod. Sci.* 126:215-220.
- Wenk, C. 1992. Enzymes in the nutrition of growing pig. *Profiting Tough Times* (Eds.). In: *PorkTalk.* 2000. Similaridade socioeconômica e desempenho na produção de leite do vaca em municípios do Vale do Taquari – RSBrazil.

## Demografia e grau do perigo de extinção de ovinos da raça Morada Nova

### Demography and endangered of *Morada Nova* sheep breed

### Demografía y peligro de extinción de la raza ovina *Morada Nova*

Maria Norma Ribeiro<sup>1\*</sup>, Janaina Kelli Gomes Arandas<sup>1\*</sup>, Edgard Cavalcanti Pimenta Filho<sup>2</sup>, Regina Cely Benício da Silva<sup>2</sup>, Olivardo Facó<sup>3</sup>, Sérgio Novita Esteves<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia, 52171-900, Recife, PE. \*Correo electrónico: ribeiromn1@hotmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Zootecnia, Brasil.

<sup>3</sup>Embrapa Caprinos e Ovinos, Fazenda Três Lagoas, Estrada Sobral/Groaíras.

<sup>4</sup>Embrapa Pecuária Sudeste.

#### RESUMO

O estudo teve como objetivo avaliar a situação de risco de extinção da raça ovina Morada Nova no estado de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará e São Paulo, Brasil. Foi feito um levantamento do número de animais machos e fêmeas em reprodução por categoria de idade de 36 rebanhos e estimou-se número efetivo ( $N_e$ ) e a taxa de consanguinidade ( $\Delta F$ ). Todos os rebanhos estudados apresentaram  $N_e$  abaixo do valor mínimo estabelecido pela FAO (50) e a taxa de consanguinidade acima da média recomendada pela FAO (1%). O menor valor médio de  $N_e$  (6,66) foi obtido para o estado de São Paulo, reflexo do desequilíbrio entre o número de machos e fêmeas e ausência de um plano de gestão genética adequado. Nos rebanhos dos demais Estados a situação segue a mesma tendência, indicando a necessidade de estabelecimento de um plano de gestão para a raça como um todo, como forma de manutenção da variabilidade genética remanescente.

**Palavras-chave:** Taxa de consanguinidade, variabilidade genética, ovinos.

#### ABSTRACT

The study aimed to evaluate the risk of extinction situation of Morada Nova sheep breed in the state of Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará and São Paulo, Brazil. A survey was made of the number of male and female animals in reproduction by age category of 36 herds and estimated effective number ( $N_e$ ) and inbreeding rate ( $\Delta F$ ). All the studied herds shown  $N_e$  below the minimum value established by FAO (50) and above inbreeding rate recommended by FAO (1%). The lowest average value of  $N_e$  (6.66) was obtained for those herds raised on São Paulo State, result of unbalanced number of males and females and the absence of an appropriate genetic management plan. In remaining states the herds situation follows the same trend, indicating the necessity to establish a integrated genetic management plan for the breed, as a way maintaining the remaining genetic diversity.

**Key words:** Consanguinity rate, genetic variability, sheep.

## RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo evaluar la situación de riesgo de extinción de la raza ovina Morada Nova, en el estado de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará y São Paulo, Brasil. Se realizó una encuesta de la cantidad de machos y hembras en reproducción por categoría de edad de 36 rebaños y se estimó el número efectivo ( $N_e$ ) y la tasa de endogamia ( $\Delta f$ ). En todos los rebaños el  $N_e$  estimado se encuentra abajo del valor mínimo establecido por la FAO (50) y la tasa de consanguinidad por encima del nivel recomendado por la FAO (1%). El valor promedio más bajo de  $N_e$  (6.66) se obtuvo para rebaños del estado de São Paulo, resultado del desequilibrio entre el número de machos y hembras, aunado a la ausencia de un plan de manejo genético adecuado. En los rebaños de los demás estados, la situación sigue la misma tendencia; lo que indica la necesidad de establecer un plan de gestión genética integrado para la raza a fin de mantener la diversidad genética restante.

**Palabras clave:** Tasa de consanguinidad, variabilidad genética, ovejas.

## INTRODUÇÃO

O Brasil possui diversas raças de animais domésticos que foram introduzidas na época da colonização. Entre elas, as raças ovinas que desenvolveram-se lentamente ao longo dos séculos por seleção natural em diferentes ambientes e pela influência do homem, para os quais promoveu a fixação de características únicas de adaptação a tais condições. Atualmente o rebanho ovino brasileiro é de aproximadamente 15 milhões de cabeças, sendo o Nordeste responsável por 58% do efetivo nacional IBGE (2008). A introdução de ovinos tem sido elemento importante para o desenvolvimento rural, notadamente para populações de baixa renda da região Nordeste, onde estima-se que cerca de 85 a 90% desses rebanhos são formados por animais de raças locais deslanadas (Azevedo *et al.*, 2008).

Entre os rebanhos de ovinos deslanados encontrados no Nordeste brasileiro, destacam-se os da raça local Morada Nova. Esta raça foi descrita por Otávio Domingues, durante viagem pelo então Departamento Nacional de Produção Animal, em 1937 no município de Morada Nova

no estado do Ceará (Domingues, 1941), berço de origem da raça. Segundo Facó *et al.* (2008) a formação da raça Morada Nova tem contribuição tanto de carneiros ibéricos quanto africanos, tendo os descendentes certamente sofrido a ação seletiva das forças da natureza.

Por serem animais de pequeno porte e bem adaptados às condições de produção hostis do semiárido nordestino, são importantes nas pequenas propriedades. A raça Morada Nova é explorada para produção de carne e pele com excelente aceitação no mercado e apresenta elevadas taxas de fertilidade mesmo sob condições menos favoráveis (Facó *et al.*, 2008). Apesar da grande importância econômica social e cultural para região Nordeste, a raça Morada Nova encontra-se ameaçada pela introdução de raças exóticas, notadamente a Dorper de origem africana para substituição ou em cruzamentos.

Este tipo de ação, somado á falta de valorização da raça, contribui para perda da variabilidade genética e modificações na estrutura da população. Cada raça representa uma combinação única de genes. Por tanto, a perda de um único tipo dessa raça prejudica o acesso os seus genes e combinações genéticas que poderão ser úteis no futuro. Entre os fatores que mais contribuem para a perda de variabilidade genética em uma população animal está à fragmentação desta população, pois acarreta na formação de subgrupos com número de indivíduos reduzidos, levando ao acasalamento de indivíduos aparentados e favorecendo o aumento de genótipos homocigotos ao longo das gerações (Laat, 2001 e Cervantes *et al.*, 2008).

Desta forma, o estudo demográfico é importante medida para a compreensão da estrutura populacional e seus possíveis reflexos sobre a variabilidade genética existente, determinando assim a situação de risco da raça. Para avaliar este tipo de situação o número efetivo e a taxa de consanguinidade são os principais parâmetros para se avaliar esta situação.

O objetivo neste trabalho foi avaliar a situação do risco de extinção rebanhos de ovinos da raça Morada Nova, nos Estados do Brasil onde ela ocorre em maior frequência, como forma de gerar informações úteis para a estruturação de

um programa de conservação e melhoramento genético para a raça.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 36 rebanhos de ovinos da raça ovina Morada Nova distribuídos nos estados de Pernambuco (n=3), Paraíba (n=7), Rio Grande do Norte (n=8), Ceará (n=14) e São Paulo (n=4), Brasil. Foi realizado o levantamento do número de reprodutores machos e fêmeas de 36 rebanhos. Esses dados foram utilizados para calcular número efetivo ( $N_e$ ), utilizando a fórmula  $N_e = (4N_m \times N_f)/(N_m + N_f)$ , sendo  $N_m$  e  $N_f$  a representação do número de machos e números de fêmeas utilizados na reprodução, respectivamente e a taxa de consanguinidade, utilizando a fórmula:  $\Delta F = 1/2N_e$ , onde  $N_e$  = número efetivo, principais parâmetros utilizados para avaliar estado de conservação de populações pequenas e não genealógicas, conforme descrito por Alderson e Bodó (1992).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do Número de machos ( $N_m$ ), Número de fêmeas ( $N_f$ ), Número efetivo ( $N_e$ ) e Taxa de consanguinidade ( $\Delta F$ ) dos 36 rebanhos de ovinos da raça Morada Nova distribuídos no Brasil, encontram-se na Tabela 1.

Observou-se que todos os rebanhos apresentaram tamanho efetivo inferior ao valor mínimo recomendado pelo FAO (1998), que é de 50. Os rebanhos do estado de São Paulo apresentaram o menor  $N_e$ , variando de 3,90 á 11,43, quando comparados aos rebanhos de outros estados. Valores de  $N_e$  abaixo do valor mínimo recomendado pela FAO foram encontrados por Rodrigues *et al.* (2009) em estudos da estrutura populacional de um rebanho da raça Morada Nova no estado do Ceará. Esses resultados refletem a realidade da criação de ovinos na maior parte do Brasil, particularmente na região nordeste onde predomina a criação de pequenos rebanhos. A maioria deles utiliza um ou poucos reprodutores se tratando de uma raça com poucos rebanhos, estes resultados indicam a necessidade de um plano de gestão genética para a raça, de forma a elevar o número efetivo, principalmente por meio de estratégias que permitam a utilização de um

maior número de reprodutores e fomentem o rodízio de reprodutores entre os vários rebanhos.

A ausência de um plano de gestão genética para a raça fatalmente resultará na perda de variabilidade genética, uma vez que valores superiores de  $N_e$  são importantes para a garantia da manutenção dessa variabilidade ao longo das gerações (Alderson e Bodó, 1992).

Foram encontradas taxas de consanguinidade acima da média recomendada pela FAO, que é de 1%, para os 36 rebanhos estudados, fato esperado, uma vez que a taxa de consanguinidade é inversamente proporcional ao  $N_e$ . A falta de fluxo gênico e de controle rigoroso dos acasalamentos são uns dos fatores que mais contribuem para o aumento da taxa de consanguinidade em populações.

O número total de animais contabilizadas nos 36 rebanhos avaliados foi 3.019 matrizes e 126 reprodutores. Se estes rebanhos estivessem perfeitamente conectados e mantendo um adequado fluxo gênico isto poderia corresponder ao um tamanho efetivo de 483,81 (Tabela 1), minimizando possível perda adicional de variabilidade genética. Todavia, não é razoável considerar que os rebanhos estejam em completo isolamento, posto que a maioria dos criadores tem o conhecimento empírico dos efeitos da endogamia e buscam, dentro do possível, trocar seus reprodutores periodicamente.

Assim, o verdadeiro tamanho efetivo desta população deve estar entre 12,88 (supondo o completo isolamento entre os rebanhos) e 483,81 (caso houvesse um adequado fluxo gênico entre os rebanhos). Esse valor se aproxima de 323, estimado a partir de chip de 50.000 marcadores SNPs e utilizando amostra de 22 animais Morada Nova da mesma população por Kijas *et al.* (2012). Isto indica que o número efetivo obtido a partir do número de machos e fêmeas em reprodução é um bom indicador do valor real da população e pode ser obtido com recursos reduzidos.

A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2012) classifica o risco de extinção de uma raça em oito categorias. Em ordem decrescente de risco, as categorias são: extinta, crioconservada, crítica, crítica-mantida, ameaçada, ameaçada-

Tabela 1. Número de machos ( $N_m$ ), Número de fêmeas ( $N_f$ ), Número efetivo ( $N_e$ ) e Taxa de consanguinidade ( $\Delta F$ ), de acordo com rebanho/estado.

Estado	$N_m$	$N_f$	$N_e$	$\Delta F$
Pernambuco	1	42	3,90	0,128
Pernambuco	2	200	7,92	0,063
Pernambuco	5	110	17,39	0,028
Paraíba	5	100	19,04	0,026
Paraíba	1	15	3,75	0,133
Paraíba	8	192	30,72	0,016
Paraíba	2	15	7,05	0,070
Paraíba	2	110	7,14	0,070
Paraíba	3	140	11,74	0,042
Paraíba	8	300	31,16	0,016
Rio Grande do Norte	1	20	3,80	0,132
Rio Grande do Norte	3	60	11,42	0,043
Rio Grande do Norte	12	200	45,28	0,011
Rio Grande do Norte	5	115	19,16	0,026
Rio Grande do Norte	2	40	7,61	0,065
Rio Grande do Norte	1	40	3,90	0,128
Rio Grande do Norte	3	97	11,64	0,042
Rio Grande do Norte	3	10	9,23	0,054
Ceará	2	72	7,78	0,064
Ceará	2	198	7,92	0,063
Ceará	7	35	23,33	0,021
Ceará	3	50	11,32	0,044
Ceará	5	140	19,31	0,025
Ceará	2	40	7,61	0,065
Ceará	6	50	21,42	0,023
Ceará	1	80	3,95	0,126
Ceará	1	12	3,69	0,135
Ceará	2	60	7,74	0,064
Ceará	5	150	19,35	0,025
Ceará	1	20	3,80	0,131
Ceará	12	106	43,11	0,011
Ceará	3	32	10,97	0,045
São Paulo	1	41	3,90	0,128
São Paulo	1	43	3,91	0,128
São Paulo	2	24	7,38	0,068
São Paulo	3	60	11,43	0,044
<b>Média Geral</b>	<b>3,45</b>	<b>82,73</b>	<b>12,88</b>	<b>0,080</b>
<b>Totais</b>	<b>126</b>	<b>3,019</b>	<b>483,80</b>	<b>2.303</b>

mantida, vulnerável e fora de risco. Além destas categorias existem as raças cuja situação é completamente desconhecida. Os resultados do presente estudo apontam para a existência de mais de três mil matrizes sob acasalamento e colocam a raça Morada Nova na categoria de vulnerável à extinção, segundo a classificação dada pela FAO (FAO, 2012). Isto indica a necessidade de um manejo mais integrado da população viabilizando formas que permitam a utilização de um maior número de reprodutores e a troca desses reprodutores entre os rebanhos, permitindo a transferência de genes de uma população para outra, o fluxo gênico com foco no desenvolvimento de um plano de conservação e melhoramento genético adequados a atual situação da raça.

## CONCLUSÕES

A raça Morada Nova encontra-se em situação de vulnerabilidade à extinção é particularmente preocupante o baixo número efetivo dos rebanhos com conseqüente aumento na taxa de consanguinidade.

Verificou-se, portanto, a necessidade de um plano de gestão genética que tenha como meta a manutenção da variabilidade genética intrarracial por meio do aumento do número efetivo e conseqüente diminuição da consanguinidade.

## AGRADECIMENTOS

Ao Banco do Nordeste do Brasil e à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alderson, L. e I. Bodó. 1992. Genetic Conservation of domestic Livestock, Redwood Press Ltd, Melksham. Vol 2.
- Azevedo, D. M., D. C. Silva e R. S. Pessoa. 2008. A Ovinocultura no Mundo e no Brasil: Uma Realidade. Disponível on-line: <http://www.ufpi.br>. [Jun. 28, 2013].
- Cervantes, I., A. Molina, F. Goyache, J. P. Gutiérrez, and M. Valera. 2008. Population history and genetic variability in the Spanish Arab Horse assessed via pedigree analysis. *Livestock Science*, 113 pp. 24-33.
- Domingues, O. 1941. Carneiro deslanado de Morada Nova. *Boletim de Brasileira de Agronomia*, v. 4, n. 1, 122 p.
- Facó, O., S. R., Paiva, L. R. N, Alves, R. N. B, Lobo e L. C. V. Villela. 2008. Raça Morada Nova: Origem, Características e Perspectivas. Sobral, CE: EMBRAPA-CNPC, 43 p.
- FAO. Food and Agriculture Organization. 2012. Guidelines for the In Vivo Conservation of Animal Genetic Resources (Draft). Rome: FAO. 160 p.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 1998. Secondary guidelines for development of national farm animal genetic resources management plans. Management of small populations at risk. J. A. Woolliams., G. P. Gwaze, T. H. E. Meuwissen, D. Planchenault, J.-P. Renard, M. Thibier, and H. Wagner. ed. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Online. Disponível on-line: <http://dad.fao.org/en/refer/library/guidelin/sml-popn.pdf>. [Jun. 19, 2013].
- IBGE. Censo Agropecuário 1995 – 1996. 2008. Rio de Janeiro: IBGE, n. 12. 230 p.
- Kijas, J. W., J. A. Lenstra, B. Hayes, S. Boitard, L. R. Porto Neto, M. San Cristobal, B. Servin, R. McCulloch, V. Whan, K. Gietzen, S. Paiva, W. Barendse, E. Ciani, H. Raadsma, J. McEwan, B. Dalrymple. 2012. Genome-Wide Analysis of the World's Sheep Breeds Reveals High Levels of Historic Mixture and Strong Recent Selection. *PLoS Biol* 10(2): e1001258. doi:10.1371/journal.pbio.10012.
- Laat, D. M. 2001. Contribuição genética de fundadores e ancestrais na raça Campolina. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 34 p.
- Rodrigues, D. S., M. N. Ribeiro, S. M. P. Oliveira, F. A. M. Lima, A. B. S. Villarroel, A. C. L. Pacheco e L. H. Santos. 2009. Estrutura populacional de um rebanho da raça morada nova como contribuição para a conservação. *Ciência Animal (UECE)*, v. 19, pp. 103-110.

## Similaridade socioeconômica e desempenho na produção de leite do vaca em municípios do Vale do Taquari – RS Brazil

### Socioeconomic similarity and performance in the production of cow's milk in municipalities of Vale do Taquari – RS Brazil

### Similitud socioeconómica y el rendimiento en la producción de leche en el valle de Taquari – RS Brasil

<sup>1,2</sup>Tiago Guerra, <sup>\*1,2</sup>Elpidio Oscar Benitez Nara, <sup>1,2</sup>João Carlos Furtado, <sup>1,2</sup>Rafael Alvise Alberti, <sup>2,3</sup>Lisianne Brittes Benitez, <sup>4</sup>Carlos Candido da Silva Cyrne

<sup>1</sup>Programa de Mestrado em Sistemas e Processos Industriais. <sup>2</sup>Universidade de Santa Cruz do Sul. <sup>3</sup>Programa de Mestrado em Tecnologia Ambiental. <sup>4</sup>Unidade Integrada Vale do Taquari de Ensino Superior. Av. Independência 2293, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. \*Correio eletrônico: elpidio@unisc.br

#### RESUMO

Diante do crescimento da produção de leite do vaca no Brasil e sua importância econômica, buscou-se verificar se a similaridade socioeconômica dos municípios é refletida no desempenho da produção de leite verificando se existe igualdade na relação das atividades. Foram analisados dados de municípios do Vale do Taquari - RS Brasil, através de seus indicadores de desenvolvimento socioeconômico para identificar a similaridade entre os mesmos utilizando as técnicas de Análise de Componentes Principais (PCA) e Análise de Agrupamentos Hierárquicos (HCA). Dados da produção de leite nos municípios foram tabulados para exploração, análise e posterior cruzamento com resultados da similaridade econômica. Determinado que existe similaridade entre as cidades e suas economias, mas não necessariamente vinculada à produção leiteira do vaca.

**Palavras-chave:** Desempenho socioeconômico, Lacteos, produção de leite.

#### ABSTRACT

In view of the increase in milk production in Brazil and their economic importance, a study was carried out to verify whether the socio-economical similarity of municipalities is reflected in the performance of milk production and whether there is equality in relationship of activities. The data of municipalities in the Taquari Valley, Rio Grande do Sul, Brazil, were analyzed through their socio-economic development mentioned indicators to identify the similarities between the using the Principal Component Analysis techniques (PCA) and Hierarchical Cluster Analysis (HCA). Milk production data in the municipalities were tabulated for exploration, analysis and subsequent crossing with results of economic similarity. The study determined that there is similarity between the municipalities and their economies, but this is not necessarily linked to milk production.

**Key words:** Socioeconomic performance, Dairy, milk production.

## RESUMEN

Dado el crecimiento de la producción de leche de vaca en Brasil y su importancia económica, un estudio para verificar si la similitud socioeconómica de los municipios se refleja en el rendimiento de la producción de leche comprobando si hay igualdad en la relación de las actividades. Los datos se analizaron en el valle de Taquari municipios RS-Brasil, a través de sus indicadores de desarrollo socioeconómico para identificarlas similitudes entre ellas utilizando las técnicas de componentes principales (PCA) de análisis y análisis Cluster jerárquico (HCA). Se tabularon los datos de la producción de leche en los condados de exploración, análisis y posterior cruce con resultados económicos similares. Se determinó que hay similitud entre las ciudades y sus economías, pero no necesariamente ligada a la producción de leche de vaca.

**Palabras clave:** Desempeño socioeconómico, Lácteos, producción de leche.

## INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos o Vale do Taquari- Rio Grande do sul- Brasil, tem se desenvolvido de tal forma que fica evidente o crescimento econômico dos 36 municípios que o compõem. Localizado na região central do estado do Rio Grande do Sul, conforme Figura 1, distante em média 150 km de Porto Alegre, Brasil, tem 4.821,1km<sup>2</sup> de área (1,71% da área do estado) e conta com 327.822 habitantes (3,07% do estado – Censo demográfico 2010).

O crescimento pode ser avaliado principalmente pela quantidade de municípios emancipados, dos municípios de origem formando nos últimos 25 anos, 19 novos municípios. A emancipação permite analisar as economias de especialização, tendendo estes municípios a formarem *clusters* de acordo com comportamentos econômicos similares.

De acordo com pesquisa realizada, o leite é fonte de renda de aproximadamente 13.000 famílias da região, reforçando a importância econômica deste mercado (Banco de Desenvolvimento Regional, 2011-BDR). Estima-se que 12,5% da produção de leite (1 milhão de litros por dia) do

Rio Grande do Sul seja oriunda da região do Vale do Taquari.

A análise de dados econômicos e de desenvolvimento do vale através de cruzamento das informações pode nos trazer o quão similar um determinado município é com outros, podendo assim, a partir da troca de informação de determinadas políticas públicas, contribuir para o fortalecimento do outro, tendendo a potencialização econômica do Vale como um todo. Tem-se por hipótese de que municípios similares em termos econômicos tenham desempenhos semelhantes no que diz respeito à produção de leite e que existe correlação entre o desenvolvimento socioeconômico e os indicadores da produção de leite na região.

### Desenvolvimento das cidades

Os municípios dependem do planejamento para melhorar as políticas de desenvolvimento de suas economias. O estudo e análise de setores importantes para a economia local é importante para melhorar a precisão dos planos.

O planejamento estratégico se encontra mais presente no planejamento das cidades através de uma abordagem de estratégias de desenvolvimento. Mais de 200 cidades em todo o mundo vem adotando esta abordagem que apresenta o envolvimento participativo dos atores locais na criação de uma visão baseada em uma análise de perspectivas da cidade, compreendendo uma implementação e avaliação econômica (Kim, 2002, Rasoolimanesh *et al.*, 2011).

Diferentes fatores devem ser considerados para o processo de planejamento ser bem sucedido. Deve-se buscar a homogeneidade entre objetivos e viabilidade prática e a inserção das partes interessadas, tendo isto como fundamental para o sucesso devido que estes dominam os recursos necessários para o planejamento eficaz (Graaf and Dewulf, 2010).

Um plano só será bem sucedido se considerar diferentes fatores de sucesso no processo de planejamento. Atingir um equilíbrio entre objetivos e viabilidade prática, bem como a participação das principais partes interessadas, sendo isto necessário para o sucesso. A participação das partes interessadas é fundamental, porque

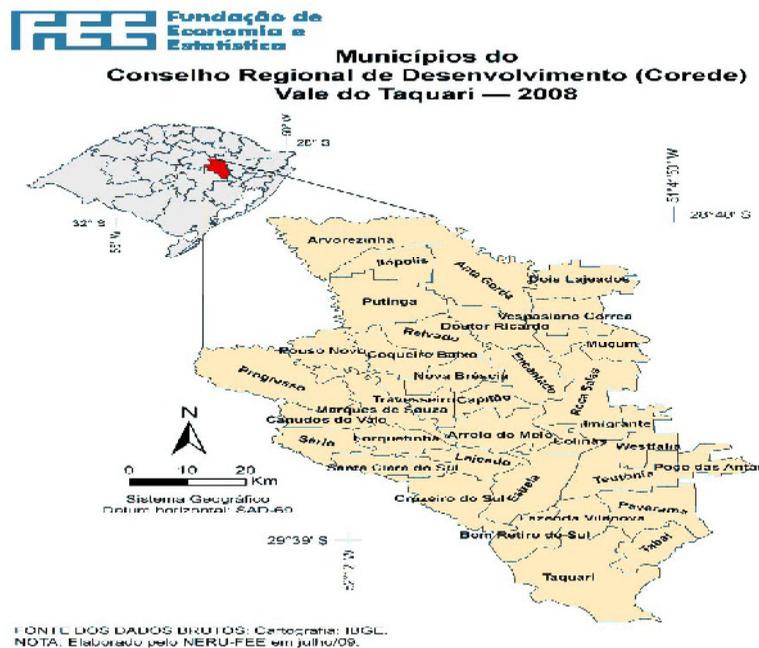


Figura 1. Posição Geográfica do Vale do Taquari RS-Brasil  
 Fonte: Adaptado pelo autor de FEE, 2013.

estes dominam os recursos primordiais para a implementação eficaz (Graaf and Dewulf, 2010).

O Estado deve realizar investimentos consistentes em regular o comércio privado, o que é uma pré-condição para a aceitação de normas, cumprimento de contratos, resolução de conflitos e de um comércio justo. Enquanto estes regulamentos podem aumentar os custos contabilizados pelos produtores, estes devem ser compensados através de maiores preços, pagos por receber formação, acesso ao crédito formal, incorporação na economia formal e aumento da qualidade dos produtos (Waldron *et al.*, 2011).

Para se desenvolver uma formulação estratégica de sucesso junto ao município são necessárias a capacitação e o desenvolvimento do conhecimento dos envolvidos, pois uma boa análise estratégica e sua formulação pode ser conseguida através da participação com envolvimento das partes interessadas (Thompson *et al.*, 1990; Mintzberg, 1994; Steinberg, 2005).

### A produção de leite

O ambiente econômico encontra-se em constante evolução provocando a transformação

dos negócios em todos os seus âmbitos. Especificamente, na área da produção de leite desde o início dos anos 90, foram de alterações significativas, saindo de um controle estatal sobre os preços, que vigorava desde a década de 50, para uma liberação dos mesmos. A partir disto houve a necessidade de pensar a cadeia de produção criando assim um novo perfil para o setor, confirmando isto Souza (2011) afirma que “a reorganização do setor leiteiro é movida pela exigência de um mercado competitivo”. Passou a ser necessário um controle intenso e pormenorizado das atividades sendo maiores as exigências em função da escala de produção, bem como da adoção de novas regras referentes à qualidade do produto e dos processos, a adoção de novos padrões tecnológicos e de gestão que nem sempre é acompanhado, principalmente, pelos pequenos produtores.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de geografia e estatística-IBGE (2011) o Brasil ocupa a sexta posição mundial na produção de leite, ficando atrás da União Europeia, Índia, Estados Unidos, China e Rússia. Sendo que o país tem o terceiro maior rebanho de vacas em lactação, isto já aponta para um problema que é a menor produtividade do rebanho brasileiro,

mesmo quando a comparação é com a Argentina (13,60 l/vaca/dia), de acordo com Souza (2011), o desempenho brasileiro é ruim (4,37 l/vaca/dia).

França (2006) apresenta considerações sobre a importância socioeconômica da atividade leiteira brasileira, pois emprega um expressivo contingente de mão de obra, gera excedentes comercializáveis e garante renda para os produtores em grande parte dos municípios brasileiros. A produção de leite encontra-se dispersa por todo o território nacional e é caracterizada pela presença de uma diversidade: de tamanhos de propriedades, de tipos de produtores, de rebanho, de tecnologias (Carvalho *et al.*, 2007) podendo ser constatadas assimetrias, sendo importante, portanto, conhecer a realidade do Vale do Taquari.

Fazendo a análise da produção brasileira de leite é possível constatar que se destacam os estados de Minas Gerais (27,3%), Rio Grande do Sul (12,1%) e Paraná (11,9%). Segundo os dados do Instituto Brasileiro de geografia e estatística-IBGE (2011) a maior produtividade é alcançada no Rio Grande do Sul com 2.536 litros/vaca/ano, seguido de Santa Catarina com 2.478 litros/vaca/ano e Paraná com 2.404 litros/vaca/ano. Com base no Plano de Implantação - Política Industrial Desenvolvimento Econômico do Rio Grande do Sul, e nos dados publicados pelo IBGE, é possível constatar que no Estado do RS existem mais de 120 mil estabelecimentos familiares envolvidos com a produção de leite, sendo a atividade presente em mais de 90% dos municípios gaúchos.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de geografia e estatística - IBGE (2011) o Estado do Rio Grande do Sul tem uma produção anual de 4 bilhões litros respondendo por 12% da produção nacional. Em termos de valores o setor movimenta algo próximo de 6 bilhões de reais. No Vale do Taquari estima-se que sejam produzidos cerca de 1 milhão de litros de leite por dia correspondendo a 12,5% da produção do Estado. Segundo Silva *et al.* (2005) a produção de leite é uma atividade que apresenta a capacidade de manter a população no meio rural o que potencializa os seus efeitos sobre as economias locais. Números como estes justificam a atenção que deve ser dispensada ao setor.

No que diz respeito à agricultura, caracteriza-se pela produção em pequenas propriedades. No Rio Grande do Sul o tamanho médio das propriedades que produzem leite é, segundo Machado (2001), de aproximadamente 20 ha. Os estabelecimentos agrícolas estão concentrados no grupo de área com menos de 100 ha, apresentando um elevado percentual de estabelecimentos em áreas inferiores a 10 ha. A produção primária da região está intimamente ligada ao processo de transformação agroindustrial. Os produtos de origem no setor primário são praticamente todos beneficiados nas empresas privadas ou cooperativas agroindustriais da própria região.

Dentre as diversas agroindústrias processadoras de produtos primários produzidos na região também merece destaque a agroindústria de laticínios. Este setor agroindustrial é composto por indústrias privadas e por duas grandes cooperativas. Além do processamento simples de pasteurização e embalagem do leite *in natura* para consumo, este setor agroindustrial é responsável pela produção de vários derivados, que exigem o emprego de tecnologias e recursos humanos mais qualificados, destacando-se o leite em pó.

Também são produzidos queijos, manteiga, iogurte e outros derivados. A produção é vendida para os centros urbanos do Estado do Rio grande do sul-RS e de outros Estados do país, inclusive, no mercado externo.

### **Análise multivariada**

A análise multivariada analisa, transforma e organiza o conjunto dimensional dos dados, facilitando assim a visualização das informações intrínsecas nos dados. Existem duas técnicas mais conhecidas para realização da an, são as análises de agrupamento hierárquico (HCA) e as análises de componentes principais (PCA) (Panero *et al.*, 2009).

Segundo Moura *et al.* (2006) a HCA é usada para classificar objetos (amostras) pelos valores de um conjunto de variáveis, dentro de um grupo. A distância entre os pontos (amostras ou variáveis) reflete a similaridade de suas propriedades. O método relaciona as amostras de forma que as mais semelhantes são agrupadas entre si.

Ainda conforme Moura *et al.* (2006) e Panero *et al.* (2009) a análise de componentes principais (PCA) é uma técnica/método de análise multivariada baseada nas combinações lineares das variáveis originais. É um método exploratório porque auxilia na elaboração de hipóteses gerais a partir dos dados coletados. Ela é capaz de separar a informação importante da redundante e aleatória. Em uma análise de componentes principais, o agrupamento das amostras define a estrutura dos dados pela construção gráficos de “scores” e “loading”, cujos eixos são componentes principais (PCs) nos quais os dados são projetados.

### Bibliometria

A partir do levantamento de publicações na literatura científica especializada buscou-se verificar os estudos da técnica de análise multivariada e da aplicação destes no setor lácteo (Figura 2).

Observou-se um número muito baixo de publicações que estudem o setor lácteo no Brasil, como pode ser visto nas publicações do ENEGEP no período de 2000 a 2013. Já no portal de periódicos da Coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior-CAPES verificou-se um crescimento das publicações na busca realizada pelo termo “produção de leite”. Na pesquisa realizada a partir dos termos das técnicas de análise escolhidas, há um número considerável de publicações, o que nos leva

a inferir que a técnica é bem difundida e muito utilizada. Nas buscas realizadas termo “milkproduction” percebeu-se uma crescente de publicações nos últimos anos, o que reforça a importância do setor à nível mundial.

### MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo, foram utilizadas as técnicas de análises multivariadas aplicadas ao conjunto de dados formados por dez (10) variáveis medidas em trinta e seis (36) cidades do Vale do Taquari, a fim de verificar a similaridade dos municípios que compõem este Vale. Para a manipulação da matriz e realização das análises multivariadas foi utilizado o *software*Past na versão 2.17C. De mesma forma, analisou-se os dados da produção leiteira dos municípios, considerando-se para análise seis (06) variáveis dos mesmos 36 municípios do Vale do Taquari, cruzando-os com a análise socioeconômica.

Em seguida, tabulou-se dados da produção leiteira dos municípios do Vale do Taquari junto ao Instituto Brasileiro de geografia e estatística-IBGE e a Empresa de assistência técnica e extensão rural Do Rio grande do Sul- EMATER/RS e realizou-se um estudo comparativo dos resultados de similaridade dos municípios e a produção apresentada entre eles. A comparação de similaridade se deu através da construção de planilhas de dados.

	PALAVRA-CHAVE											
	Milk Production	média ano	Produção de Leite	média ano	Produção Leiteira	média ano	Análise Multivariada	média ano	Principal Component Analysis	média ano	Dairy Farm	média ano
BASE	2000 - 2004 = 3	1	2000 - 2004 = 15	3	2000 - 2004 = 7	1	2000 - 2004 = 19	4	2000 - 2004 = 6	1	2000 - 2004 = 0	0
	2005 - 2008 = 0	0	2005 - 2008 = 8	2	2005 - 2008 = 2	1	2005 - 2008 = 20	5	2005 - 2008 = 6	2	2005 - 2008 = 0	0
	2009 - 2013 = 2	0	2009 - 2013 = 4	1	2009 - 2013 = 0	0	2009 - 2013 = 10	2	2009 - 2013 = 1	0	2009 - 2013 = 0	0
ENERGALD	2001 - 2003 = 77	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2004 - 2007 = 204	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2008 - 2014 = 530	76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PERIÓDICOS	1992 - 2000 = 4837	537	2000 - 2005 = 403	67	2000 - 2005 = 46	8	2000 - 2005 = 316	53	2000 - 2004 = 43059	8612	2002 - 2005 = 8607	2152
	2001 - 2007 = 53152	7593	2006 - 2008 = 579	193	2006 - 2009 = 114	29	2006 - 2009 = 620	155	2005 - 2010 = 82473	13746	2006 - 2010 = 15256	3051
	2008 - 2014 = 84675	12096	2009 - 2014 = 1379	230	2010 - 2014 = 96	19	2010 - 2014 = 930	186	2011 - 2014 = 266	67	2011 - 2014 = 13804	3451
SCOPUS (Elsevier)	2000 - 2006 = 573	82	2000 - 2005 = 217	36	2000 - 2006 = 26	4	2000 - 2005 = 156	26	1993 - 2002 = 70843	7084	1995 - 2000 = 3865	644
	2007 - 2009 = 480	160	2006 - 2008 = 328	109	2007 - 2009 = 46	15	2006 - 2008 = 294	98	2003 - 2006 = 53592	13398	2001 - 2007 = 7117	1017
	2010 - 2014 = 911	182	2009 - 2014 = 555	93	2009 - 2014 = 41	7	2009 - 2014 = 550	92	2007 - 2014 = 145159	18145	2007 - 2014 = 12553	1569

Figura 2. Análise bibliométrica.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de BDR (2011).

Os dados para análise foram retirados do Banco de Desenvolvimento Regional - BDR (2011), com ano base de 2008, a fim de mensurar o desenvolvimento socioeconômico. O Vale do Taquari situa-se as margens do rio Taquari e afluentes, compreendidos entre Arvorezinha e Taquari, alcançando ao oeste, até os municípios de Progresso e Sério e, ao leste, até Poço das Antas e Paverama. Os municípios que compõem o Vale do Taquari são: Anta Gorda (AG), Arroio do Meio (AM), Arvorezinha (Arv), Bom Retiro do Sul (BRS), Canudos do Vale (CV), Capitão (Cap), Colinas (Col), Coqueiro Baixo (CB), Cruzeiro do Sul (CS), Dois Lajeados (DL), Doutor Ricardo (DR), Encantado (Enc), Estrela (Est), Fazenda Vilanova (FV), Forquetinha (For), Ilópolis (Ilo), Imigrante (Imi), Lajeado (Laj), Marques de Souza (MS), Muçum (Muc), Nova Bréscia (NB), Paverama (Pav), Poço das Antas (PA), Pouso Novo (PN), Progresso (Pro), Putinga (Put), Relvado (Rel), Roca Sales (RS), Santa Clara do Sul (SCS), Sério (Ser), Tabaí (Tab), Taquari (Taq), Teutonia (Teu), Travesseiro (Tra), Vespasiano Corrêa (VC) e Westfalia (Wes).

Utilizou-se para a análise de dados a técnica de análise multivariada, que executa a avaliação das amostras e das variáveis como um todo. Foi aplicado o *software* Past 2.17C para análise de componentes principais. Em virtude da grande variação das grandezas dos dados, antes da análise as informações foram trazidas à mesma escala, evitando assim distorção das informações.

Para montagem do dendograma da HCA não houve pré-processamento dos dados, entretanto foi utilizado o método GOWER (referência) para esta compensação. Um dendograma é apresentado para mostrar os resultados.

A análise consiste no método descrito para análise multivariada, contemplando as amostras (municípios) com suas variáveis (indicadores) formando um cruzamento de informações que nos tornará qual dos municípios apresenta melhor relacionamento e maior similaridade entre os demais municípios da análise.

Para a análise e comparação dos municípios apresentam-se indicadores de desenvolvimento de renda (IDSR) e educação (IDSE). Análise da população urbana (PopUrb) e rural (PopRur), quantidades de indústrias (n<sup>o</sup>I), empresas de

serviços (n<sup>o</sup>S) e agropecuária (n<sup>o</sup>A). Também é considerado o produto interno bruto *per capita* (PIBCap) e valor adicionado bruto também dividido por setor de atividade econômica como Indústria (VABI), serviços (VABS) e também o índice Agropecuário (VABA). Estes indicadores estão disponíveis para consulta no BDR(2011). A Figura 3 demonstra as amostras e as variáveis analisadas.

Para a atividade leiteira buscou-se os indicadores de produção dos municípios junto aos órgãos competentes os quais podemos apresentar os dados abaixo de acordo com o Censo Agropecuário de 2006. Em virtude da análise econômica dos municípios ter sido realizada com ano base 2008 verificaram-se indicadores de leite com este ano base, mas afim de referência concreta utilizou-se a base do Censo de 2006, sendo que os números não destoaram consideravelmente a ponto de interferir nos resultados das análises.

Considerou-se para verificação a quantidade de produtores rurais de cada município e a quantidade de produtores rurais que realizam a atividade leiteira, bem como o número de vacas ordenhadas e o volume de leite produzido. Sendo que para análise estes dados foram convertidos em média de produção de leite por vaca por dia para que a variação não linear de quantidades de cada cidade não interferisse na análise. Também se gerou a informação de média de vacas por propriedade.

Para a análise de similaridades da produção de leite dos municípios do Vale, selecionou-se variáveis apresentadas na Figura 4, sendo elas o número de estabelecimentos produtores de leite (1), vacas per capita (2), vacas ordenhadas (3), média de leite por vaca dia (305 dias) (4), média de vacas por propriedade (5) e área (ha) de pastagem natural (6).

Em análise ao primeiro gráfico gerado, apresentou-se a necessidade de excluir a amostra Taquari e Progresso, sendo que as mesmas possuem comportamento muito diferente as demais cidades, interferindo na análise de similaridade.

Montou-se nova matriz para a análise de componentes principais, apresentada pela

	IDSR	PopUrb	PopRur	PIBcap	VABI	VABA	VABS	n <sup>º</sup> I	n <sup>º</sup> A	n <sup>º</sup> S
AG	0,76	0,38	0,62	14989,48	8,13	46,61	45,26	21,00	32,00	5,00
AM	0,81	0,78	0,22	24374,98	48,03	9,21	42,75	152,00	202,00	19,00
Arv	0,66	0,61	0,39	10241,28	9,42	36,57	54,01	52,00	66,00	6,00
BRS	0,66	0,80	0,20	10194,27	34,25	9,02	56,72	72,00	58,00	17,00
CdV	0,52	0,23	0,77	10137,12	5,40	50,08	44,53	3,00	4,00	1,00
Cap	0,63	0,44	0,56	13266,29	5,32	56,17	38,51	8,00	17,00	20,00
Col	0,68	0,46	0,54	12394,64	8,24	46,68	45,08	15,00	13,00	3,00
CB	0,56	0,18	0,82	10090,98	4,93	50,43	44,65	1,00	5,00	1,00
CS	0,68	0,61	0,39	11817,97	22,74	25,29	51,98	63,00	50,00	30,00
DL	0,73	0,48	0,52	16448,92	12,42	43,25	44,33	23,00	29,00	9,00
DR	0,68	0,34	0,66	12590,20	12,85	46,02	41,12	11,00	9,00	4,00
Enc	0,80	0,87	0,13	18706,16	38,61	4,97	56,42	142,00	248,00	6,00
Est	0,81	0,85	0,15	18817,25	34,16	9,35	56,49	205,00	265,00	24,00
FV	0,91	0,54	0,46	33534,80	43,51	15,68	40,81	22,00	11,00	8,00
For	0,60	0,19	0,81	11405,00	14,91	43,90	41,19	11,00	7,00	4,00
Iltop	0,66	0,54	0,46	11655,11	12,97	37,62	49,42	24,00	26,00	4,00
Imi	0,73	0,50	0,50	23968,38	36,36	25,94	37,69	24,00	25,00	4,00
Laj	0,88	1,00	0,00	22785,00	33,00	0,92	66,08	398,00	1070,00	21,00
MS	0,67	0,38	0,62	10799,22	10,19	37,43	52,38	24,00	32,00	11,00
Muc	0,71	0,84	0,16	14981,96	30,40	14,87	54,72	42,00	33,00	12,00
NB	0,65	0,47	0,53	12283,42	8,83	38,26	52,91	20,00	29,00	5,00
Pav	0,63	0,51	0,49	9390,85	13,27	34,34	52,40	49,00	39,00	11,00
PA	0,66	0,43	0,57	12376,69	6,76	51,50	41,73	18,00	10,00	0,00
PN	0,63	0,34	0,66	15695,16	4,01	55,48	40,52	5,00	10,00	4,00
Pro	0,63	0,30	0,70	11507,96	5,54	49,80	44,66	21,00	23,00	1,00
Put	0,64	0,38	0,62	14882,69	11,22	50,35	38,42	16,00	22,00	5,00
Rel	0,61	0,34	0,66	10983,12	6,96	41,93	51,11	8,00	12,00	2,00
RS	0,70	0,64	0,36	22016,84	48,37	16,79	34,84	54,00	79,00	12,00
SCS	0,68	0,50	0,50	12671,20	27,17	25,38	47,44	35,00	33,00	10,00
Ser	0,56	0,23	0,77	10169,30	4,16	51,44	44,40	7,00	9,00	1,00
Tab	0,65	0,30	0,70	7236,99	8,56	25,13	66,31	18,00	16,00	13,00
Taq	0,74	0,84	0,16	13983,24	34,54	11,75	53,71	80,00	191,00	44,00
Teu	0,85	0,86	0,14	25078,58	48,57	6,96	44,47	186,00	231,00	28,00
Tra	0,60	0,38	0,62	13281,48	14,74	47,29	37,98	10,00	9,00	4,00
VC	0,76	0,21	0,79	20836,71	4,48	61,88	33,64	9,00	14,00	2,00
Wes	0,72	0,40	0,60	24948,29	42,99	26,56	30,45	9,00	21,00	5,00

Figura 3. Matriz de dados – Amostras e variáveis.  
Fonte: Elaborado pelo autor a partir de BDR (2011).

Figura 5. Que foi a utilizada para a geração das análises a seguir.

Informações de pastagens também foram consideradas para avaliação e possível ligação entre o aumento da produtividade e área disponível.

Ainda na formação do grupo de análise multivariada, adaptou-se a amostra devido que assim que foram gerados os gráficos de *scores* e analisados os *loadings*, verificou-se a possibilidade de descartar a variável de dados do índice de desenvolvimento da educação, sendo que o mesmo não apresentou influência na separação dos municípios, demonstrando desta forma, uma padronização no nível de educação dos municípios do Vale do Taquari. Também se descartou a variável que apresentava a

distância de cada município a Lajeado, polo de desenvolvimento do Vale. Esta também não apresentou importância na separação das cidades.

Em prévia análise ao posicionamento das cidades, verificou-se a necessidade de excluir a amostra Lajeado, sendo que a mesma possui comportamento muito diferente as demais cidades, tornando claro seu posicionamento de cidade-polo, apresentando alto índice de valor adicionado bruto nas empresas de serviços e não apresentando população rural.

Dispostas as informações para um melhor comportamento no teste, montou-se nova matriz para a análise de componentes principais, apresentada pela Figura 5 que foi a utilizada para a geração das análises.

VALE DO TAQUARI	Estabelecimentos produtores de leite		Vacas ordenhadas		Leite produzido (1 000 l)		Média por vaca/ano (1000 l)	Média por vaca/dia (305dias)	Número de agricultores familiares
<b>VALE DO TAQUARI</b>	<b>14 037</b>	<b>100%</b>	<b>73 273</b>	<b>100%</b>	<b>224 667</b>	<b>100%</b>	<b>3, 897</b>	<b>12, 779</b>	<b>25 699</b>
Anta Gorda	667	4,75%	4 503	6,15%	17 550	7,81%	3, 897	12,78	1 046
Arroio do Meio	718	5,12%	5 396	7,36%	20 451	9,10%	3, 79	12,43	1 100
Arvorezinha	506	3,60%	1 354	1,85%	3 096	1,38%	2, 286	7,50	1 365
Bom Retiro do Sul	145	1,03%	1 175	1,60%	4 512	2,01%	3, 84	12,59	457
Canudos do Vale	366	2,61%	1 284	1,75%	2 785	1,24%	2, 169	7,11	481
Capitão	235	1,67%	1 101	1,50%	3 018	1,34%	2, 741	8,99	354
Colinas	225	1,60%	1 720	2,35%	5 500	2,45%	3, 198	10,48	374
Coqueiro Baixo	222	1,58%	1 078	1,47%	2 571	1,14%	2, 385	7,82	391
Cruzeiro do Sul	677	4,82%	2 841	3,88%	8 396	3,74%	2, 955	9,69	1 319
Dois Lajeados	329	2,34%	1 665	2,27%	5 064	2,25%	3, 042	9,97	462
Doutor Ricardo	267	1,90%	1 060	1,45%	2 560	1,14%	2, 415	7,92	485
Encantado	379	2,70%	1 339	1,83%	3 214	1,43%	2, 4	7,87	651
Estrela	568	4,05%	5 729	7,82%	23 390	10,41%	4, 083	13,39	985
Fazenda Vilanova	92	0,66%	817	1,12%	2 827	1,26%	3, 46	11,34	361
Forquetinha	433	3,08%	2 269	3,10%	6 282	2,80%	2, 768	9,08	608
Ilópolis	353	2,51%	1 037	1,42%	2 811	1,25%	2, 711	8,89	777
Imigrante	361	2,57%	2 022	2,76%	5 834	2,60%	2, 885	9,46	501
Lajeado	358	2,55%	1 411	1,93%	3 374	1,50%	2, 391	7,84	632
Marques de Souza	449	3,20%	2 496	3,41%	6 544	2,91%	2, 622	8,60	704
Muçum	173	1,23%	808	1,10%	2 133	0,95%	2, 639	8,65	276
Nova Bréscia	304	2,17%	1 173	1,60%	3 315	1,48%	2, 826	9,27	592
Paverama	513	3,65%	1 796	2,45%	3 753	1,67%	2, 09	6,85	1 475
Poço das Antas	98	0,70%	364	0,50%	875	0,39%	2, 405	7,88	410
Pouso Novo	250	1,78%	1 196	1,63%	2 714	1,21%	2, 269	7,44	387
Progresso	751	5,35%	2 635	3,60%	6 374	2,84%	2, 419	7,93	1 259
Putinga	559	3,98%	2 537	3,46%	7 670	3,41%	3, 023	9,91	879
Relvado	280	1,99%	1 570	2,14%	4 737	2,11%	3, 017	9,89	390
Roca Sales	588	4,19%	2 652	3,62%	6 762	3,01%	2, 55	8,36	894
Santa Clara do Sul	520	3,70%	2 248	3,07%	5 903	2,63%	2, 626	8,61	671
Sério	352	2,51%	1 027	1,40%	2 082	0,93%	2, 027	6,65	614
Tabaí	202	1,44%	413	0,56%	601	0,27%	1, 456	4,77	942
Taquari	411	2,93%	1 098	1,50%	1 778	0,79%	1, 62	5,31	1 481
Teutônia	669	4,77%	5 702	7,78%	19 251	8,57%	3, 376	11,07	1 027
Travesseiro	351	2,50%	2 075	2,83%	5 891	2,62%	2, 839	9,31	500
Vespasiano Correa	365	2,60%	2 775	3,79%	9 507	4,23%	3, 426	11,23	467
Westfalia	301	2,14%	2 907	3,97%	11 541	5,14%	3, 97	13,02	382

Figura 4. Produção de Leite nos estabelecimentos, por município – 2006.  
Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Censo Agropecuário IBGE (2006).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Avaliação da similaridade socioeconômica

Nesta análise verifica-se inicialmente que as componentes principais 1 (população urbana/rural) e 2 (Produto interno bruto-PIB *per capita*) da análise multivariada explicam 82% da variância total dos dados, vista na Figura 6. Sendo 64,16% explicado pela componente 1 e 18,82% explicado pela componente 2.

De acordo com a Figura 5, pode-se dizer que a componente principal 1 separa as cidades em população urbana e população rural e a componente principal 2 separa as com maior PIB *per capita*. Na figura 7 pode-se ver o gráfico

dos scores, onde se verifica o agrupamento dos municípios de acordo com seus indicadores.

No retângulo 1, encontram-se os municípios com maior população urbana, demonstrando que destes Arroio do Meio e Teutônia têm sua receita priorizada pelas indústrias enquanto as demais têm maior dependência das empresas de serviços. As cidades apresentadas dentro do retângulo 2, demonstram um alto valor de PIB *per capita*, trazendo junto um alto índice de desenvolvimento social de renda e uma grande participação da indústria na receita do município.

Fica evidente nos municípios de Imigrante e Westfália a interferência de empresas-âncoras dentro do município, que têm uma população

VALE DO TAQUARI	Pastagens							
	Naturais			Pastagens plantadas degradadas			Pastagens plantadas em condição	
	Estabelecimentos	Área (ha)	Área média (ha) por propriedade	Estabelecimentos	Área (ha)	Área média (ha) por propriedade	Estabelecimentos	Área (ha)
VALE DO TAQUARI	15 014	48 008	3,20	711	2 013	2,83	3 977	10 584
Anta Gorda	425	937	2, 204	20	75	3, 736	140	419
Arroio do Meio	691	1 171	1, 695	30	47	1, 577	303	752
Arvorezinha	520	2 811	5, 406	5	12	2, 352	15	144
Bom Retiro do Sul	337	1 957	5, 806	16	108	6, 719	88	490
Canudos do Vale	339	1 284	3, 787	3	2	, 6	12	30
Capitão	214	578	2, 702	7	19	2, 7	65	215
Colinas	264	472	1, 788	8	14	1, 75	115	266
Coqueiro Baixo	303	1 845	6, 089	7	33	4, 743	47	162
Cruzeiro do Sul	875	1 777	2, 031	33	66	2, 002	209	476
Dois Lajeados	360	1 183	3, 286	1	x	x	62	109
Doutor Ricardo	305	565	1, 853	8	14	1, 785	51	74
Encantado	418	957	2, 29	39	84	2, 143	100	191
Estrela	661	1 520	2, 299	52	108	2, 08	297	762
Fazenda Vilanova	173	1 060	6, 125	8	178	22, 188	39	319
Forquetinha	507	1 366	2, 695	10	28	2, 795	41	59
Ilópolis	191	388	2, 029	2	x	x	19	65
Imigrante	382	703	1, 839	9	27	3, 028	171	311
Lajeado	494	699	1, 415	14	18	1, 314	125	133
Marques de Souza	452	1 866	4, 129	49	100	2, 036	118	226
Muçum	173	580	3, 352	6	12	2, 057	88	131
Nova Brésia	322	974	3, 024	6	13	2, 1	59	137
Paverama	652	1 341	2, 057	5	9	1, 814	50	83
Poço das Antas	124	230	1, 852	11	58	5, 273	40	97
Pouso Novo	222	978	4, 405	28	56	1, 99	37	69
Progresso	726	4 190	5, 772	89	314	3, 523	141	337
Putinga	483	1 662	3, 441	6	14	2, 327	205	476
Relvado	219	729	3, 328	2	x	x	70	247
Roca Sales	459	1 409	3, 069	37	66	1, 778	241	820
Santa Clara do Sul	535	791	1, 479	13	19	1, 423	176	349
Sério	354	893	2, 524	6	7	1, 083	18	31
Tabaí	418	1 412	3, 377	1	x	x	11	28
Taquari	772	5 775	7, 48	13	36	2, 775	69	447
Teutônia	672	1 447	2, 153	148	450	3, 043	400	1 153
Travesseiro	349	879	2, 519	16	29	1, 788	147	273
Vespasiano Correa	299	942	3, 151	1	x	x	135	506
Westfalia	324	638	1, 968	2	x	x	73	200

Figura 5. Pastagens nos estabelecimentos agrícolas, por município.  
 Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Censo Agropecuário IBGE (2006).

PC	Eigenvalue	% variance
1	6,41583	64,158
2	1,88168	18,817
3	0,514646	5,1465
4	0,484534	4,8453
5	0,371202	3,712
6	0,253704	2,537
7	0,0420157	0,42016
8	0,0363932	0,36393
9	5,27765E-08	5,2776E-07
10	8,92216E-41	8,9222E-40

Figura 6. Variâncias das componentes principais.  
 Fonte: Elaborado pelo autor a partir do software Past.



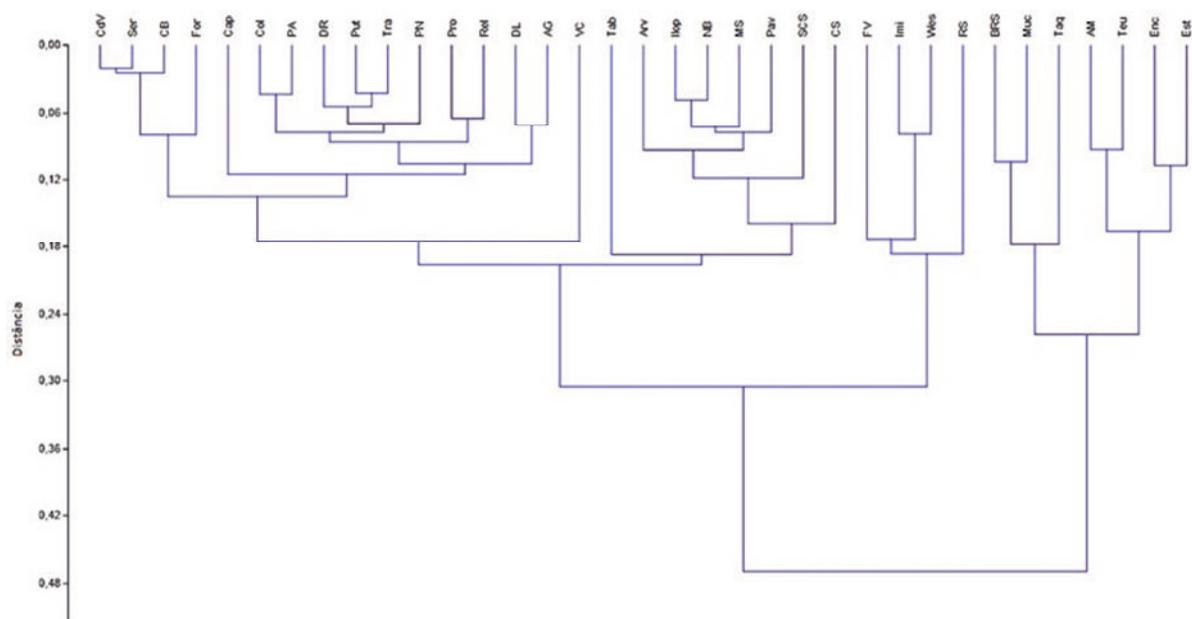


Figura 8. Dendograma.  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

### Avaliação da similaridade na produção de leite

Inicialmente verifica-se que as componentes principais 1 (área de pastagem natural) e 2 (vacas ordenhadas) explicam 72% da variância total dos dados, vista na Figura 9. Sendo 46,49% explicado pelo componente 1 e 26,24% explicado pelo componente 2.

Na Figura 10, pode-se ver o gráfico dos scores, onde se verifica o agrupamento dos municípios de acordo com seus indicadores.

No primeiro quadrante se observa dois agrupamentos distintos, onde Teutônia, Arroio do Meio e Estrela, juntamente com Anta Gorda, formam o grupo que apresenta maiores rebanhos ordenhados no Vale, entretanto, é no quadrante 4, forçado pela variável 2 (vacas *per capita*) que verificamos os municípios com maior relação de vacas por habitante, sendo Colinas, Vespasiano Correa, Westfalia e Fazenda Vilanova pertencentes a este grupo.

Roca Sales, Cruzeiro do Sul, Marques de Souza e Putinga apresentam uniformidade na quantidade de estabelecimentos produtores de leite e na quantidade de área com pastagens naturais.

Poço das Antas, Muçum, Doutor Ricardo,

Capitão, Pouso Novo e Ilópolis, apresentam baixo número de vacas e uma produção diária por vaca abaixo da média. Estes municípios também apresentam baixo número de produtores de leite.

Arvorezinha é o pior município em vacas *per capita*, em contrapartida é o que mais apresenta área de pastagem natural, mas sua produção por vaca diária não alcança a média.

Constatou-se que as variáveis “média por vaca dia” e “vacas por propriedade” estão relacionadas entre si, sendo que contribuem de mesma forma para a separação dos municípios no gráfico.

Encantado, Lajeado, Canudos do Vale, Sério, Coqueiro Baixo e NovaBréscia são similares em suas características de produção de leite, apresentando produção abaixo da média e baixo número de vacas ordenhadas.

O município de Westfalia é o que apresenta melhor média de produção diária.

A similaridade entre a produção de leite nos municípios é apresentada na Figura 11, que consiste na apresentação do dendograma.

Pode-se verificar que Encantado e Lajeado são os municípios mais similares em se tratando

PC	Eigenvalue	% variance
1	2,78953	46,492
2	1,57437	26,24
3	0,800518	13,342
4	0,688226	11,47
5	0,122698	2,045
6	0,0246514	0,41086

Figura 9. Variâncias das componentes principais.  
 Fonte: Elaborado pelo autor a partir do software Past, 2014.

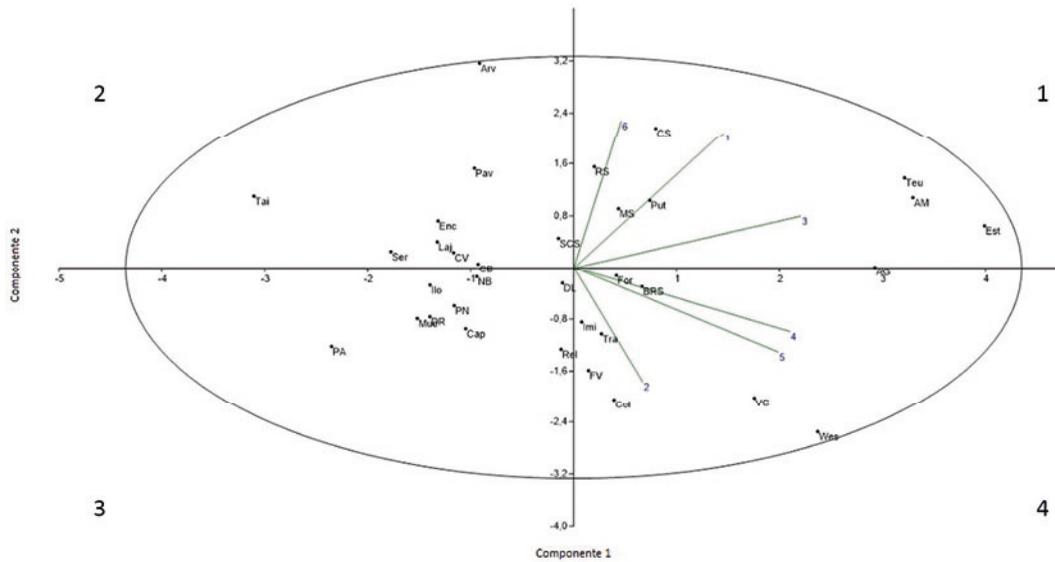


Figura 10. Variâncias das componentes principais.  
 Fonte: Elaborado pelo autor a partir do software Past, 2014.

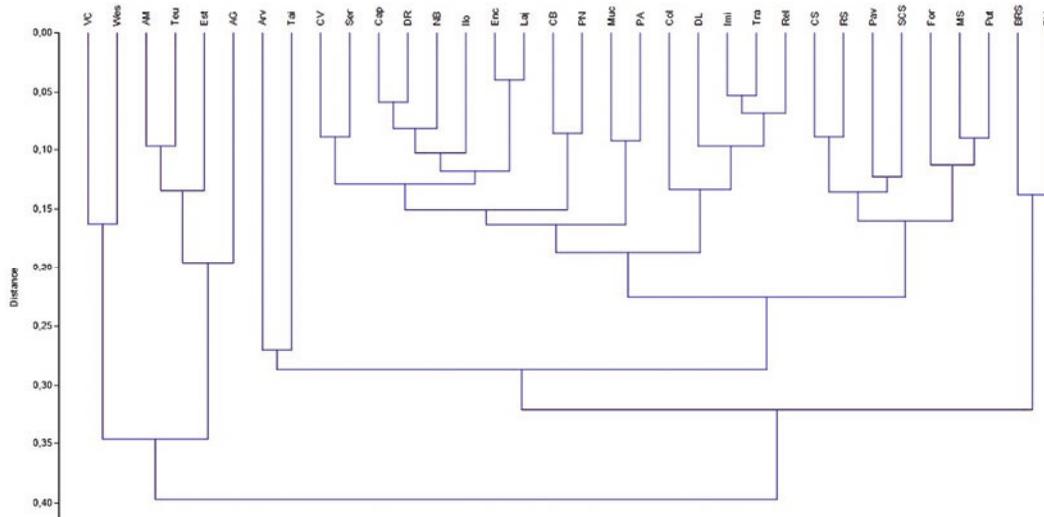


Figura 11. Variâncias das componentes principais.  
 Fonte: Elaborado pelo autor a partir do software Past, 2014.

da produção de leite, seguidos por Imigrante e Travesseiro e Capitão e Doutor Ricardo. Estrela, Westfalia e Anta Gorda que apresentam os maiores índices de produtividade por vaca/dia. Bom Retiro do Sul, que também apresenta boa média, não foi agrupado aos demais municípios devido ao baixo número de vacas e ao baixo número de produtores de leite.

### **Análises da produção leiteira**

Após a análise do agrupamento dos municípios do Vale, buscou-se avaliar o comportamento destes municípios quanto a sua produção de leite. Através de análises comparativas foi possível avaliar alguns aspectos interessantes apresentados abaixo.

O refinamento dos dados encontrados para que se fosse possível comparar a similaridade dos municípios com a produção de leite foi desenvolvido com uso de tabelas. Os municípios do vale apresentam distorção na produção de leite, apresentando de 1.460 a 4.080 litros por vaca/ano na média.

Vespasiano Correa e Westfalia são os municípios que apresentam maior parte da população sendo rural e apresentam os melhores índices de PIB *per capita* entre os municípios com esta característica. Entre os estabelecimentos rurais destes dois municípios, mais de 78% em ambos, são produtores de leite. O que pode vincular a produção de leite como agregador de valor ao PIB *per capita*.

Sério e Canudos do Vale, que são os municípios com maior similaridade entre si apresentam também similaridade na baixa produção de leite por vaca ficando em 3º e 5º colocado no *ranking* de pior produtividade por vaca. Estes municípios também apresentam número de vacas por propriedade abaixo da média.

Tabaí, que apresenta a pior situação em PIB *per capita*, é o pior município em produtividade por vaca/ano. Também é o município que apresenta o menor índice de propriedades rurais produtoras de leite, sendo que somente 21,44% dos estabelecimentos rurais produzem leite.

Nenhum dos municípios com produção de leite superior a 12 litros/vaca/dia têm população rural dominante. Estrela, Arroio do Meio e Teutônia, cidades no grupo que apresentam maiores

índices de população urbana, figuram como a primeira, a quinta e a oitava posições no *ranking* de maior média por vaca/dia. Estes municípios apresentam área média em hectares abaixo da média do Vale.

Todos os municípios com PIB *per capita* alto apresentam número de vacas por propriedade acima da média do Vale. Arvorezinha apresenta a maior média de área de boa pastagem por propriedade, entretanto, apresenta índice abaixo da média em vacas por propriedade e média de produção por vaca/dia também abaixo da média.

### **CONCLUSÕES**

As cidades com maior receita gerada por indústrias apresentam maior PIB *per capita* e que os comportamentos de algumas cidades diferem-se das demais próximas a sua região. A cidade de Vespasiano Corrêa apresenta um alto índice de PIB *per capita* comparado às demais cidades com economia basicamente do setor agropecuário, o que deve ser analisado para possíveis implementações de políticas nas demais cidades que dependam deste setor. Contatou-se ainda que, há correlação entre o PIB per capita do município, percentual de propriedades rurais produtoras de leite e produtividade por vaca/ano, sendo que os municípios com maiores índices de propriedades rurais produtoras de leite apresentam maior índice de produtividade e por consequência o município também apresenta maior PIB *per capita*.

Cidades mais desenvolvidas, não dependentes somente da zona rural apresentam produtividade maior que as demais, mesmo apresentando área de cultivo disponível menor que a média.

Através de análise dos dendogramas e gráficos de *scores* dos municípios, não se confirma a hipótese apresentada, em virtude de não encontrar similaridade entre a produção de leite dos municípios economicamente semelhantes. Não existe relação direta entre o aspecto econômico e os aspectos produtivos do leite dos municípios do Vale do Taquari.

Portanto, este estudo espera contribuir para que políticas municipais sejam compartilhadas entre cidades similares, fortalecendo o desenvolvimento da região do Vale do Taquari e

que as relações analisadas entre a produção de leite e os dados obtidos possam ser utilizados para futuras pesquisas de desenvolvimento do setor lácteo.

## REFERÊNCIAS CITADAS

- BDR. Banco de Dados Regional. 2007. Univates – Disponível em: <http://www.bdr.univates.br>. [Ago. 13, 2013].
- BDR. Banco de Dados Regional. 2011. Perfil socioeconômico do Vale do Taquari, Univates.
- Carvalho, M. P. de 2007. Cenários para o Leite em 2020. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite.
- FEE. Fundação de Economia e Estatística. Corede Vale do Taquari. 2013. Disponível em: [http://www.fee.tche.br/sitefee/pt/content/resumo/pg\\_coredes\\_detalhe.php?corede=Vale%20do%20Taquari](http://www.fee.tche.br/sitefee/pt/content/resumo/pg_coredes_detalhe.php?corede=Vale%20do%20Taquari). [Nov. 06, 2013].
- França, S. R. de. 2006. Perfil dos Produtores, Características das Propriedades e Qualidade do Leite Bovino nos Municípios de Esmeralda e Sete Lagoas – MG. 112 f. Tese Doutorado em Ciência Animal. Escola de Veterinária. Produção Animal, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Graaf, R. S. d., and G. P. M. R. Dewulf. 2010. Applying the lessons on strategic urban planning learned in the developing world to the Netherlands: A case study of three industrial area development projects. *Habitat International* vol.34
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2006. Censo Agropecuário. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/> [Out. 14, 2013].
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2011. Pesquisa da Pecuária Municipal. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat>. [Mar. 18, 2013].
- Kim, K. H. 2002. China CDS Performance Indicators: Final Report: UN Habitat-Fukuoka Office.
- Machado, R. T. 2001. Análise Sócio Econômica e Perspectivas de Desenvolvimento para os Produtores de Leite do Município de Crissiumal – RS. 155 f. Dissertação. Mestrado em Desenvolvimento Rural. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Mintzberg, H. 1994. *The Fall and Rise of Strategic Planning*. Washington D.C.: Prentice Hall.
- Moura, M. C. S., N. C. C. Lopes, G. C. Moita, J. M. M. Neto. 2006. *Quim. Nova*, vol. 29, n.3.
- Panero, F. S., M. F. P. Vieira, M. F. V. Moura, H. E. B. Silva. 2009. *Quim. Nova*, vol.34, n.3.
- Rasoolimanesh, S. M., N. Badarulzaman. e M. Jafaar. 2011. *City Development Strategies (CDS) Contribution Toward Sustainable Urban Development in Developing Countries*. *Planning Malaysia*. Vol. 9.
- Silva Neto, B., Basso, D. 2005. *Sistemas agrários do Rio Grande do Sul: Análise e recomendações políticas*. Ijuí. Editora: Unijui, 2005b.
- Souza, R. M. H. 2011. *A Influência do Ambiente Institucional e Organizacional no Desenvolvimento Rural de Propriedades Produtoras de Leite na Região Extremo-Oeste Catarinense*. 125 p. Dissertação Mestrado em Desenvolvimento Regional e Agronegócios. Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional e Agronegócios. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Toledo.
- Steinberg. F. 2005. *Strategic urban planning in Latin America: experiences of building and managing the future*. *Habitat International* vol. 29.
- Thompson, A. A. (Jr.), Fulmer, W. E., Strickland, A. J. 1990. *Readings in strategic management*. 3rd Ed. Boston: Irwin.
- Waldron, S., C. Brown and J. Longworth. 2011. *Agricultural modernization and state capacity in China*. *The China Journal*, Issue 66.

# Conocimiento local sobre estrategias de adaptación al cambio climático en productores ganaderos en San Vicente del Caguán-Colombia

## Local knowledge strategies of adaptation in livestock producers in San Vicente del Caguán-Colombia

Yimi K Angel Sánchez<sup>1\*</sup>, Maggy E Pimentel Tapia<sup>1</sup>, Juan C Suárez Salazar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de la Amazonia. Florencia, Caquetá. Colombia. \*Correo electrónico: kangel0529@hotmail.com

<sup>2</sup>Universidad de la Amazonia. Facultad de Ingeniería. Programa Ingeniería Agroecológica. Grupo de investigación agroecosistemas y conservación en bosques amazónicos. GAIA. Florencia, Caquetá. Colombia.

### RESUMEN

La ganadería se ha visto afectada por el cambio climático causando reducción de la productividad y el desarrollo del animal. Con el fin de conocer las diferentes estrategias de adaptación utilizadas por los agricultores en San Vicente (Colombia), el conocimiento se ha caracterizado a través de una entrevista semi-estructurada; siete temas de investigación se establecieron de acuerdo con la base de conocimientos del productor; la información se sistematizó, procesó y analizó a través de AKT5® software (AgroEcological Knowledge Toolkit). Utilizando el conocimiento y la experiencia de los productores se identificaron las causas y los efectos generados por el cambio climático, además, la percepción y el servicio de las especies de árboles que se encuentran en las praderas. Con la información obtenida se ha creado una base de 442 sentencias de las cuales 15,83% era de Atributo-Valor 84,16% como causal, el restante de la comparación se organizó en diagramas y temas especiales. Según la percepción y el conocimiento de los productores en materia de adaptación al cambio climático, los cambios se establecen para mejorar las estrategias de producción y de adaptación en las granjas como especies de árboles utilizados para el sombreado de ganado que mejoran la rentabilidad y la productividad de los animales.

**Palabras clave:** AKT 5®, árboles, cambio climático, producción bovina, sistema silvopastoril.

### ABSTRACT

The livestock has been affected by climate change causing reduced productivity and poor development of the animal. With the purpose of knowing the different adaptive strategies used by farmers on San Vicente (Colombia), knowledge was characterized through a semi-structured interview; seven research themes were established according to the knowledge base of the producer; information was systematized, processed and analyzed through software AKT5® (Agro Ecological Knowledge Toolkit). Using the knowledge and experience of producers the causes and effects generated from climate change were identified, furthermore perception and service of tree species found in the grassland. With the information obtained a base of 442 sentences was created of which 15.83% was of Attribute-Value 84.16% as causal, the remaining comparison was organized in diagrams and special themes. According to perception and knowledge producer's on adaptation to climate change, changes are set to improve the production and adaptation strategies in the farms as tree species used for livestock shading that improve the profitability and productivity of the animal.

**Key words:** AKT 5®, trees, climate Change, cattle production, silvopastoral system.

## INTRODUCCIÓN

El cambio climático tiene fuertes implicaciones sobre las dinámicas sociales y ambientales del planeta, al respecto Sivakumar *et al.* (2013) afirman que afecta la seguridad alimentaria en términos de la disponibilidad, accesibilidad, utilización y estabilidad de la producción de alimentos debido a la reducción de las precipitaciones y el aumento de la frecuencia e intensidad de las sequías. En este sentido, los sistemas de producción de ganado pueden verse afectados de diversas maneras, y los cambios en la productividad son inevitables (Thornton y Gerber 2010).

Los eventos extremos impredecibles (por ejemplo, incremento de la temperatura, la sequía y eventos de lluvia) son consecuencias debidas al cambio climático, que generan el estrés ambiental considerado el factor más importante que afecta a la productividad ganadera básicamente por la aparición de enfermedades infecciosas (Thornton *et al.*, 2009). Por otra parte, se ha reconocido que el estrés por calor parece ser uno de los factores más interesantes que hacen la producción animal difícil en muchas de las áreas del mundo, así mismo las variaciones estacionales en las condiciones climáticas influyen en la disponibilidad, calidad y degradación de las pasturas para alimentación del ganado, que puede afectar hasta el 25% de la producción animal (Sequin, 2008). En general estos efectos son consecuencias del cambio climático que los productores ya vienen experimentando.

Frente a este escenario los productores ganaderos desarrollan medidas de adaptación de corto plazo como: reducción de la carga animal, optimización de la ración de alimento, integrar cultivos y animales, entre otros (Kitalyi *et al.*, 2008). Sin duda, estas medidas afectan negativamente los medios de vida rural de los pequeños productores, a través de impactos en los sistemas de producción y los efectos sobre los productos básicos, así como en los precios de la economía regional.

Estas alternativas de manejo que se implementan por los productores ganaderos, son resultado del conocimiento que han adquirido por el manejo tradicional empírico y experimental; el cual permite la toma de decisiones al

planificar los sistemas ganaderos, para su realización se requiere de un uso efectivo de todo el conocimiento disponible (Cerdán 2007). En este sentido, la sistematización de estos conocimientos permite identificar las estrategias de adaptación al cambio climático a partir del conocimiento local de los productores ganaderos bajo el sistema doble propósito en San Vicente del Caguán-Colombia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El departamento del Caquetá, localizado al sur del territorio Colombiano, cerca del 85% de su territorio pertenece a la unidad de paisaje Llanura Amazónica, ubicada por debajo de los 300 m.s.n.m. Las temperaturas promedio varían entre 24,8°C y 25,9°C precipitaciones anuales varían entre 3.650 mm año<sup>-1</sup>. El municipio de San Vicente del Caguán se encuentra ubicado a 160 km al nororiente de Florencia. Cuenta con un área aproximada de 28.300 km<sup>2</sup>, de los cuales 10.703 km<sup>2</sup> se encuentran en zona de litigio con los departamentos del Meta y Guaviare. Cerca del 25% de su territorio está conformado por la Reserva Forestal de la Amazonia (IGAC 2003).

Para este estudio se seleccionó el municipio de San Vicente de Caguán por destacarse en actividades pecuarias, que se relacionan básicamente con la cría de ganado vacuno de ceba y doble propósito, para los cuales se cuenta con cerca de 1.200.000 ha y 513.990 cabezas de ganado destinadas a esta actividad (Abril 2011).

Se construyó una base de conocimiento a partir del programa Agroecological Knowledge Toolkit AKT5® (Dixon *et al.*, 2001), basados en los principios para crearla (Sinclair y Walker 1998) y aplicada al contexto de manejo de recursos naturales (Sinclair y Walker 1999, Sinclair y Joshi, 2000). Se siguió la metodología propuesta por Cerdán (2007) la cual involucró cuatro etapas: 1) la obtención de conocimiento mediante 20 entrevistas a informantes claves; 2) conversión de la información obtenida en enunciados sencillos y faltos de ambigüedad (enunciados unitarios); 3) registro de los enunciados en el programa computacional AKT5®; y 4) generalización del

conocimiento obtenido por medio de encuestas a una muestra estadística dentro de la comunidad.

Además, se establecieron 7 (percepción del cambio climático, percepción del productor en los últimos 10 años, sombra, servicios de los árboles, alimentación animal, adaptación al cambio climático), así mismo, se identificaron los informantes claves de la zona; se recopiló la información de la adaptación local de los productores al cambio climático a partir de una entrevista semiestructurada la cual fue grabada y editada a través del programa Voice editing standard versión 2.0 del formato de audio a texto.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se construyó una base del conocimiento con 442 estamentos de los cuales el 16% son de Atributo-Valor 84,16% como causales y el restante corresponde a estamentos de Comparación y Link. El conocimiento obtenido acerca de la adaptación al cambio climático por parte de los productores de sistemas ganaderos doble

propósito es amplio sin embargo, no es claro para ellos las causas y cambios que provocan algunos fenómenos observados. A continuación se presentan los resultados obtenidos con respecto a cada una de las temáticas.

### Percepción al cambio climático

Se establece por parte de los productores las consecuencias del cambio climático y los efectos generados a nivel de finca y el animal, además de las diferentes acciones para la mitigación (Cuadro 1). A partir de la percepción de los productores existen diferencias de conocimiento sobre el efecto de la incidencia directa del sol, sobre el porcentaje de humedad en los pastos y su influencia directa sobre la calidad nutricional, lo que a su vez determina la producción de leche y carne por parte del ganado (Mosquera 2010). Los ganaderos de san Vicente del Caguán mencionaron que el cambio climático dificulta la disponibilidad de pasto, especialmente durante el período de sequía; donde representa una limitación más para los animales (Nardone *et al.*, 2006), de igual manera el ganado sufre de

Cuadro 1. Conocimiento local de los productores en relación a la percepción del cambio climático.

Cambio Climático		
Efectos	Consecuencias	Acciones de mitigación
Afectación de los pastos por sequia	Aumento de rayos solares	Regeneración natural
Disminución en la producción de alimento	Incremento de sequia	Árboles Dispersos para bienestar animal
Disminución en la producción de leche	Variación en el clima	Árboles Dispersos para disminución de temperatura
Disminución del crecimiento de la vegetación por Aumento de sequia	Cambios de Temperatura	Siembra de arboles
	Aumento en la duración de época de sequía	Conservación de fuentes hídricas
	Sequías más fuertes Épocas de lluvia más prolongadas	

deficiencia drástica en la nutrición ya que tanto la cantidad y la calidad de los pastos disponibles se ven afectados durante condiciones extremas ambientales.

Asimismo el conocimiento local de los productores sobre factores de mitigación a los efectos del cambio climático, han generado alternativas como implementación y conservación de las especies arbóreas para sombra con el fin de conservar las fuentes hídricas y disminuir el estrés calórico de los animales; al igual que (Chará *et al.*, 2011) consideran que se debe realizar la conservación de los árboles para la protección de humedales y disminución del impacto en áreas naturales y, en forma simultánea, transformar la matriz de pastos introducidos sin árboles en un territorio agroforestal mediante la combinación de diferentes arreglos.

Por otra parte, Botina y Taramuel (2009) consideraron que los ganaderos han incorporado en sus fincas el componente arbóreo desde su percepción tradicional, el conocimiento que es importante recopilar y sistematizar, con el objeto de determinar las especies manejo y usos. La utilización de especies arbóreas por los productores como el pomo *Syzygium jambos* (L.) Alston, carbón (*Calliandra riparia* Pittier) y roble (*Hymenaea oblongifolia* Huber) son utilizadas como componente arbóreo para la protección del bovino. Además, los productores reconocen las especies óptimas para sombrío por su amplia dispersión, rápido crecimiento y facilidad de siembra, observaciones que permiten a éstos, definir la calidad del sombrío, de acuerdo a lo mencionado por Muñoz (2004), se evidenció que los ganaderos poseen la capacidad para clasificar el efecto de la sombra, reconociendo al follaje como el elemento que permite un ambiente fresco al animal bajo la copa de el árbol.

### **Percepción del productor en los últimos 10 años**

De acuerdo a la percepción del cambio climático existen dos conceptos entre variación y efecto relacionados a partir del conocimiento local de los productores quienes perciben los cambios producidos sobre las variaciones en las temperaturas, desarrollo de los animales,

producción del ganado, cambios en los recursos naturales y transiciones de sequía y fuertes precipitaciones que afectan directamente su desempeño (Cuadro 2).

Según Botina y Taramuel (2009) los efectos del clima sobre el sistema ganadero es amplio, los productores señalan como los principales efectos a causa del invierno o sequía excesiva la baja disponibilidad de pastos para la alimentación animal, el estrés y enfermedades en el ganado (Ayarza *et al.*, 2009), es por ello que los productores han tomado medidas radicales durante situaciones económicamente difíciles, una de ellas es el desalojo de ganado de sus fincas con el fin de contrarrestar temporadas bajas de producción forrajera y problemas con plagas y enfermedades, las cuales inciden de manera contigua en el comportamiento productivo y reproductivo del hato ganadero generando efectos colaterales de pobreza (Retana, 2001; Watson *et al.*, 1997).

Retana *et al.* (2000) y Villanueva *et al.* (2009), asegura que una baja distribución de lluvias y elevación de temperatura ambiental por arriba del promedio, incide en una mala producción forrajera, además problemas con plagas y enfermedades que afectan el comportamiento del hato ganadero. Teniendo en cuenta esto, los productores identifican y afirman que si la época seca o lluviosa se prolonga en sus fincas, se presentan impactos negativos relacionados con la productividad, rentabilidad, la aptitud reproductiva y la salud del animal.

### **Sombra**

Los beneficios reportados por los productores respecto a las especies arbóreas utilizadas para sombrío, se desprenden desde la caracterización de los árboles (ramificación y tamaño de hojas) lo que permite la regulación de la temperatura, alimentación, desempeño del animal, conservación y protección de los recursos naturales; además la presencia de estos árboles ayudan a proteger el suelo del efecto erosivo y generan aporte de materia orgánica.

Los productores de la región identifican que el ganado al permanecer bajo la sombra de ciertas especies arbóreas, presenta mayor beneficio relacionado en producción (Figura 1). Se reportó

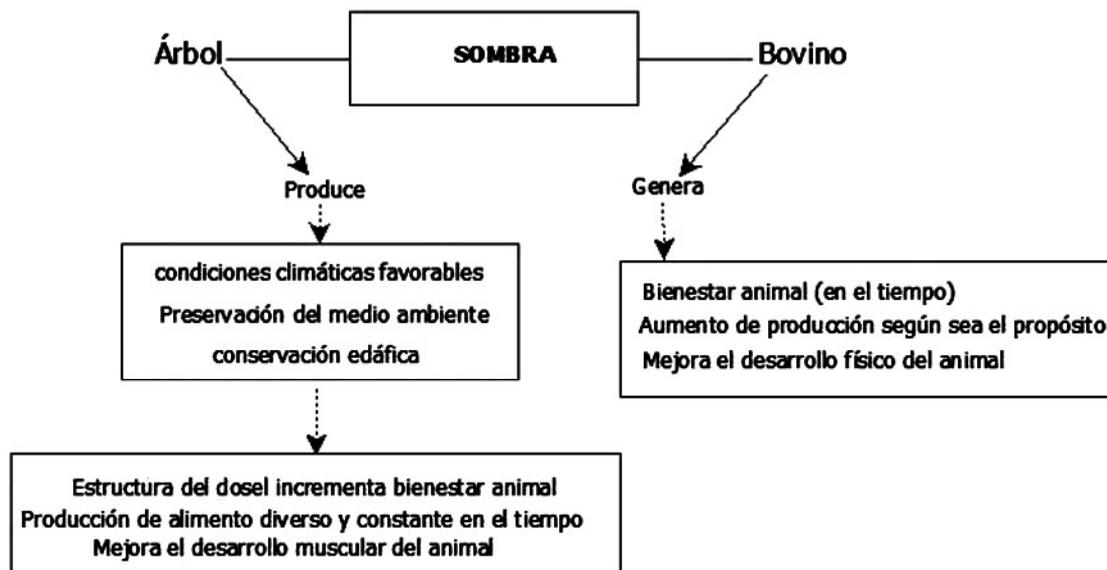


Figura 1. Conocimiento local de los productores sobre la sombra y su relación con los árboles y bovinos.

por parte de los productores la identificación de las especies que proporcionan sombra al ganado, generando condiciones favorables en el desempeño animal y beneficio al finquero, así mismo, se identificó que el ganado busca refugio bajo el dosel de los árboles, reduciendo el estrés y favoreciendo su desarrollo. Los ganaderos aceptan que la presencia de árboles reduce enfermedades y estrés del ganado y mejoran su mantenimiento.

Jácome (2006) y Joya *et al.* (2004), afirman que el rol más importante de los árboles es la provisión de sombra, también se ha demostrado ser una alternativa eficiente para mitigar el efecto del ambiente sobre el animal, impactando positivamente la reducción de la temperatura rectal, la frecuencia respiratoria y la temperatura de piel (Souza de Abreu, 2002; Betancourt *et al.*, 2003; Britto-Ferreira, 2010) lo cual ayuda a la disminución del estrés y baja productividad del animal. Por otro lado, se indica que el ganado elige pastar cerca o lejos de los árboles dependiendo de disponibilidad del recurso forrajero, aunque también puede ser atraído por la sombra asociada a los árboles (Zuo y Miller-Goodman 2004).

Según (García y Ibrahim 2013) la sombra del árbol es importante para reducir el estrés

calórico en los animales, lo que redundará sobre la producción de leche y su condición. El productor de San Vicente del Caguán tiene una idea clara acerca del servicio que proporciona los árboles al ganado y como dicho efecto puede beneficiar al animal en su respuesta dinámica, su mudanza y el empleo energético que demanda su movilidad dentro del predio; es por ello que califican al árbol como una herramienta útil en la obtención de un clima adecuado para el animal. Resultados iguales obtuvo Joya *et al.* (2004), quienes encontraron que para los productores, el rol más importante de los árboles en torno al ganado es el servicio de sombra.

El conocimiento reportado por los productores respecto a la relación existente entre el árbol y el ganado es superficial, se basa principalmente en la percepción de algunas funciones que presta el componente arbóreo dentro de las unidades productivas, destacándose principalmente servicios tales como sombra, protección de la lluvia y alimentación (Santacruz *et al.*, 2010).

La validación permitió confirmar que los principales beneficios de los árboles hacia el ganado están clasificados en sombra, protección rayos solares y desarrollo muscular en porcentajes de 90, 80 y 15% respectivamente; de igual forma, para los productores es relevante

el aporte de los árboles en la alimentación animal con un 31% de representatividad. Aspectos como la ramificación y forma del follaje de las especies arbóreas, son considerados por los productores como determinantes por la cantidad de sombra aportada y protección de lluvia que pueden generar los árboles para el ganado.

Coincidiendo con lo reportado por Nilsen *et al.* (2009), quienes ratifica, que los árboles atraen a los animales por varias razones, para protección del sol, de la lluvia o del viento; para consumir forraje y frutos de especies leñosas; Muñoz (2004), afirma que las principales interacciones que se presentan entre árboles y ganado son la sombra, frutos, y forraje que los árboles suministran al ganado.

### Servicios de los árboles

Los productores de San Vicente del Caguán, poseen un alto conocimiento sobre las relaciones existentes entre los bienes y servicios de la cobertura arbórea; además identifican las funcionales de las especies dentro de los sistemas de producción ganadera (Figura 2). El conocimiento empírico permite a los productores mejorar la planificación de la cobertura arbórea para suplir algunas necesidades productivas y socioeconómicas de cada finca en particular. Los finqueros reconocen el beneficio de los árboles que proveen servicios ecosistémicos a los arreglos agroforestales, además atribuyen ciertos efectos benéficos como es la protección

de condiciones adversas del clima y efectos en la salubridad del animal (Botina y Taramuel 2009).

Así mismo, los finqueros identifican las consecuencias de no tener árboles en los potreros reconociendo que trae consigo efectos negativos sobre el animal como deshidratación y cambios en el comportamiento, además se afirma que los animales cuando están estresados consumen menos alimento y producen menos cantidad de leche; de igual manera Narváez (2008), encontró que los agricultores notan que el animal cuando no tiene sombra se inquieta y se fatiga, asegurando que los árboles en los potreros protegen al ganado.

Según Santacruz (2010), destaca que los productores respecto a la relación existente entre el árbol, ganado y finca se basa en la percepción de algunas funciones que presta el componente arbóreo dentro de las unidades productivas, destacándose principalmente servicios tales como sombra, protección de la lluvia, alimentación y protección de recursos naturales, lo cual influye en la toma de decisiones al momento de seleccionar e implementar árboles dentro de sus predios. Por otra parte, se reportó por los productores la falta de implementación de nuevas especies donde se relaciona con tres aspectos fundamentales que son el dinero, falta de información y falta tiempo, se encuentra relacionado con una probabilidad de en un 55% por falta de dinero, 30% falta de

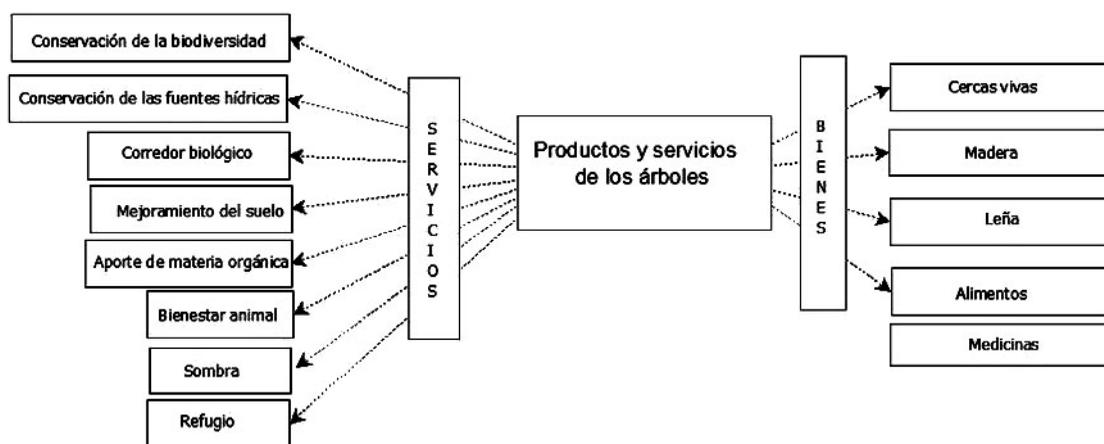


Figura 2. Diagrama de conocimiento local de los productores, sobre productos y servicios de los árboles.

información, 5% falta de tiempo y 10% concluyó que la falta de apoyo de entidades generan un nuevo aspecto para la baja implementación de nuevas especies.

Los productores reconocen los servicios que los árboles proporcionan a las fincas e identifican el papel que cumple en el desarrollo y comportamiento animal, se reportó por medio del conocimiento local de los productores que los árboles generan un sostenimiento (árbol-suelo-ganado).

Se considera que los productores identifican los beneficios que ofrecen los árboles a los animales,

principalmente reconocen la disminución de la intensidad de los vientos y protección al daño que ocasionan las sequías, Se mencionaron 21 especies las cuales son implementadas para sombra, conservación fuentes hídricas, alimentación animal, alimentación humana, leña, materia orgánica. Estas especies arbóreas reportadas por los productores se encuentran ubicados dispersos en los potreros de sus fincas generando una disminución en el cambio climático (Cuadro 3). Datos reportados por Villanueva *et al.* (2009), sostiene, que los árboles o arbustos dispersos en potrero pueden jugar un papel muy importante como estrategia

Cuadro 3. Conocimiento local de los productores del municipio de San Vicente del Caguán, Servicios de los árboles.

No	Familia	Nombre Común	Nombre científicos	Usos
1	Fabaceae	Acacia	<i>Acacia mangium</i> Willd.	So, Cfh, Mo
2	Fabaceae	Cachimbo	<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F.Cook	So, Mo
3	Fabaceae	Carbón	<i>Calliandra riparia</i> Pittier	So, Cfh, Mo
4	Meliaceae	Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	So, Cfh, Mo
5	Fabaceae	Roble	<i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber	So, Cfh, Mo
6	Fabaceae	Cratylia	<i>Cratylia argentea</i> (Desv.) Kuntze	So, Cfh, Mo
7	Annonaceae	Chirimoya	<i>Annona mucosa</i> Jacq.	So, Cfh, Mo, Ah
8	Fabaceae	Guamo	<i>Inga sp</i>	So, Aa, Ah, Le
9	Lauraceae	Laurel	<i>Nectandra globosa</i> (Aubl.) Mez	So, Mo
10	Rutaceae	Limón	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	So, Aa, Ah
11	Anacardiaceae	Mango	<i>Mangifera indica</i> L	So, Mo, Aa, Ah
12	Rutaceae	Naranja	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	So, Mo, Aa, Ah,
13	Myrtaceae	Pomo	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	So, Mo, Ah,
14	Fabaceae	Samán	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.	So, Cfh, Mo
15	Lamiaceae	Teca	<i>Tectona grandis</i> L.f	So, Cfh

\* So: Sombra; Cfh: Conservación fuentes hídricas; Aa: Alimentación animal, Ah: Alimentación humana, Le: Leña; Mo: Materia orgánica.

de adaptación al cambio climático en fincas ganaderas.

Los productores perciben efectos negativos en el comportamiento animal por falta de árboles en los potreros; asimismo, identifican que los animales criados bajo sombra tienen mejores condiciones de vida. Narváez (2008), menciona que los animales cuando están estresados consumen menos alimento y producen menos cantidad de leche. Similares resultados indica Joya *et al.* (2004), quienes reportan que los árboles en los potreros ayudan a mantener un clima fresco y evitan el estrés calórico y disminuya su productividad.

### Alimentación animal

De acuerdo a los ganaderos de la región, la combinación de pastos tradicionales aumenta la nutrición del ganado y disminuye el costo de mantenimiento de los animales. El conocimiento de los productores en esta temática es superficial, derivado de la observación y en cuanto a connotaciones que se le ha dado a ciertas especies arbóreas como benéficas o perjudiciales, sin embargo esto no influye en las preferencias del agricultor en cuanto a los árboles que mantiene cerca de las pasturas o al tipo de pastos que establece en los lotes (Figura 3). Según

Murgueitio *et al.*, 2011, la alimentación de los bovinos se combina en el mismo espacio varios estratos de plantas destinadas a la alimentación animal, entre forrajeras como gramíneas y leguminosas rastreras, con arbustos y árboles que pueden ser forrajeros, frutales, maderables o de usos complementarios.

### Inversión al cambio climático

Los aspectos económicos que se reportaron en las entrevistas con base a la inversión de cada productor para el mejoramiento de la producción y adaptabilidad en el sistema doble propósito, reportaron que no se realizan préstamos a entidades bancarias sino que hay preferencia a los préstamos de personas naturales los cuales generan un aumento en los egresos de los productores, generando crecimiento en las fincas ganaderas de San Vicente del Caguán (Figura 4). A su vez, se conoció que los productores prefieren realizar préstamos que utilizar las ganancias producidas por las fincas ya que son pocas. Respecto a la inversión que realizan los productores en su finca, se puede analizar que los egresos que son producidos en sus predios no generan una diferencia significativa, ellos afirman que 10 años no han generado un incremento mayor-menor.

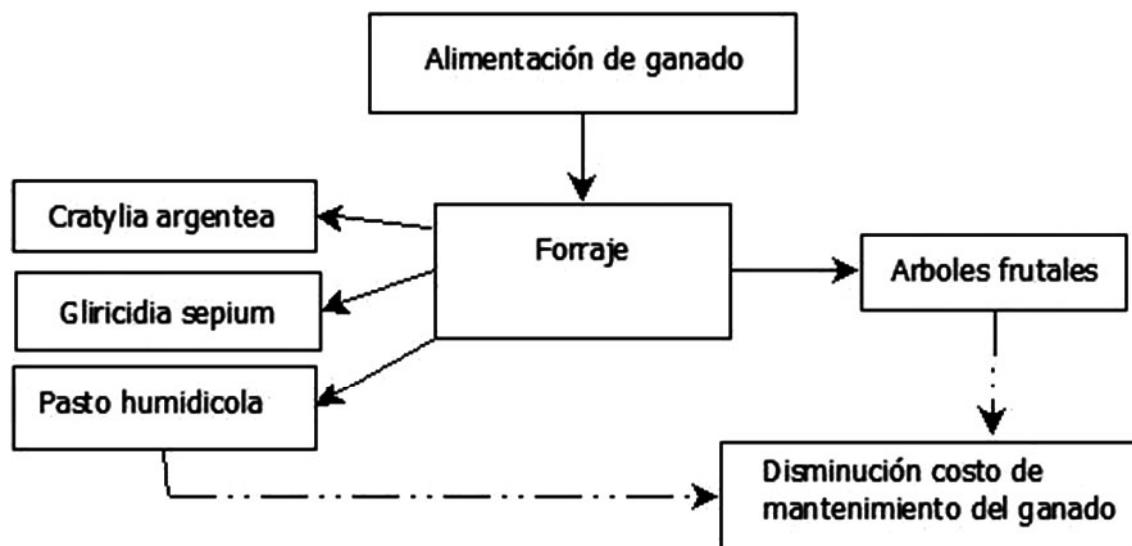


Figura 3. Conocimiento local de los productores sobre la alimentación animal.

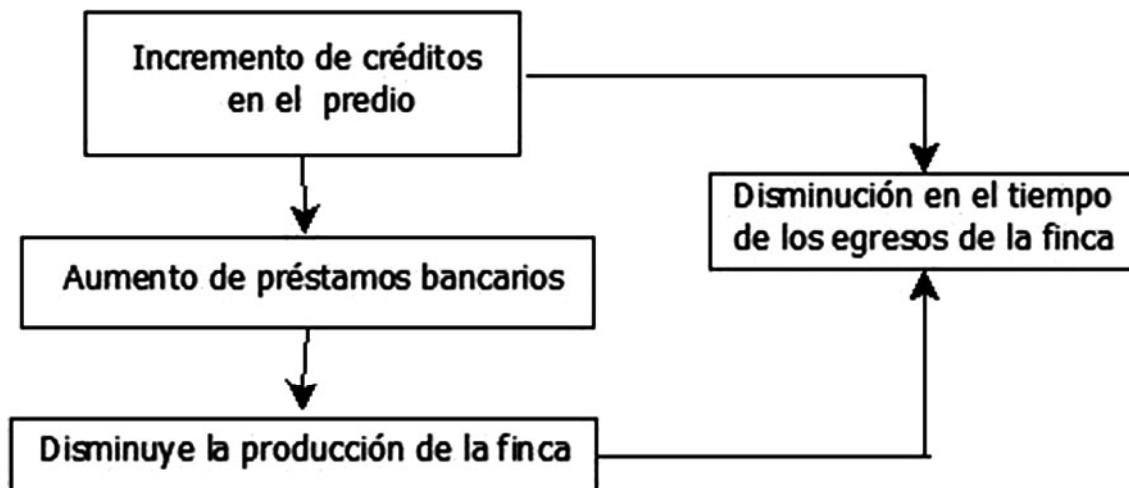


Figura 4. Conocimiento local de los productores sobre la inversión producto al cambio climático.

## CONCLUSIONES

La existencia de la incorporación del conocimiento local de los productores en los procesos de investigación, contribuye a establecer las bases para diseñar nuevas propuestas que permitan el aprovechamiento y conservación de los recursos locales y generar sistemas de producción. Las especies arbóreas identificadas juegan un papel importante en los sistemas de producción; sin embargo, los niveles de importancia y el significado cultural generan alternativas agroforestales para los sistemas ganaderos.

El marco de las estrategias de adaptación al cambio climático está influenciado por la situación socioeconómica, por lo anterior, las estrategias identificadas para ser implementadas a nivel de finca, es la regeneración de árboles en potreros de los cuales se obtiene diferentes servicios ecosistémicos como sombra, conservaciones de fuentes hídricas, leña y forraje. Se encontró que la mayoría de los productores deciden ampliar áreas en pasturas que conllevan a una ganadería extensiva lo que se traduce en un bajo interés en la adopción sistemas agroforestales.

La no adopción de sistemas agroforestales tiene como consecuencia el aumento de plagas y enfermedades generadas por las variaciones del clima en la región de San Vicente del Caguán. Por otra parte, el conocimiento local encontrado sobre el componente arbóreo es

variado y escasamente desarrollado; existe un mayor conocimiento del componente arbóreo relacionado con la necesidad de obtener beneficios económicos y productos.

## LITERATURA CITADA

- Abril, Y. R. 2011. Sistemas agroforestales como alternativa de manejo sostenible en la actividad ganadera colombiana. Departamento del Meta, Colombia, Revista Sistemas de Producción Agroecológica. 2(1): 1 - 25.
- Ayarza, M., J. E. Carulla, C. E. Lascano, E. Cardena, F. Boshell y A. Peña. 2009. Seminario Internacional sobre el cambio climático y los Sistemas Ganaderos en Colombia. Universidad Nacional, Bogotá. 6 p.
- Betancourt, K., M. Ibrahim, C. Harvey, y B. Vargas. 2003. Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. Agroforestería en las Américas 10(39-40):47-51.
- Botina, S. y A. Taramuel. 2009. Caracterización del conocimiento local del componente arbóreo en fincas ganaderas del municipio de Cumbal, Departamento de Nariño.

- Tesis para optar por el grado de Ingeniero Agroforestal. 20 p.
- Britto-Ferreira, L. 2010. Respostas fisiológicas e comportamentais de bovinos submetidos a diferentes ofertas de sombra Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, BRA.
- Cerdán, C. 2007. Conocimiento local sobre servicios ecosistémicos de cafecultores del Corredor Biológico Volcánica Central Talamanca, Costa Rica. Tesis Mag. M.Sc. CATIE, Turrialba - Costa Rica. 181 p.
- Chará, J., E. Murgueitio, A. Zuluaga y C. Giraldo. 2011. Ganadería Colombiana Sostenible. Mainstreaming Biodiversity in Sustainable Cattle Ranching. Fundación CIPAV. 158 p.
- Dixon, H. J., J. W. Dolores, L. Joshi and F. L. Sinclair. 2001. Agroecological knowledge toolkit for windows: Methodological guidelines, computer software and manual for AKT 5. School of Agriculture and forest sciences, University of Wales, Bangor, UK. 171 p.
- García, F y M Ibrahim. 2013. Los árboles en los potreros para la reducción del estrés calórico del ganado en los trópicos. **En:** Estado del Recurso Arbóreo en Fincas Ganaderas y su Contribución en la Sostenibilidad de la Producción en Rivas, Nicaragua Catie. Costa Rica. 50 p.
- IGAC. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 2003. Mapa de suelos de Colombia. Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE Subdirección de Agrología.
- Jácome, C. 2006. Conocimiento local y estudio de la comunidad de aves como herramientas para la identificación de especies arbóreas nativas importantes para la conservación en sistemas ganaderos de los llanos orientales de Colombia (San Martín, Meta). Tesis Mag.Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. pp. 25-100.
- Joya, M., M. López, R. Gómez y C. Harvey. 2004. Conocimiento local sobre el uso y manejo de los árboles en las fincas ganaderas del municipio de Belén, Rivas. UCA, Universidad Centroamericana, Managua, Nicaragua. Revista Encuentro 68: 1 - 17.
- Kitalyi, A., C. Rubanza and D. Komwihangilo. 2008. Agroforestry and livestock: adaptation/mitigation strategies in agropastoral farming systems of Eastern Africa. **In:** Rowlinson, P., Steele, M., Nefzaoui, A. (eds) Livestock and global change. Proceedings of an international conference, Hammamet, Tunisia. Cambridge University Press, Cambridge, UK. pp. 119-121.
- Mosquera, D. 2010. Conocimiento local sobre bienes y servicios de especies arbóreas y arbustivas en sistemas de producción ganadera de Rivas, Nicaragua Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R, CATIE. 103 p.
- Muñoz, D. 2004. Conocimiento local de la cobertura arbórea en sistemas de producción ganadera en dos localidades de Costa Rica. CATIE. Tesis para optar por el grado de Máster Scientiae. Costa Rica. 206 p.
- Murgueitio, E., Z. Calle, F. Uribe, A. Calle and B. Solorio. 2011. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecol Manag.* 261:1654-1663
- Nardone, A., B. Ronchi, N. Lacetera and U. Bernabucci. 2006. Climatic effects on productive traits in livestock. *Vet Res Commun* 30(Suppl 1):75–81
- Narváez, M.F. 2008. Conocimiento local de las funciones y manejo de las Especies arbóreas en las prácticas tradicionales, en el Corregimiento la caldera, municipio de Pasto. Tesis Ingeniero Agroforestal. Pasto, CO. Universidad de Nariño. 18 p.
- Nilsen, A. 2009. La conducta del ganado con respecto a la distancia a los árboles en Muy Muy, Nicaragua. *Avances de Investigación. Agroforestería en las Américas: Interacción ganado-pastizal- árboles en los sistemas silvopastoriles.* Cartago, Turrialba. Costa Rica. 47: 1-61 p.

- Retana, J. y R. Villalobos. 2000. Caracterización pluviométrica de la fase cálida de ENOS en Costa Rica con base en probabilidades de ocurrencia de eventos en tres escenarios: seco, normal y lluvioso. *Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos*. 7(2):117-124.
- Retana, J. 2001. El clima y la ganadería bovina en Costa Rica. Instituto Meteorológico Nacional. Gestión de Desarrollo. Boletín Meteorológico. San José, C.R. 16 p.
- Santacruz, E., D. C. Bernal y D. A. Muñoz. 2010. Caracterización del conocimiento local del componente arbóreo en fincas ganaderas del municipio de Guachucal. Departamento de Nariño. 24 p.
- Sequin, B. 2008. The consequences of global warming for agriculture and food production. **In:** Rowlinson, P., Steele, M., Nefzaoui, A. (eds) *Livestock and global change. Proceedings of an international conference, Hammamet, Tunisia, 17–20 May 2008.* Cambridge University Press, Cambridge, UK . pp. 9-11.
- Sinclair, F .L. and D. H. Walker. 1998. “Acquiring qualitative Knowledge about complex agroecosystems. Part 1: Representation as natural language”. *Agricultural systems* 56: 341-363.
- Sinclair, F. L. and D. H. Walker. 1999. An utilitarian approach to the incorporation of local knowledge in agroforestry research and extension. **In:** Buck, L., Lassoie, J., Fernandez, E (eds). *Agroforestry in Sustainable Agriculture Systems.* CRC Press, Londres, UK. pp. 245– 275.
- Sinclair, F. L. and L. Joshi. 2000. “Taking local Knowledge tres seriously”. In Lawrence, A. (Ed) *Forestry, forest users and research: new ways of learning.* EFRN Series No 1, European Tropical Forest Research Network, Vienna, pp. 45-61.
- Sivakumar, M. V., R. Lal, R. Selvaraju and I. Hamdan. 2013. Climate change and food security in West Asia and North Africa. Tibbo, M; Van de Steeg, J .Climate Change Adaptation and Mitigation Options for the Livestock Sector in the Near East and North Africa. Dordrecht: Springer. 423 p.
- Souza de Abreu, M.H. 2002. Contribution of trees to the control of heat stress in dairy cows and the financial viability of livestock farms in humid tropics. PhD. Thesis, CATIE, Turrialba, CRC.
- Thornton, P. K., J. Van de Steeg, A. Notenbaert and M. Herrero. 2009. The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: a review of what we know and what we need to know. *Agric Syst* 101:113–127
- Thornton, P. K. and P. J. Gerber. 2010. Climate change and the growth of the livestock sector in developing countries. Mitigation and adaptation strategies for global change, 15(2): 169-184.
- Villanueva, C., M. Ibrahim, F. Casasola, N. Ríos y C. Sepúlveda. 2009. Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas como una medida de adaptación al cambio climático en América Central. *Sistemas silvopastoriles: una herramienta para la adaptación al cambio climático de las fincas ganaderas en América Central.* Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Claudia J. Sepúlveda L. y Muhammad Ibrahim. 125 p.
- Walker, D. H. and F .L. Sinclair. 1998. “Acquiring qualitative Knowledge about complex agroecosystems. Part 2: Formal representation”. *Agricultural systems* 56:365-386.
- Watson, R., M. Zinyowera, R. Moss and D. Dokken. 1997. *The Regional Impact of Climate Change: An Assessment of Vulnerability. Summary for Policymakers.* Report Of IPCC Working group II. 16 p.
- Zuo, H. T. and M. S. Miller-Goodman. 2004. Landscape use by cattle affected by pasture developments and season. *Journal of Range Management* 57:426-434.

## Valorização da matriz nutricional da enzima fitase para frangos de corte fêmeas nas diferentes fases de criação

### Nutritional assessment matrix of phytase enzyme in broiler females at different growing stages

### Valoración de la matriz nutricional de la enzima fitasa en pollos de engorde hembras en diferentes etapas de crecimiento

Rodolfo Machado Domingues,<sup>1\*</sup> Antonio Carlos de Laurentiz<sup>1</sup>, Caio César dos Ouros<sup>1</sup>, Rosemeire da Silva Filardi<sup>1</sup>, Fabiano Almeida Neves<sup>1</sup>, Rosangela da Silva de Laurentiz<sup>2</sup> y David Braithe Toledo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP). Faculdade de Engenharia. Departamento de Biologia e Zootecnia. Campus de Ilha Solteira. Ilha Solteira, SP. Brasil. \*Correio electrónico: rmdzootec@gmail.com. <sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP). Faculdade de Engenharia. Departamento de Física e Química. SP. Brasil. <sup>3</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP). Faculdade de Engenharia. Zootecnista. SP. Brasil.

#### RESUMO

Trezentos frangos de corte, fêmeas, com um dia de idade foram distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições compostas de 15 aves cada. Os tratamentos foram: T1 - Controle - dieta padrão sem fitase; T2 - Fitase - inclusão da matriz nutricional da enzima segundo recomendação do fabricante; T3 - Fitase10 - matriz utilizada no tratamento 2 superestimada em 10% e T4 - Fitase15 - matriz utilizada no tratamento 2 superestimada em 15%. O período experimental foi dividido em: fase inicial (8 a 21 dias), crescimento (22 a 35 dias) e final (36 a 42 dias de idade). Foram avaliados os dados de desempenho zootécnico (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar), a qualidade da cama (teor de cálcio e fósforo) e os Índices: Bioeconômico e de Eficiência de Produtividade. O ganho de peso e o consumo de ração foram influenciados ( $P < 0,05$ ) pela valorização da matriz da enzima, onde o tratamento Fitase15 apresentou os piores resultados, comparado ao tratamento controle. Com relação à qualidade da cama, os tratamentos com inclusão de fitase proporcionaram menores teores de cálcio e fósforo, com redução média de 22% para cálcio e 29% para fósforo, diferindo ( $P < 0,05$ ) do tratamento controle. O tratamento Fitase10 apresentou o melhor custo/benefício de acordo com os resultados do Índice Bioeconômico. Portanto, baseado nos resultados de desempenho, índice bioeconômico e redução de excreção de nutrientes na cama, a superestimação da matriz nutricional da enzima fitase em 10% é viável para frangos de corte fêmeas.

**Palavras-chave:** Valor nutricional, frangos, fitase.

#### ABSTRACT

Three hundred broilers females, with one day of age were distributed in a completely randomized design with four treatments, with five replicates composed of 15 birds each. The treatments were: T1 - Control - standard diet without phytase; T2 - Phytase- including nutritional enzyme matrix with the manufacturer's recommendations; T3 - Phytase 10 - matrix used in treatment 2 overestimated by 10% and T4 - Phytase 15 - matrix used in treatment 2 overestimated by 15%. Experimental period was divided into the initial phase (8-21 days), growth (22-35 days) and late (36-42 days old). The animal performance (weight gain, feed intake and feed conversion), the quality of the bed (calcium and phosphorus) and indexes: bioeconomic efficiency and productivity were evaluated. Weight gain and food consumption were influenced ( $P < 0.05$ ) by the appreciation of the enzyme, where the Fitase15 treatment showed the worst results compared to the control treatment matrix. As for the quality of the bed, with the inclusion of phytase treatments they showed lower levels of calcium and phosphorus, with an average reduction of 22% to 29% for calcium and phosphorus, differed ( $P < 0.05$ ) with the control treatment. The Fitase10 treatment showed the best cost / benefit according to the results of bio-economic index relationship. Therefore, based on performance results, Bioeconomic index and reduced excretion of nutrients in the bed, the overestimation of phytase nutritional matrix in 10% is feasible for female broilers.

**Key words:** nutritional value, chicken, phytase.

Recibido: 11/09/13 Aprobado: 25/05/15

## RESUMEN

Trescientos pollos de engorde hembras, con un día de edad se distribuyeron en un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos, con cinco réplicas compuestas de 15 aves cada uno. Los tratamientos fueron: T1 - Control - dieta estándar sin fitasa; T2 - Fitasa - inclusión de la enzima de la matriz nutricional con las recomendaciones del fabricante; T3 - Fitasa10 - matriz utilizada en el tratamiento 2 sobreestimado en 10% y T4 - Fitasa15 - matriz utilizada en el tratamiento 2 sobreestimado en 15%. El período experimental se dividió en la fase inicial (8-21 días), el crecimiento (22-35 días) y final (36-42 días de edad). Se evaluaron los datos de desempeño zootécnico (aumento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia), la calidad de la cama (contenido de calcio y fósforo) y los índices: bioeconómico y eficiencia de productividad fueron evaluados. El aumento de peso y el consumo de alimento fueron influenciados ( $P < 0,05$ ) por la apreciación de la enzima, donde el tratamiento Fitase15 mostró los peores resultados, en comparación con la matriz de tratamiento de control. En cuanto a la calidad de la cama, con la inclusión de los tratamientos de la enzima fitasa mostraron los niveles más bajos de calcio y fósforo, con una reducción media del 22% para el calcio y 29% para el fósforo, difirieron ( $P < 0,05$ ) con el tratamiento de control. El tratamiento Fitasa10 demostró la mejor relación costo/beneficio de acuerdo a los resultados del índice de bioeconómico. Por lo tanto, en base a los resultados de rendimiento, índice bioeconómico y la reducción de la excreción de nutrientes en la cama, la sobreestimación de la matriz nutricional de la enzima fitasa en 10% es factible para las pollos de engorde hembras.

**Palabras clave:** Valor nutricional, pollos, fitasa.

## INTRODUÇÃO

Com o grande avanço observado na avicultura, principalmente na cadeia produtiva de frangos de corte, questões relacionadas à eficiência na formulação de rações podem contribuir positivamente para a redução no custo de produção e diminuição do impacto ambiental dos dejetos destes animais.

As rações de aves são formuladas basicamente com milho e farelo de soja e, nesses ingredientes,

assim como em qualquer outro ingrediente de origem vegetal, o conteúdo de fósforo apresenta uma disponibilidade de apenas 33%, com exceção do farelo de arroz, em que a disponibilidade de fósforo é de 20% (Rostagno *et al.*, 2011).

O excesso de fósforo inorgânico das dietas, juntamente com o fósforo fítico presentes não são assimilados pelo organismo do animal, e podem causar sérios problemas ambientais como, por exemplo, a contaminação do solo e da água. A enzima fitase é capaz de liberar esse fósforo complexado, assim o animal consegue aproveitar melhor o fósforo dos ingredientes vegetais, diminuindo assim a inclusão do fósforo inorgânico, o que resulta em menor impacto ao meio ambiente e redução nos custos da dieta (Fukayama *et al.*, 2008).

Diversos trabalhos comprovam a eficácia da fitase, evidenciando que é possível reduzir nutrientes das rações sem comprometer o desempenho das aves e ainda diminuir a excreção de alguns elementos (Gomide *et al.*, 2007; Nagata *et al.*, 2009; Santos *et al.*, 2011). Baseados nas evidências de que a fitase melhora a disponibilidade de fósforo e de alguns outros nutrientes dos ingredientes de origem vegetal, os nutricionistas buscam elaborar uma matriz nutricional para frangos de corte. Entretanto existem algumas dúvidas, principalmente relacionadas à redução no nível de fósforo total nas diferentes fases de criação e ao tipo de fonte vegetal utilizada na ração.

A idade da ave é um fator importante para avaliação da exigência nutricional de fósforo disponível. Aves na fase final de criação podem aumentar o aproveitamento do fósforo complexado ao ácido fítico, em consequência da plena atividade enzimática do sistema digestivo e, além disso, é na fase inicial e na de crescimento que ocorrem tanto o maior desenvolvimento quanto a formação geral da ave (Laurentiz *et al.*, 2007).

Outros fatores além da idade são destacados em programas de alimentação, onde os níveis nutricionais para frangos de corte são ajustados de acordo com a variável estudada, sendo essas taxas de lotação, variações climáticas (inverno e verão), recomendações nutricionais, linhagens, uso de aditivos e a criação de

sexo separado, na tentativa de reduzir o custo de produção. Ao analisar os níveis de recomendações nutricionais para frangos de corte preconizados por Rostagno *et al.* (2011), verifica-se variação na exigência nutricional dos diferentes nutrientes de machos para fêmeas, constatando que fêmeas necessitam de níveis inferiores, variando de 2 a 10%, de acordo com o nutriente analisado. Portanto, a avaliação de programas de alimentação para fêmeas em criações de sexo separado é uma alternativa que poderá proporcionar redução nos custos de alimentação.

Além da questão financeira, existe uma preocupação constante dos nutricionistas na tentativa de diminuir a emissão de nutrientes no meio ambiente. Assim, é possível reduzir o potencial poluente dos dejetos de aves mediante a adoção de técnicas alimentares mais equilibradas, como melhorar a eficiência alimentar utilizando conceitos como proteína ideal, suplementar as rações com aminoácidos sintéticos, utilizar fontes de fósforo com melhor disponibilidade, realizar formulações próximas das exigências nutricionais dos animais, utilizar melhoradores de desempenho, verificar níveis de vitamina D e cálcio, adequar a granulometria das rações, peletizar as rações e utilizar enzimas exógenas para melhorar a digestibilidade dos alimentos, diminuindo assim os fatores antinutricionais (Nahm, 2002).

Na fase pré-inicial de 1 a 7 dias de idade, o frango de corte em relação ao seu peso vivo apresenta consumo reduzido, excelente crescimento e uma boa conversão alimentar, aliado a isso, segundo Tevernari e Mendes, 2009 a capacidade funcional de digestão e absorção de nutrientes pelo intestino das aves nessa fase é reduzido comparado a aves adultas, fato esse que ocorre devido a não completa maturação intestinal que a partir da segunda semana de vida apresenta significativa evolução. Assim a valorização da matriz nutricional de enzimas utilizadas na ração de frangos de corte na fase pré-inicial pode não ser eficiente, principalmente sob o ponto de vista econômico.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da matriz nutricional da enzima fitase no desempenho zootécnico, composição química

das excretas e no índice bioeconômico na produção de frangos de corte de 8 a 42 dias.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de avicultura da Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. Durante o período experimental as médias das temperaturas mínima e máxima registradas no interior do galpão foram,  $24 \pm 2,7^{\circ}\text{C}$  e  $32 \pm 3,1^{\circ}\text{C}$ , respectivamente.

Foram utilizados 300 frangos de corte com um dia de idade, fêmeas, da linhagem Cobb e peso médio de  $43 \pm 1,3$  g. As aves foram alojadas em boxes de 3 x 2 m (15 aves por box), com piso compacto coberto por uma camada de 5 cm de maravalha e equipados com bebedouro tipo pendular e comedouro tipo tubular.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 5 repetições de quinze animais cada. Os tratamentos consistiram em: T1 - Controle - sem fitase, T2 - Fitase - inclusão da matriz nutricional da enzima segundo recomendação do fabricante; T3 - Fitase10 - matriz utilizada no tratamento 2 superestimada em 10% e T4 - Fitase15 - matriz utilizada no tratamento 2 superestimada em 15%. A inclusão da enzima fitase foi de 100g/tonelada garantindo 1000 FTU/kg de ração e a matriz nutricional da enzima para disponibilizar nutrientes complexados ao ácido fítico, conforme recomendação do fabricante para (proteína bruta, cálcio, fósforo, energia metabolizável e aminoácidos digestíveis),

O período experimental compreendeu: inicial de 8 a 21 dias, crescimento de 22 a 35 dias e final de 36 a 42 dias de idade. Água e ração foram oferecidas *ad libitum*. As rações experimentais fareladas foram formuladas conforme as recomendações nutricionais e a composição dos ingredientes segundo Rostagno *et al.* (2011), sendo isonutritivas à base de milho e farelo de soja, variando a matriz nutricional da enzima fitase, conforme apresentado na Tabela 1.

Os dados médios de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar foram avaliados nos períodos de 8 a 14, 15 a 21, 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade. Ao final do período experimental

Tabela 1. Composição das rações experimentais fornecidas em cada fase.

Composição em ingredientes (%)	Tratamentos											
	Fase Inicial				Crescimento				Final			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Milho	61,59	65,10	64,9	64,79	63,79	67,9	68,32	68,52	67,31	71,43	71,84	72,04
Farelo de soja	32,88	31,70	31,69	31,67	29,94	28,67	28,53	28,47	26,67	25,38	25,26	25,19
Óleo de soja	1,90	-	-	-	2,96	0,85	0,64	0,54	3,02	0,91	0,70	0,60
Sal comum	0,41	0,41	0,41	0,41	0,39	0,39	0,39	0,39	0,37	0,37	0,37	0,37
Supl. min/vit <sup>2</sup>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Fosfato bicálcico	1,67	0,88	0,80	0,76	1,53	0,74	0,66	0,62	1,39	0,60	0,52	0,49
Calcário calcítico	0,78	0,84	0,84	0,84	0,75	0,80	0,81	0,81	0,71	0,77	0,77	0,77
DL-metionina (99%)	0,23	0,23	0,23	0,23	0,18	0,17	0,17	0,17	0,14	0,14	0,14	0,14
L-lisina (78%)	0,22	0,23	0,23	0,23	0,14	0,16	0,16	0,16	0,12	0,13	0,13	0,13
Cloreto de colina	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06
Saligran	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	-	-	-	-
Sulfato colistina	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	-	-	-	-
Porção variável <sup>1</sup>	0,01	0,3	0,59	0,76	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Custo (\$/kg)	0,33	0,31	0,31	0,31	0,32	0,30	0,30	0,30	0,31	0,29	0,29	0,28
Composição nutricional												
Energia metabolizável (kcal/kg)	3000	3000	3000	3000	3100	3100	3100	3100	3150	3150	3150	3150
Proteína bruta (%)	19,90	19,90	19,90	19,90	18,74	18,74	18,74	18,74	17,53	17,53	17,53	17,53
Fósforo disponível	0,42	0,42	0,42	0,42	0,39	0,39	0,39	0,39	0,36	0,36	0,36	0,36
Cálcio	0,84	0,84	0,84	0,84	0,78	0,78	0,78	0,78	0,72	0,72	0,72	0,72

<sup>1</sup> A porção variável foi constituída da enzima fitase e inerte a fim de se obter o nível de 1.000 FTU/kg ração.

<sup>2</sup> Suplemento Mineral Vitamínico: Nutrientes por quilograma de ração: 5.500 UI vit. A; 1.000 UI vit. D3; 6,5 mg vit. E; 1,25 mg vit. K3; 0,5 mg vit. B1; 2,5 mg vit. B2; 0,75 mg vit. B6; 7,5 mcg vit. B12; 6,5 mg pantotenato de cálcio; 17,5 mg niacina; 0,025 mg biotina; 0,25 mg ácido fólico; 32,5 mg Mn; 25 mg Fe; 3 mg Cu; 0,5 mg I; 22,5 mg Zn; 0,05 mg Co; 0,1 mg Se; 2,0 mg antioxidante.

(42 dias de idade), foi avaliado o índice de eficiência de produtividade (IEP) pela seguinte fórmula:

$$\text{IEP} = [\text{ganho de peso médio diário (kg)} \times \text{viabilidade criatória (\%)}] / (\text{conversão alimentar} \times 100)$$

Para avaliar a viabilidade econômica das diferentes estimativas da matriz nutricional da enzima fitase, foi utilizado o Índice Bioeconômico (IBE) desenvolvido por Guidoni *et al.* (1994):

$$\text{IBE} = \text{GP} - (\text{PR} / \text{PF}) * \text{CR}.$$

Onde: GP = ganho de peso médio por ave no período (g); PR = preço médio do kg de ração (US\$), PF = preço do kg do frango vivo (US\$); CR = consumo médio de ração por ave no período (g).

O preço de cada ração é apresentado na (Tabela 1), e o valor considerado para o preço do kg de frango vivo foi de US\$1,06.

Ao início e ao final do período experimental foram coletadas mostras compostas em cada uma das parcelas experimentais para obtenção das características qualitativas da cama (teores de cálcio e fósforo). As amostras compostas foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e mantidas em congelador até o envio ao laboratório. Aproximadamente 300 g de cada amostra composta do material foram levados à estufa de ventilação forçada a 55 °C, por 72 horas, para obter os valores da primeira matéria-seca. Após esse procedimento as amostras foram submetidas ao processo de moagem em moinho tipo faca, com peneira de 1 mm e levadas juntamente com amostras de todas as dietas elaboradas no experimento ao Laboratório de Nutrição de Plantas da FEIS para determinação dos teores de cálcio e fósforo, segundo metodologia descrita por Malavolta (1997).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e em caso de diferença estatística, as médias foram comparadas pelo teste SNK, no nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise dos dados de desempenho para consumo de ração e ganho de peso nas

diferentes fases de criação (Tabela 2), observa-se que houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para consumo de ração nas fases de 15-21 dias, 22-35 dias e de 7-42 dias e para ganho de peso na fase de 7-42 dias de idade, para as demais fases de criação e para conversão alimentar não foram observadas diferenças significativas. Nas fases onde foram detectadas diferenças para o consumo de ração verifica-se que o tratamento Fitase 15, proporcionou o menor consumo de ração por ave, como uma redução média de 6,4% nas diferentes fases de criação. O consumo de ração reduzido para as aves que receberam o tratamento Fitase15 pode ser explicado pela menor inclusão de fósforo na dieta em conjunto com a baixa presença da enzima fitase, proporcionando assim uma deficiência de fósforo.

Parmer *et al.* (1987) constataram que a deficiência de Pd da dieta acarreta severa redução na ingestão de fósforo e sugeriram que níveis reduzidos de fósforo podem prejudicar o desempenho das aves, principalmente pela diminuição do consumo de ração, mas também reduz a síntese e a liberação de crescimento e de hormônios da tireoide, principalmente o T3 (triiodotironina).

A redução no consumo de ração de frangos de corte quando suplementados com fitase na fase inicial também foi constatada por Laurentiz *et al.* (2007) e Costa *et al.* (2007), enquanto Bonato *et al.* (2004) e Surek *et al.* (2008), não observaram redução em nenhum dos parâmetros de desempenho avaliados, entretanto são observadas diferenças quanto a valorização da matriz nutricional atribuída a enzima fitase.

Na fase de crescimento de 22 a 35 dias de idade apenas o consumo de ração foi influenciado pelas diferentes rações ( $P < 0,05$ ). O tratamento Fitase15 quando comparado ao Controle promoveu uma redução de 10,40% no consumo de ração. Esse resultado corrobora com o apresentado por Ahmed *et al.* (2004), Laurentiz *et al.* (2009) e Santos *et al.* (2011) que também observaram redução no consumo de ração nos tratamentos com os maiores valores de redução dos níveis de Pd da dieta mesmo com a suplementação da enzima fitase.

Na fase final de 35 a 42 dias de idades não foram observadas ( $P > 0,05$ ) diferenças

Tabela 2. Desempenho de frangos de corte suplementados com diferentes valorizações da enzima fitase.

Consumo de ração (g)						
Idade em fases-dias	Controle	Fitase	Fitase10	Fitase15	CV	Valor de P
8 - 14	417	411	412	403	2,72	0,26
15 - 21	429 ab	428 ab	445 a	411 b	4,31	0,04
22 - 35	2173 a	2089 ab	2058 ab	1947 b	4,24	0,007
35 - 42	977	1063	1085	979	9,21	0,19
7 - 42	3996 a	3981 a	4000 a	3740 b	3,48	0,02
Ganho de peso (g)						
Idade em fases-dias	Controle	Fitase	Fitase10	Fitase15	CV	Valor de P
8 - 14	305	295	289	290	3,33	0,08
15 - 21	292	280	288	277	6,00	0,54
22 - 35	1228	1195	1191	1139	4,48	0,11
35 - 42	421	446	472	401	10,64	0,12
7 - 42	2247 a	2219 a	2237 a	2107 b	3,24	0,02
Conversão alimentar (g/g)						
Idade em fases-dias	Controle	Fitase	Fitase10	Fitase15	CV	Valor de P
8 - 14	1,367	1,393	1,425	1,389	2,61	0,16
15 - 21	1,469	1,528	1,545	1,483	5,44	0,28
22 - 35	1,769	1,748	1,727	1,709	3,85	0,55
35 - 42	2,320	2,383	2,298	2,441	6,07	0,43
7 - 42	1,778	1,794	1,788	1,775	2,07	0,83

Médias seguidas de letras distintas, dentro de cada linha, diferem estatisticamente pelo Teste SNK ( $P < 0,05$ ).

significativas para o consumo de ração. Estes resultados demonstram que a enzima fitase liberou os nutrientes que estavam complexados na molécula de fitato, principalmente o fósforo, o que permitiu às aves do tratamento Fitase, Fitase10 e Fitase15 manterem o desempenho semelhante ao do tratamento Controle. Esses dados confirmam os resultados obtidos por Yan *et al.* (2004) e Viera *et al.* (2007), que também não encontraram diferenças significativas no consumo de ração de frangos de corte suplementados com fitase na fase final. Essa resposta na fase final de criação talvez esteja relacionada ao maior consumo de ração, pior conversão alimentar e conseqüentemente uma queda nas necessidades nutricionais para a

formação e manutenção das estruturas do organismo.

Sendo o ganho de peso uma variável que sofre interferência direta do consumo de ração, isso foi observado na fase de total de 7 a 42 dias de idade, onde o tratamento Fitase 15 proporcionou queda no consumo de ração de 6,4%, ao comparar com a média dos outros tratamentos, e conseqüentemente o ganho de peso seguiu o mesmo comportamento reduzindo em 5,7%, diferindo significativamente ( $P < 0,05$ ) dos demais.

A valorização da matriz nutricional acima de 10% prejudicou os parâmetros de consumo de ração e ganho de peso, o que indica que provavelmente a valorização até 10% seja o ponto máximo

para proporcionar o melhor aproveitamento dos nutrientes complexados no fitato. Ahmed *et al.* (2004) observaram aumentos ( $P < 0,01$ ) no ganho de peso e no consumo de ração de frangos de corte suplementados com enzima fitase em relação ao tratamento controle. Porém, Brunelli *et al.* (2012), Laurentiz *et al.* (2007) e Vieira *et al.* (2007) não encontraram diferenças significativas, ao incluírem enzima fitase na dieta de frangos de corte 7 a 42 dias de idade. A valorização de 15% utilizada no presente estudo supera a capacidade da enzima em liberar os nutrientes complexados no fitato, prejudicando assim o desempenho.

A conversão alimentar no período de 7 a 42 dias não foi influenciada pelos tratamentos ( $P > 0,05$ ). Esses resultados corroboram com os apresentados por Brunelli *et al.* (2012) e Vieira *et al.* (2007). Entretanto, Ahmed *et al.* (2004) e Laurentiz *et al.* (2007) relataram melhor conversão alimentar ( $P < 0,05$ ) para frangos de corte que foram suplementados com enzima fitase no período total de criação.

Os valores do IBE (Tabela 3) aumentaram com a inclusão da enzima fitase em relação ao tratamento controle. A utilização da fitase reduz a utilização de fosfato bicálcico na dieta, o que proporciona uma redução considerável no custo total da ração, resultando em menores custos de produção. Quanto maior o valor do IBE, melhor a relação benefício/custo; sendo o tratamento Fitase10 o que apresentou melhor resposta nessa relação. Resultados semelhantes foram encontrados por Bonato *et al.* (2004) e Santos *et*

*al.* (2004), onde o IBE foi melhor nos tratamentos que foram utilizados a enzima fitase.

Os resultados de IEP (Tabela 3) não apresentaram diferença significativa com a utilização da fitase em nenhum dos tratamentos, resultados diferentes dos encontrados por Laurentiz *et al.* (2007) que obtiveram alterações de IEP quando utilizaram a enzima fitase em dietas com fósforo disponível reduzido.

A utilização da enzima fitase reduziu ( $P < 0,05$ ) a concentração de fósforo e cálcio nas camas de frango (Tabela 4). Quanto aos teores de fósforo, o tratamento Fitase15 determinou uma redução ( $P < 0,05$ ) de 35 e 15% em relação aos tratamentos Controle e Fitase10, respectivamente. A diminuição da quantidade de fosfato bicálcico utilizado e o menor consumo de ração do tratamento Fitase15 em relação ao Controle podem explicar a diferença da concentração desse mineral nas camas. A redução média dos teores de fósforo total na cama com a utilização da enzima fitase foi de 30%, valores semelhantes aos encontrados por Laurentiz *et al.* (2007), que relataram redução de 39%.

O teor de cálcio apresentou o mesmo comportamento do teor de fósforo, sendo o tratamento Controle com maiores teores e o Fitase15 os menores. Porém, diferentemente dos teores de P, para os teores de Ca não foram encontradas diferenças entre os tratamentos contendo a enzima fitase. Resultados semelhantes de redução de cálcio na cama de

Tabela 3. Índice bioeconômico e índice de eficiência produtiva de frangos de corte aos 42 dias suplementados com diferentes valorizações da enzima fitase.

Tratamentos	IBE	IEP
Controle	1,019 b	336
Fitase	1,086 ab	320
Fitase10	1,110 a	316
Fitase15	1,054 ab	307
CV %	4,26	6,15
Valor de P	0,03	0,38

Médias seguidas de letras distintas, dentro de cada coluna, diferem estatisticamente pelo Teste SNK ( $P < 0,05$ ).

Tabela 4. Concentração de Cálcio e Fósforo das camas de frango.

Tratamento	Característica da cama	
	Fósforo total (%)	Cálcio (%)
Controle	0,82 a	1,23 a
Fitase	0,63 b	1,04 b
Fitase 10%	0,59 bc	0,94 b
Fitase 15%	0,53 c	0,88 b
CV %	4,82	4,48
Valor de P	0,0005	0,0001

Médias seguidas de letras distintas, dentro de cada coluna, diferem estatisticamente pelo Teste SNK ( $P < 0,05$ ).

Composição inicial do material utilizado como cama - teores médios de fósforo total e cálcio: 0,08 e 0,20% respectivamente.

frango de aves que foram suplementas com fitase também foram observados por Silva *et al.* (2006).

## CONCLUSÃO

A superestimação da matriz nutricional da enzima fitase em 10% não prejudicou o desempenho das aves, reduziu os teores de fósforo total e cálcio na cama de frango e proporcionou o melhor custo/benefício, sendo viável sua utilização na formulação de rações frangos de corte fêmeas.

## LITERATURA CITADA

- Ahmed, F., M. S. Rahman, S. U. Ahmed and M. Y. Miah. 2004. Performance of Broiler on Phytase Supplemented Soybean Meal Based Diet. *International Journal of Poultry Science*, 3(4): 266-271.
- Brunelli, S. G., J. W. Pinheiro, A. M. Bridi, N. A. N. Fonseca, C. A. Silva e A. Oba. 2012. Efeitos da fitase no desempenho e na qualidade de carne de frangos de corte. *Semina: Ciências Agrárias*, 33(2):3279-3286.
- Bonato, E. L., I. Zanella, R. Santos, S. P. Gasparini, L. Magon, A. P. Rosa y L. P. Brittes. 2004. Uso de enzimas em dietas contendo níveis crescentes de farelo de arroz integral para frangos de corte. *Ciência Rural*, 34(2):511-516.
- Costa, F. G. P., P. A. Brandão, J. S. Brandão e J. H. V. Silva 2007. Efeito da enzima fitase nas rações de frangos de corte, durante as fases pré-inicial e inicial. *Ciência e Agrotecnologia*, 31(3): 865-870.
- Fukayama, E. H., N. K. Sakomura, L. R. B. Dourado, R. Neme, J. B. K. Fernandes e S. M. Marcato. 2008. Efeito da suplementação de fitase sobre o desempenho e a digestibilidade dos nutrientes em frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(4):629-635.
- Gomide, E. M., P. B. Rodrigues, R. T. F. Freitas e E. T. Fialho. 2007. Planos nutricionais com a utilização de aminoácidos e fitase para frangos de corte mantendo o conceito de proteína ideal nas dietas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36(6):1769-1774.
- Guidoni, A. L., C. R. Godoi de M. e C. Bellaver. 1994. Uso do índice nutricional bio-econômico como medida do desempenho nutricional. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Maringá, Brasil. 746 p. (Resumo).
- Laurentiz, A. C., O. M. Junqueira, R. S. Filardi, V. Assuena, E. M. Casartelli e R. Costa. 2007. Efeito da adição da enzima fitase em rações para frangos de corte com redução dos níveis de fósforo nas diferentes fases

- de criação. *Ciência Animal Brasileira*, 8(2):207-216.
- Laurentiz, A. C., O. M. Junqueira, R. S. Filardi, K. F. Duarte, V. Assuena e S. Sgavioli. 2009. Desempenho, composição da cama, das tíbias, do fígado e das excretas de frangos de corte alimentados com rações contendo fitase e baixos níveis de fósforo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(10):1938-1947.
- Malavolta, E., G. C. Vitti e S. A. Oliveira. 1997. Avaliação do estado nutricional das plantas princípios e aplicações. Ed. Potafós, Brasil. 2ª Ed.
- Nagata, A. K., P. B. Rodrigues, K. F. Rodrigues, R. T. F. Freitas, L. F. T. Albino e E. T. Falho. 2009. Uso do conceito de proteína ideal em rações com diferentes níveis energéticos, suplementados com fitase para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. *Ciencia e Agrotecnologia*, 33(2):599-605.
- Nahm, K. H. 2002. Efficient feed nutrient utilization to reduce pollutants in poultry and swine manure. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 32(1):1-16.
- Parmer, T. G., L. K. Kirby and Z. B. Johnson. 1987. Function, growth hormone, and organ growth in broiler deficient in phosphorus. *Poultry Science*, 66:1995-2004.
- Rostagno, H. S., L. F. T. Albino, J. L. Donzele, P. C. Gomes, R. F. Oliveira, D. C. Lopes, A. S. Ferreira., S. L. T. Barreto e R. F. Euclides. 2011. Composição de alimentos e exigências nutricionais. (Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos). Ed. UFV, Brasil. 3ª Ed.
- Santos, R., I. Zanella, E. L. Bonato, A. P. Rosa, L. Magon, S. P. Gasparini e L. B. P. Brittes. 2004. Diminuição dos níveis de cálcio e fósforo em dietas com farelo de arroz integral e enzimas sobre o desempenho de frangos de corte. *Ciência Rural*, 34(2):517-521.
- Santos, L. M., P. B. Rodrigues, R. R. Alvarenga, L. P. Naves, R. Hespanhol, G. F. R. Lima, M. C. C. Lara e L. R. Silva. 2011. Níveis de fósforo disponível e cálcio em rações suplementadas com fitase para frangos de corte nas fases de crescimento final. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(11):2486-2495.
- Silva, Y. L., P. B. Rodrigues, R. T. F. Freitas, A. G. Bertechini, E. T. Fialho, E. J. Fassani e C. R. Pereira. 2006. Redução de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. Desempenho e teores de minerais na cama. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(3):840-848.
- Surek, D., A. Maiorka, F. Dahlke, M. Opalinski, S. G. Franco e E. L. Krabbe. 2008. Uso de fitase em dietas de diferentes granulometrias para frangos de corte na fase inicial. *Ciência Rural*, 38(6):1725-1729.
- Vieira, A. R., C. B. V. Rabello., M. C. M. M. Ludke, W. M. D. Junior, D. M. Torres e J. B. Lopes. 2007. Efeito de diferentes níveis de inclusão de farelo de arroz em dietas suplementadas com fitase para frangos de corte. *Acta Sci. Anim. Sci.* 29(3):267-275.
- Tavernati, F. C. e A. M. P. Mendes. 2009. Desenvolvimento, crescimento e características do sistema digestório de aves. *Revista Eletrônica Nutritime*, 6(6):1103-1115.
- Yan, F., C. A. Frittis and P. W. Waldroup. 2004. Evaluation of modified dietary phosphorus levels with and without phytase supplementation on live performance and excreta phosphorus concentration in broiler diets. *Journal of Applied Poultry Research*. 13:394-400.

## **Materia seca comestible en una pastura bajo diferentes coberturas de dosel arbóreo en una zona de Bosque seco Tropical (Bs-T) en el Tolima, Colombia**

### **Edible dry matter in a pasture under different arboreal canopy coverage in a Tropical Dry Forest (Bs-T) area from Tolima, Colombia**

Rodrigo Serrano<sup>1</sup>, Jairo Mora-Delgado<sup>2\*</sup> y Roberto Piñeros Varón<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad del Tolima, Centro Universitario Regional del Norte, CURDN, Colombia.

<sup>2</sup>Universidad del Tolima, Grupo de Investigación Sistemas Agroforestales Pecuarios, Colombia. \*Correo electrónico: jrmora@ut.edu.co

#### **RESUMEN**

La biomasa comestible para el ganado es la materia seca que se aprovecha después de descontar las pérdidas por pisoteo, más la biomasa residual que constituye la reserva de nutrientes para el rebrote. Evaluar la productividad y calidad de la pastura es fundamental en el manejo de pastizales naturales usados para la crianza de bovinos. El objetivo del presente trabajo fue el de medir la cantidad y calidad de la biomasa comestible de la pastura en función de la cobertura de dosel. El estudio se hizo en una pastura localizada en la Hacienda Pajonales (Latitud: 4.76667; Longitud: -74.8167), municipio de Ambalema (Colombia); zona de vida Bosque seco Tropical (Bs-T) del valle cálido del río Magdalena. Se muestrearon 19 sitios a partir del levantamiento virtual de una cuadrícula de 50 x 50 m, superpuesta sobre una imagen satelital Quick Bird de Google earth usando ArcGIS 9.2. La biomasa total disponible se estimó con el método del Botanal y se realizaron análisis químicos para evaluar la calidad del forraje. El campo experimental presentó un promedio de MS comestible de 2008,67±302,1 kg en cobertura arbórea escaza y de 2270,92±375,7 kg/ha/corte en cobertura baja. Esta biomasa fue diferente estadísticamente respecto a las coberturas mayores a 40%. Un análisis de correlación de Pearson sugiere que existe una relación positiva entre la cobertura arbórea y la producción de biomasa comestible, pero el R<sup>2</sup> indica que solo la cobertura no es un criterio robusto para predecir la producción de biomasa.

**Palabras clave:** Materia seca, pastos bajo sombra, bovinos.

Recibido: 22/10/13 Aprobado: 03/06/15

#### **ABSTRACT**

The edible biomass for livestock is the dry matter harnessed once losses due to trampling and residual biomass for regrowth are thicounted. Evaluation of productivity and pasture quality is fundamental for management of natural grasslands used for raising cattle. This study aimed to measure quantity and quality of the edible biomass under different canopy cover in a pasture. It was located in the Hacienda Pajonales (Lat: 4.76667, Longitude: -74.8167) Ambalema municipality (Colombia); living area Tropical Dry Forest (Bs-T) warm Magdalena River Valley. 19 sites were sampled from lifting a virtual grid of 50 x 50 m, superimposed on Quick Bird satellite image of Google earth using ArcGIS 9.2. Total available biomass was estimated by the method of Botanal and chemical analyzes were performed to assess the quality of forage. The pasture presented an average value for edible DM of 2008,67±302,1 kg under sparse tree cover and of 2270,92±375,7 kg/ha/cutting under low tree cover. This biomass was statistically different respect for greater coverage to 40%. Pearson correlation analysis suggests a positive relationship between tree cover and edible biomass production, but the R<sup>2</sup> indicates that the coverage is not a robust approach to predict biomass production.

**Key words:** Dry matter, pasture under shade, cattle.

## INTRODUCCIÓN

En la parte alta y media de la cuenca del río Magdalena, el manejo de los sistemas ganaderos está basado en pastoreo sobre pasturas degradadas de colosoana (*Botriochloa pertusa*), puntero (*Hyparrhenia ruffa*), angleton (*Dichanthium aristatum*) y en menor extensión con pastos mejorados de estrella (*Cynodon plectostachyus*) y pangola (*Digitaria decumbens* Stent). Tal estado de degradación trae como resultados al productor, una baja en los rendimientos zootécnicos y altos costos de producción (Holmann *et al.*, 2004).

La literatura reporta interesantes experiencias del papel de los doseles arbóreos en las pasturas tropicales, especialmente bajo arreglos de árboles dispersos en potreros, mostrando una gran diversidad de especies leñosas apreciadas por los ganaderos (Ospina, 2003; Serrano, 2014; Garzón, 2014). Estos sistemas son ampliamente difundidos en los valles interandinos y zona Caribe colombiana, en los cuales se conserva el componente arbóreo proveniente por la retención de especies apreciadas por el ganadero o por regeneración natural (Cajas y Sincler, 2001). Así, la ganadería predominante en el valle cálido del alto Magdalena se ha orientado a la producción de carne y doble propósito, empleando pasturas comúnmente asociadas a especies arbóreas, aunque con un deficiente manejo.

La interacción entre el componente leñoso y herbáceo en las pasturas puede generar efectos negativos, como es el caso de la cobertura arbórea sobre el crecimiento de las gramíneas y leguminosas herbáceas por competencia de luz, pero puede ser también positiva por la conservación de humedad y disponibilidad de materia orgánica y nutrientes en el suelo (Ramírez, 1997). Algunas investigaciones reportan que las gramíneas existentes bajo cobertura arbórea son sometidas a transformaciones importantes debido a la cantidad y calidad de la radiación solar que reciben (Plevich *et al.*, 2002). Por ejemplo, otros investigadores indican que la producción de biomasa en las gramíneas disminuye por el efecto que la sombra está ejerciendo sobre la longitud y número de brotes de pasto (Villafuerte *et al.*, 1999; Betancourt *et al.*, 2003), no obstante el área foliar y la eficiencia fotosintética aumenta dando como resultado

forrajes de mejor calidad (Piñeros *et al.* 2011). La disminución de temperatura bajo copa reduce la temperatura foliar en la gramínea, lo que a su vez mengua los niveles de transpiración, aumentando la eficiencia de uso de agua de la gramínea (Plevich *et al.*, 2002; Gil *et al.*, 2005).

La sombra del dosel arbóreo incide en la biomasa del estrato herbáceo. Piñeros *et al.* (2011) reportó 1,82 y 0,91 t/ha/corte, respectivamente, en una pastura monofítica de *B. pertusa* comparada con un sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala* × *B. pertusa*. Posiblemente, la baja productividad del *B. pertusa* en el segundo sistema, pueda deberse a la baja tolerancia de *B. pertusa* a la sombra. No obstante, en la costa Caribe colombiana, la repuesta de esta especie en un sistema silvopastoril fue satisfactoria, al obtenerse 2.4 t de MS/ha/corte equivalente a 44,2% más que la pastura monofítica (1,7 t/ha/corte de MS) (Mora-Delgado *et al.* 2015). A su vez, Sierra (2004) reporta para *B. pertusa* 1,3 t/ha y para el *B. repens* 0.8 t/ha de materia seca.

Estas relaciones entre el dosel arbóreo y la producción de materia seca comestible han generado interrogantes en cuanto al diseño de potreros, convirtiéndose en objeto de interés para estudiosos de los sistemas silvopastoriles. El objetivo de este artículo fue el de medir la cantidad y calidad de la biomasa comestible en función de la cobertura de dosel arbóreo en una pastura del valle cálido del Magdalena en el departamento del Tolima, Colombia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la hacienda Pajonales perteneciente a la Organización Pajonales S.A. localizada en el municipio de Ambalema, departamento del Tolima (Colombia), parte alta de la cuenca del Magdalena (Latitud: 4.76667; Longitud: -74.8167) y a una distancia de 15 km del casco urbano del municipio de Ambalema (Figura 1). La zona presenta una precipitación media anual del sitio de 1.270 mm, una temperatura media de 28 °C y una altura de 300 m, ubicándose en una zona de vida de Bosque seco Tropical (Bs-T) según Holdridge (1967). La mayor parte de los suelos corresponden a vertisoles, inceptisoles y molisoles. Los sistemas productivos de la hacienda Pajonales están dirigidos a diversas actividades de tipo

agropecuario dentro de éstas la ganadería bovina.

### Estimación de la cobertura arbórea del potrero

La cuantificación de la cobertura arbórea del potrero se realizó mediante una imagen satelital Quick Bird de Google Earth. Para ello, se procedió a realizar una modelación del dosel con fundamento en la diferenciación de las tonalidades de la cobertura vegetal. Se usó ArcGIS 9.2 licenciado para la Universidad Nacional de Colombia, con lo cual se hizo una delimitación de los contornos de la zona boscosa; esta posteriormente fue convertida a polígonos, los que a su vez fueron representados en una imagen de puntos, separados a 5 m<sup>2</sup>.

La cobertura arbórea se estimó en una cuadrícula de 350 celdas de 0,25 ha cada una, construida en un ambiente GIS y superpuesta

a la capa de cobertura arbórea (Figura 2). Así se calculó la cobertura con base al conteo de puntos correspondientes a cobertura en cada celda y expresada en forma porcentual, que posteriormente fueron clasificadas en cinco clases de cobertura: Escasa  $\leq 20\%$ , Baja  $\geq 20\%$  y  $\leq 40\%$ , Intermedia  $\geq 40\%$  y  $\leq 60\%$ , Alta  $\geq 60\%$  y  $\leq 80\%$  y Muy alta  $\geq 80\%$ . Se construyó una imagen de clasificación de las celdas usando el software libre DivaGis (Figura 3).

### Disponibilidad de forraje

Con el uso de la cuadrícula superpuesta en el mapa de cobertura arbórea, se seleccionaron 19 sitios, bajo el criterio que estos representaran las diferentes densidades de dosel en las cuatro zonas predeterminadas en la imagen satelital. Así, se estimó la biomasa herbácea total en parcelas de 2.500 m<sup>2</sup>.

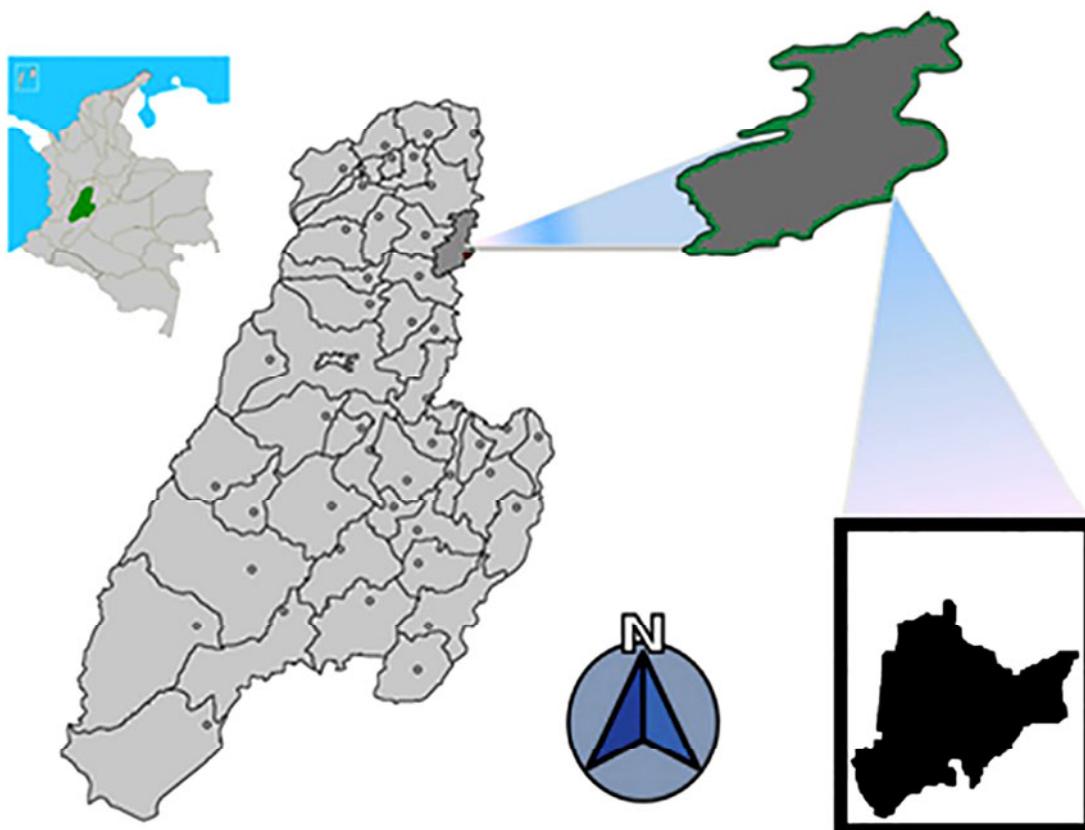


Figura 1. Imagen de la hacienda Pajonales, municipio de Ambalema y su ubicación en el departamento del Tolima (Colombia).

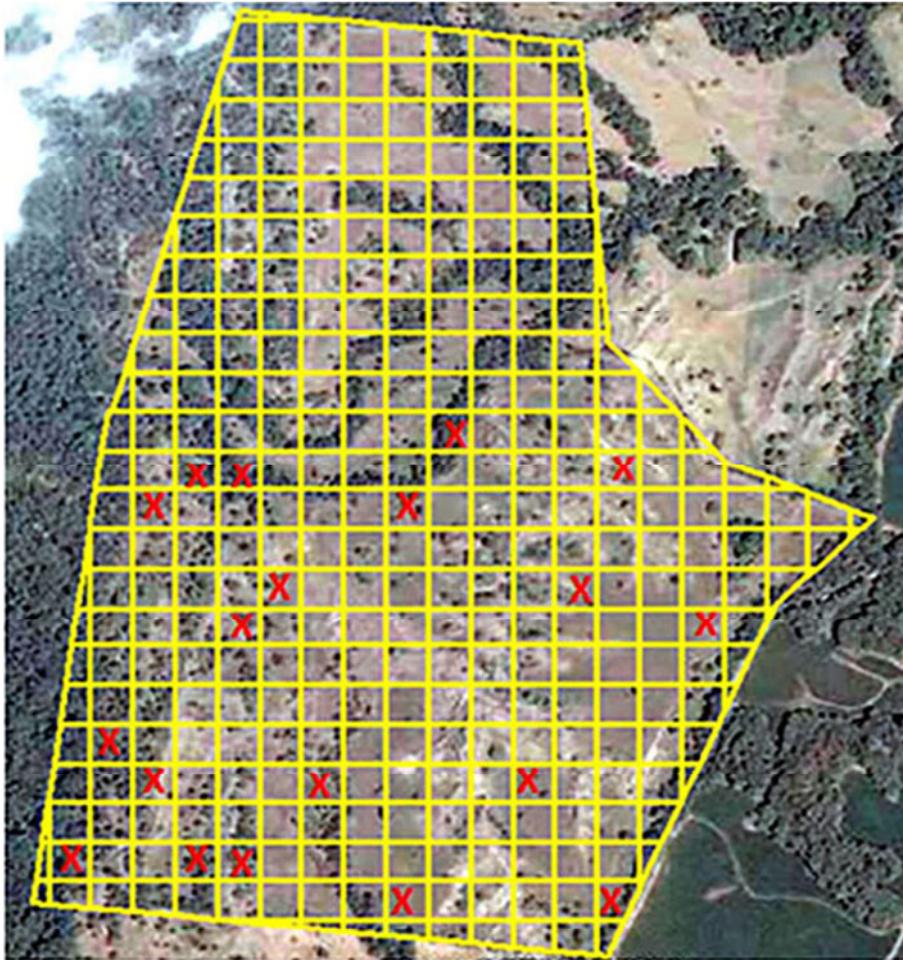


Figura 2. superposición de una cuadrícula de 2.500m<sup>2</sup> sobre la imagen de coberturas y ubicación espacial de las 19 parcelas para aforos en un potrero arbolado del Magdalena Tolimense.

La biomasa total (viva y muerta) se calculó haciendo cortes de la biomasa total cortada a ras del suelo, con el uso de marcos de madera de 50 x 50 cm, siguiendo la metodologías clásicas de Haydock y Shaw (1975); T'Mannetje y Haydock (1963), con algunas modificaciones de Estrada (2002) en un doble muestreo visual, como se explica en el estudio de Serrano *et al.* (2014). Se hizo un seguimiento a la producción de biomasa mediante cuatro aforos en diferentes periodos (dos secos y dos lluviosos) entre el 25 de noviembre de 2009 al 25 de diciembre de 2010. La biomasa comestible se estimó descontando de la biomasa total un 30% por pisoteo (Estrada, 2002) y un 20% de biomasa residual (Bosch, 1956) para estimar un factor de uso del 50%.

### Muestreo para análisis bromatológico

Para seleccionar la muestra destinada al análisis bromatológico se aprovechaba la cantidad de forraje obtenido a partir de los aforos, los cuales una vez pesados fueron homogenizados para tomar 1 kg de forraje, empacarlo y rotularlo en una bolsa plástica para enviar al Laboratorio de Ecofisiología Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad el Tolima. Se realizaron análisis para materia seca por el método de secado en estufa (prueba gravimétrica por diferencia de peso), la FDN, FDA y Lignina se determinaron a partir del método de van Soest y la PC se determinó con el método de Kjeldahl siguiendo los protocolos de AOAC (1990).

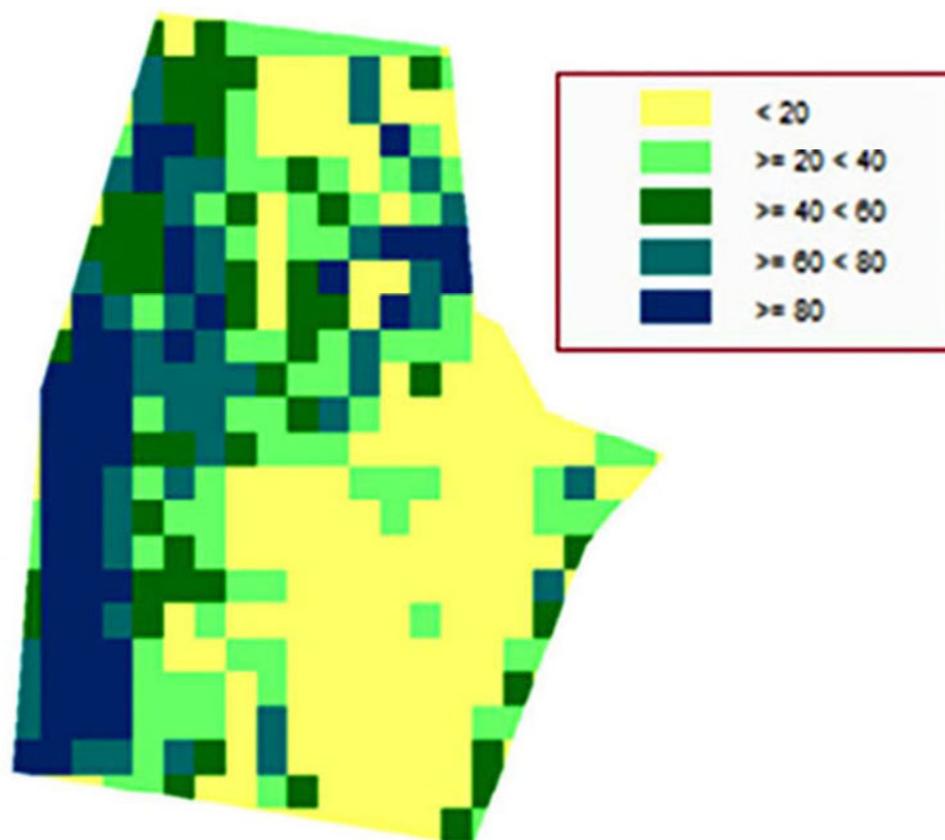


Figura 3. Clasificación por rangos de cobertura usando DivaGIS un potrero arbolado del Magdalena Tolimense.

### Análisis estadístico

Para analizar la producción de materia seca (t/ha de *Bothriochloa pertusa*) en función de la cobertura de dosel se realizó un ANDEVA, donde las clases de cobertura fueron los tratamientos; además, se realizó una prueba de comparación múltiple de Duncan. La producción de materia seca comestible en función de las épocas se realizó mediante una prueba T-student para muestras independientes.

Además se calculó el coeficiente de correlación lineal de Pearson y se hizo una regresión para determinar la relación funcional entre una variable respuesta Y (variable dependiente) y una regresora X (variable independiente o predictora) (Draper & Smith, 1998). Los datos se representaron mediante diagramas de dispersión. Para el análisis se utilizaron los software estadísticos Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2008) y SPSS v2.0. Se realizaron curvas de

tendencia y gráficas de barras para ilustrar las tendencias de los datos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Disponibilidad de materia seca comestible en función de la cobertura arbórea

La disponibilidad de materia seca promedio estimada teniendo en cuenta la clasificación porcentual de la cobertura arbórea en el potrero de estudio tuvo como resultados los valores observados en el Cuadro 1. Las áreas con cobertura arbórea  $\leq 40\%$  fueron las que presentaron mayor promedio en disponibilidad de materia seca comestible. La tendencia de disponibilidad promedio de materia seca estimada para el potrero en estudio tiene similitud con otras investigaciones, en donde se reportan valores parecidos cuando interactúan pastos y especies arbóreas en los potreros (Scholes

Cuadro 1. Relación entre la disponibilidad de materia seca comestible y la cobertura arbórea en la pastura analizada.

Clase	Cobertura (%)	Disponibilidad de materia seca (k/ha/corte)
Escaza:	<20%	2008,67±302,1 b
Baja:	≥20 - ≤40	2270,92±375,7c
Intermedia:	≥40 - ≤60	1728,92±176,9 a
Alta:	≥60 - ≤80	1769,83±336,9 a
Muy alta:	≥80	1764,67±297,1 a

Letras iguales denotan que no hay diferencias estadísticas ( $P>0,05$ ).

y Archer, 1997; Cruz *et al.*, 1999; Mahecha *et al.*, 1999). Abaunza *et al.* (1991) en un estudio realizado en el departamento del Cauca, Colombia encontraron diferentes valores para algunas gramíneas como *Brachiaria decumbens* (2,7 t/ha), *Broachiaria humidicola* (4,1 t/ha), *Andopogon gayanus* (5,6 t/ha) y *Paspalum plicatulum* (2,7 t/ha). Estas diferencias marcadas para materia seca entre algunas gramíneas puede ser debido a factores como la época, la frecuencia de pastoreo, por la calidad y cantidad de radiación solar incidente al estrato herbáceo en potreros con pasturas nativas o debido a la implementación de especies mejoradas en asocio con especies leñosas (Ella *et al.*, 1991 y Acciaresi *et al.*, 1994).

Hay que resaltar que el pasto colosoana (*Bothriochloa pertusa*) se encontraba en una proporción superior al 94% de cobertura herbácea, el 6% restante estaba compuesto por *Desmodium triflorum*, *Conmelina diffusa*, *Desmodium tortuosum*, *Aspilla tonella* y *Pavonia fruticosa*. Por estas características, la pastura del potrero se definió como monofítica, constituida casi en su totalidad por una sola especie de gramínea. En parte, esta condición puede atribuirse a que *Bothriochloa pertusa* presenta una alta producción de semilla, convirtiéndola en una gramínea invasora y agresiva que impide el desarrollo de otras especies de gramíneas y leguminosas en la pradera (Cuesta, 2005).

El análisis de varianza de la producción promedio de biomasa comestible de *Bothriochloa pertusa*, indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre los valores de disponibilidad

de materia seca/ha/corte, bajo los diferentes porcentajes de dosel arbóreo ( $P<0,01$ ). Bajo los doseles arbóreos entre 20 y 40% de cobertura, se presentó la mayor disponibilidad de materia seca comestible, seguida de la cobertura de escasa cobertura (<20%), mientras que en las áreas con coberturas superiores a 40% se presentaron los valores más bajos de materia seca (Cuadro 1). Esto demuestra la poca tolerancia de los pastos tropicales C4 a altas coberturas (Pezo e Ibrahim, 1999), aunque un nivel bajo de sombra puede favorecer la formación de un microclima y calidad de sitio en el suelo, que favorezca la producción de biomasa (Piñeros *et al.*, 2011).

Esta tendencia coincide con los resultados de un estudio conducido en Brasil, en el cual se encontró que la materia seca disponible de *B. decumbens* se incrementó en una cobertura del 22% respecto a la biomasa producida a una baja cobertura arbórea del 12%), sin embargo, después de esta cobertura la materia seca disponible decreció en coberturas superiores al 30% (Alvin *et al.* 2004). El incremento de materia seca fue atribuido al mejoramiento de las características químicas del suelo, como a al microclima bajo el dosel causado por los árboles.

En otras especies, como *Brachiaria humidicola* cultivado bajo al influencia del dosel de *Acacia mangium* también han experimentado una reducción en la producción de materia seca bajando de 2,511 kg/ha en un sistema de baja densidad arbórea a 2,311 kg MS/ha en un sistema de alta densidad (Giraldo, 2000), lo que confirma la afectación de la densidad del dosel

arbóreo sobre la producción de materia seca del estrato herbáceo.

Por el contrario, Casasola *et al.* (2001) encontró que el forraje (kg MS/ha) en un ecosistema seco de Nicaragua fue similar entre pasturas con alta densidad arbórea (>30 árboles/ ha) que aquellos con baja densidad (<30 árboles/ ha)

La Figura 4 muestra la producción promedio de materia seca de *B. pertusa* durante los periodos de evaluación (seca y lluviosa), bajo los diferentes rangos de cobertura arbórea. Los datos sugieren que las áreas con una cobertura escasa y baja presentaron una mayor producción de materia seca comestible durante las dos épocas. Los datos empíricos denotan una ligera ventaja en la producción de materia seca comestible durante la época lluviosa, pese a, la prueba T-Student para muestras independientes, indica que no hay diferencias estadísticas entre los dos periodos anualizados.

No obstante, deben hacerse más evaluaciones, ya que otros estudios han reportado valores contrarios siendo más altos durante la época

predominantemente seca, como lo encontrado por Chamorro *et al.* (2005) en un estudio realizado en el municipio de Saldaña Tolima (Colombia) bajo condiciones de Bs-T.

Estadísticamente se confirma que hay una relación de dependencia inversa entre la producción de materia seca comestible y la cobertura de dosel arbóreo (Figura 5). Este patrón también fue observado por Esquivel (2007) con gramíneas bajo potreros con árboles dispersos en zonas tropicales. Pero, en este estudio esta correlación el R<sup>2</sup> del modelo cuadrático es baja, sugiriendo que el modelo no explica la producción de biomasa comestible con la cobertura arbórea. El análisis de regresión reportado por Esquivel (2007) muestra que hubo a una relación significativa en un modelo cuadrático (P< 0,006) entre la biomasa herbácea (Kg de MS/ha) y el porcentaje de cobertura de dosel arbóreo.

#### Calidad de los pastos

Los valores promedio en porcentaje resultantes del análisis bromatológico para *Bothriochloa*

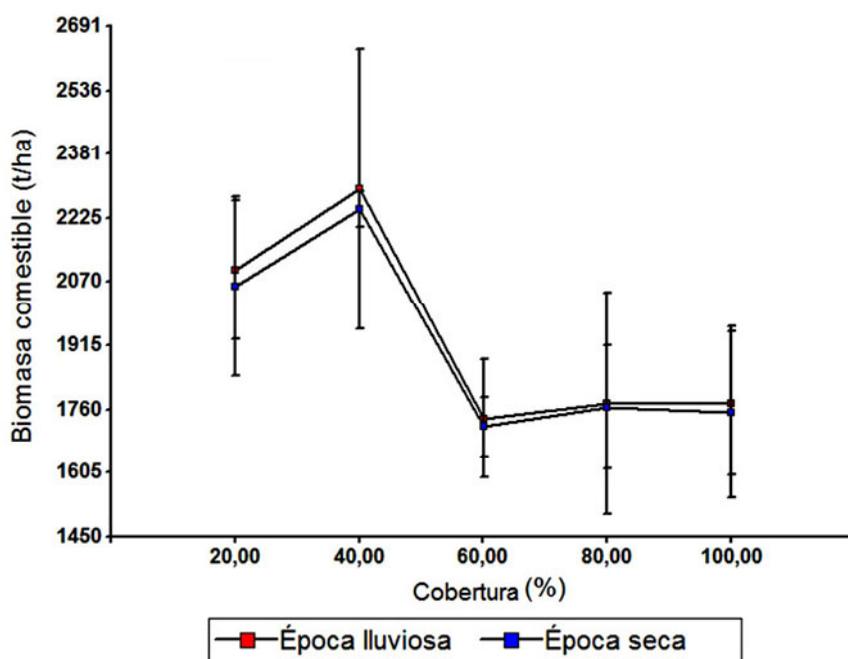


Figura 4. Disponibilidad de materia seca comestible de *Bothriochloa pertusa* por corte durante época de lluvia y época seca en función de diferentes porcentajes de cobertura arbórea en la pastura analizada.

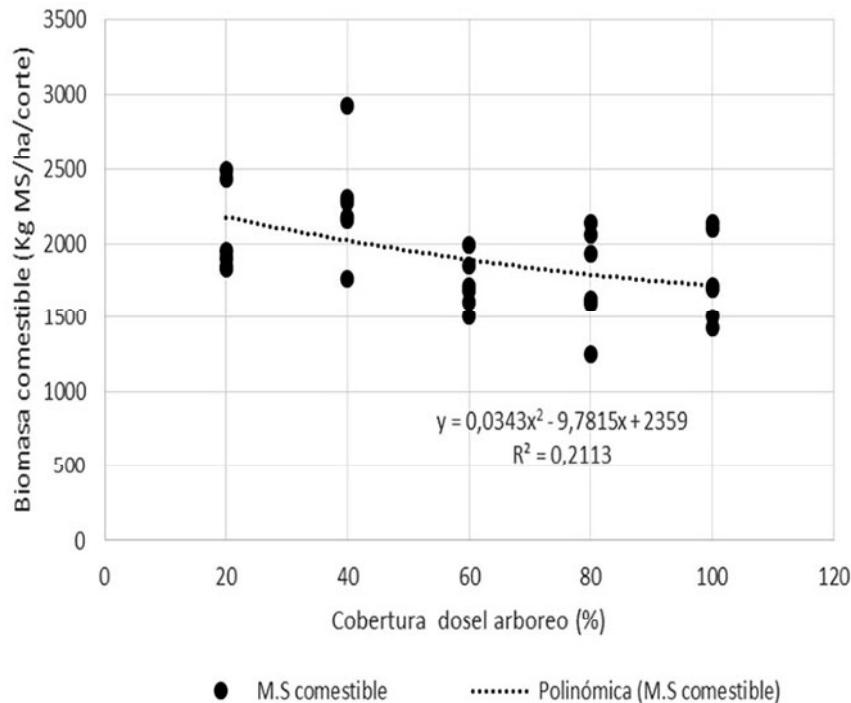


Figura 5. Relaciones entre el porcentaje de cobertura de dosel arboreo y la biomasa comestible herbácea en la pastura analizada.

*pertusa* en función de la clasificación de cobertura arbórea para el potrero en estudio muestran que para materia seca el valor más alto se presenta en coberturas altas con 36% y el más bajo en coberturas muy altas con 34%. Los valores para materia seca del forraje de las gramíneas tradicionalmente utilizadas en la alimentación animal estudiados en Costa Rica reportan rangos entre 25 y 32% de MS para las hojas; entre 23 y 29% para los tallos tiernos y entre 24 y 45% para el tallo leñoso (Benavides, 2000). En un estudio realizado con el género *Bothriochloa* se reporta que el pasto sometido a una cobertura de 30-50% revela una producción de forraje seca similar que a libre exposición, lo cual sugiere una tolerancia a la sombra de *B. saccharoides* (Piñeros et al, 2011).

Los valores más altos en porcentaje para proteína cruda en la biomasa disponible de la pastura en estudio se encontró en las áreas con cobertura alta, mientras los más bajos estuvieron en las áreas de cobertura baja (8,3 y 7,2%, respectivamente). A pesar de, estos resultados contrastan con los reportados por

Abaunza *et al.*, (1991) para otras gramíneas tropicales; especialmente del género *Brachiaria* los cuales oscila ente 11 y 13% de proteína bajo condiciones de trópico seco. Hay que advertir, que las gramíneas utilizadas comúnmente en el trópico, presentan una amplia variación en los contenidos de proteína cruda, la cual está directamente relacionado con el periodo vegetativo variando entre 9 y 4% (Loch, 1977). La proteína cruda para *Bothriochloa pertusa* en el potrero evaluado se encontró dentro de ese rango.

Otros estudios para pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) confirman la influencia del ciclo vegetativo en los contenidos de proteína en biomasa reportando reducciones de hasta 33%, es decir, una reducción del 9,6% al 6,6% en función del día de corte (Rodríguez y Morillo, 1977).

Por otra parte, es evidente la influencia de la sombra sobre el contenido de proteína en los pastos. Piñeros *et al.* (2011) encontraron una mejor respuesta en *Bothriochloa*

*saccharoides* bajo 50 y 30% de cobertura presentando un contenido de proteína mayor que a libre exposición (11,4% y 10,5% y 8,3%, respectivamente). Al respecto Eriksen y Whitney (1981) indican que la intensidad de luz que reciben las pasturas modifica la composición química del forraje. A su vez, Mahecha *et al.* (2001) evaluaron la disponibilidad de biomasa para *Panicum maximum* en asociación con *Eucalyptus tereticornis* de 10 y 5 m de altura, encontrando que en época predominantemente seca la producción de la gramínea en los sistemas que tenían árboles de 10 m de altura se redujo en un 66% en relación con los sistemas que tenían árboles de 5 m de altura.

Igual tendencia encontraron estos mismos autores en la proteína cruda, la cual se redujo en un 59% (9,2 vs 3,76%), explicando de esta manera la injerencia del dosel en la producción y calidad de biomasa.

Las variaciones climáticas favorables ocasionadas con la sombra bajo el dosel de las especies arbóreas, aumenta la disponibilidad de nitrógeno en el suelo, desencadenando factores relacionados con la calidad de la biomasa disponible. Se han desarrollado estudios que sugieren un aumento en los contenidos de proteína cruda en las gramíneas que se asocian con especies arbóreas en comparación a pasturas no asociadas (Bustamante, 1991; Belsky *et al.*, 1993; Carvalho, *et al.*, 1994).

El mayor contenido de pared celular se encontró en la cobertura entre 40 y 60% con un 70% de FDN y 56% de FDA, mientras el menor se

registró de FDN se registró en coberturas entre 60-80% con 66% y la FDA más baja (52%) en coberturas  $\leq 40\%$ . La mayor lignina en la pastura fue registrada a 40-60% de cobertura, con un valor de 25%, mientras la menor se detectó a menos de 20% de cobertura (20%; ver Cuadro 2). Los datos denotan valores altos de FDN y FDA, lo cual incide en la capacidad de ingestión y digestibilidad de las especies forrajeras y posiblemente la identifique como de tercera según la clasificación de Linn *et al.* (1987).

La variabilidad en el contenido de PC, FDN y FDA concuerda con reportes que mencionan variación en la calidad del forraje por efecto de la sombra, específicamente en lo relacionado a proteína y digestibilidad (Pezo e Ibrahim, 1999). Los valores encontrados en este estudio sugieren que *Bothriochloa pertusa* bajo las condiciones del potrero evaluado posiblemente presenten una baja digestibilidad y alto tiempo de retención en el tracto gastrointestinal de un rumiante (Linn *et al.*, 1987).

Teniendo en cuenta que el contenido de FDN está correlacionado positivamente con la densidad del forraje y el llenado del rumen; se puede decir que un mayor contenido de fibra detergente neutro en la biomasa disponible para alimentación bovina provoca un menor consumo de materia seca (Belyea *et al.*, 1996).

Cabe anotar, que la discusión hecha sobre este tópico debe entenderse solo como un análisis basado en la diferencia del valor numérico de los resultado, pues como lo advierte Sánchez (2014) las aseveraciones que se hacen, no

Cuadro 2. Valores promedios de análisis bromatológico para colosoana (*Bothriochloa pertusa*) según clasificación de cobertura arbórea.

Cobertura (%)	MS (%)	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)	LIG (%)
Escasa	31,3	7,3	68	52	20
Baja	35,1	7,2	69	52	21
Intermedia	33,9	7,9	70	56	25
Alta	33,8	8,3	66	55	22
Muy Alta	33,9	8,2	66	54	24

MS: Materia seca; PC: Proteína cruda; FDN: Fibra detergente neutro; FDA: Fibra detergente ácido; LIGN: Lignina.

están soportadas por un análisis de varianza que discrimine de manera contundente si hay diferencia significativa entre los tratamientos estudiados y sus variables, lo cual, desde el punto de vista estadístico esto puede ser un comportamiento aleatorio y no un comportamiento por efecto de los tratamientos (Cobertura de dosel).

## CONCLUSIONES

Los niveles de escasa y baja cobertura arbórea ejercen un efecto positivo sobre la disponibilidad de biomasa comestible, causado posiblemente una menor interceptación de radiación solar por parte del dosel arbóreo hacia el estrato herbáceo.

El porcentaje de materia seca para *Bothriochloa pertusa* teniendo en cuenta la clasificación para cobertura arbórea del potrero evaluado, muestra que cuando la gramínea estuvo bajo coberturas bajas, presentó los valores más altos (35,1%) y bajo coberturas escasas presentó el valor más bajo (31,3%), lo que sugiere la existencia de una relación directa entre cobertura arbórea y porcentaje de materia seca.

Hay una correlación inversa entre la producción de materia seca comestible y la cobertura de dosel arbóreo, aunque para ser más concluyentes en cuanto a la predictibilidad de la materia seca comestible mediante un modelo de regresión cuadrática requiere de estudios adicionales dado el bajo  $R^2$  obtenido en este estudio.

## RECOMENDACIONES

Se sugiere ampliar el estudio de calidad del forraje comestible con muestras y repeticiones tomadas bajo las diferentes coberturas para llegar a inferencias estadísticamente robustas.

## LITERATURA CITADA

- Abaunza, M. A., C. E. Lascano, H. Giraldo, J. M. Toledo. 1991. Valor nutritivo y aceptabilidad de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales en suelos ácidos. *Pasturas tropicales*, Vol. 13 No. 2. pp. 3 - 4.
- Acciaresi, H, O. E. Ansin y R. M. Marlats. 1994. *Sistemas Silvopastoriles: Efecto de la densidad arbórea en la penetración solar y rendimiento de forraje en rodales de álamo (Populus deltoides Marsh). Agroforestería en las Américas*. Comisión de investigación Científica de la Provincia de Buenos Aires Argentina. Avances de Investigación. Octubre - diciembre de 1994. pp. 6-9.
- Alvin, M. J., D. Sabio, C. Paciullo, M. Carvalho and r D. F. Xavie. 2004. Influence of different percentages of tree cover on the characteristics of a *Brachiaria Decumbens* pasture. In: Mannelje et al.(eds). *The importance of silvopastoral systems in rural livelihoods to provide ecosystem services. Proceedings of the Second International Smposium on Silvopastoral Systems*. Mérida, Yucatan, Mexico 346 p.
- AOAC. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 1990. 15 Ed., Arlington, Virginia, USA.
- Belsky, A. J., S. M. Mwonga and J. M. Duxbury. 1993. Effects of widely spaced trees and livestock grazing on understory environments in tropical savannahs. *Agroforestry systems* 24: 1-20.
- Belyea, R. L., B. Steevens, G. Garner, J. Whittier and H. Sewell. 1996. Using NDF and ADF To Balance Diets Missouri University Extension: G3161.
- Benavides, J. E. 2000. La morera, un forraje de alto valor nutricional para la alimentación animal en el trópico. *Pastos y Forrajes*.
- Betancourt, K., M. Ibrahim, C. Harvey y B. Vargas. 2003. Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*. 10 (39-40):47.
- Bosch, S. 1956. The determination of pasture yield. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 8, 211-224.
- Bustamante, J. 1991. Evaluación de comportamiento de ocho gramíneas forrajeras asociadas con poró (*Erythrinapoepigiana*) y solas. Tesis Mag. Sc. Turrialba Costa Rica CATIE 131 p.

- Carvalho, M., V. Freitas, D. S. Almeida e H. Villaca. 1994. Efeito de árvore sisoladas sobre a disponibilidade e composicao mineral da forragemem pastagens de braquiaria. Sociedade Brasileira de Zootecnia Vol. 23 (5): 709-719.
- Cajas-Jiron, Y. and F. Sincalir. 2001. Characterization of multistrata silvo-pastoral system on seasonally dry pastures in the Caribbean region of Colombia. *Agroforestry Systems* 53:215-225.
- Casasola, F. C., M. Ibrahim, C. Harvey y C. Kleinn. 2001. Caracterización y productividad de sistemas silvopastoriles tradicionales en Moropotenté, Estelí, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* 8(30): 17-20.
- Chamorro, D. R., J. E. Carulla y P. A. Cuesta. 2005. Caracterización nutricional de dos asociaciones gramínea-leguminosa con novillas en pastoreo en el Alto Magdalena. CORPOICA.
- Cruz, P., J. J. Siera, R. Wilson, M. Dulornme y R. Tournebize. 1999. Effects of shade on the growth and mineral nutrition of tropical grasses in silvopastoral systems. *Ann. AridZone*, 38(3&4): 335-361.
- Cuesta, P. A. 2005. Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción bovina de las Regiones Caribe y Valles interandinos CORPOICA capítulo IV paginas 43-63.
- Di Rienzo, J. A., F. Casanoves, M. G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada, C. W. Robledo. 2008. InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Draper, N. R. and H. Smith. 1998. *Applied Regression Analysis*. John Wiley Sons Inc., New York, 3rd Ed.
- Ella, A., W. W. Stur, G. J. Blair and C. N. Jacobsen. 1991. Effect of plant density and cutting frequency on the yield of four tree legumes and interplanted *Panicum maximum* cv Riversdale. *Tropic. Grassl.* 25:281.
- Eriksen, F. I. and A. S. Whitney. 1981. Effects of light intensity on growth of some tropical forage species. 1. Interaction of light intensity and nitrogen fertilization on six forage grasses. *Agron J* 73:427-433.
- Esquivel, H. 2007. Tree resources in traditional silvopastoral systems and their impact on productivity and nutritive value of pastures in the dry tropics of Costa Rica. PhD Thesis. CATIE, Turrialba. 160 p.
- Estrada, J. 2002. Pastos y forrajes para el trópico colombiano. Universidad del Caldas. Manizales Colombia.
- Garzón, E. F. y J. Mora Delgado. 2014. Análisis multicriterio del estado de las pasturas de la hacienda ganadera García abajo en corinto (Cauca, Colombia) *Rev. Med. Vet. Zoot.* 61 (1), 64-82.
- Gil, J. L., Y. Espinoza y N. Obispo. 2005. Relaciones suelo-planta-animal en sistemas silvopastoriles. *Revista digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias*. 9: 20-26. Disponible en línea: [www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos](http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos). [Mar. 06, 2006].
- Giraldo, L. A. 2000. Sistemas silvopastoriles para la ganadería en Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 87 p.
- Haydock, K. P. and N. H. Shaw. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of experimental Agriculture and Animal Husbandry* 15 (76): 662-670.
- Holdridge, L. R. 1967. «Life Zone Ecology». Tropical Science Center. San José, Costa Rica. (Traducción del inglés por Humberto Jiménez Saa: «Ecología Basada en Zonas de Vida», 1a. ed. San José, Costa Rica: IICA, 1982).
- Holmann, F., P. Argel, L. Rivas, D. White, R. D. Estrada, C. Burgos, E. Pérez, G. Ramírez y A. Medina. 2004. Beneficios y costos de la rehabilitación de pasturas degradadas en Honduras, Honduras. *Pasturas Tropicales*. Vol. 26, No. 3.

- Loch, D. S. 1977. *Brachiaria decumbens* (Signal grass). A review with particular reference to Australia. *Tropical Grass*, 11: 141-157.
- Linn, J. G., N. P. Martin, W. T. Howard and D. A. Rohweder. 1987. Relative feed value as a measure of forage quality. *Minnesota Forage UPDATE*. Vol XII, No. 4. pp. 2 - 4. Minnesota Forage and Grassland Council.
- Mora-Delgado, J. y R. Piñeros Varón. 2015. *Bothriochloa* sp: una gramínea con potencial forrajero para pasturas del trópico seco. In: Paisajes, Pasturas y Pastos (Mora-Delgado, J, Castañeda, R y Piñeros, R.). Universidad del Tolima, Ibagué. pp. 53-70.
- Mahecha, L., J. F. Arroyave y M. A. Monsalve. 2001. Evaluación de la ceiba de novillos Cebú en sistemas silvopastoriles de *Eucalyptus tereticornis* y *Panicum maximum*, en la Reforestadora San Sebastián: I. Época predominantemente seca. **En:** Memorias VI Encuentro Nacional de Investigadores de las Ciencias Pecuarias. Universidad de Antioquia, Medellín, 8 y 9 de Noviembre de 2001. 5 p.
- Mahecha, L., M. Rosales y C. Molina. 1999. Experiencias en un sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala* - *Cynodon plectostachyus* - *Prosopis juliflora* en el Valle del Cauca. **En:** Sánchez M. y M. Rosales (Eds.) Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica. Serie FAO Producción y Salud Animal, No. 143. Roma. Italia. pp. 407-420.
- Ospina A. A. 2003. Agroforestería: aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal. Cali. Colombia: ACASOC. 209 p.
- Pezo, D. y M. Ibrahim 1999. Sistemas silvopastoriles. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ, Turrialba. Costa Rica. 276 p.
- Plevich, J., C. Nuñez, J. Cantero, M. Deaestri y S. Viale. 2002. Biomasa del pastizal bajo diferentes densidades de pino (*Pinuselliottii*). *Agroforestería en las Américas*. 33-34: 19-23.
- Piñeros, R., J. Mora-Delgado y V. A. Holguín. 2011. Respuesta del pasto *Bothriochloa saccharoides* ([Sw.] Rydb.) a diferentes intensidades de sombra simulada en el valle cálido del Magdalena en el Tolima (Colombia). *Revista CORPOICA*. Volumen 12 - No. 1. pp. 40-50.
- Piñeros Varón, R., V. Tobar, y J. Mora-Delgado. 2011. Evaluación agronómica y zootécnica del pasto colosoana (*Bothriochloa pertusa*) en el trópico seco del Tolima. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 4 (1), 36-40.
- Ramírez, H. 1997. Evaluación de dos sistemas silvopastoriles integrados por *Cynodon plectostachyus*, *Leucaena leucocephala* y *Prosopis juliflora*. **En:** Seminario Internacional de Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. CIPAV. Cali.
- Rodríguez, S., and D. E. Morillo. 1977. Effect of cutting frequency and application. Offertilizer yield and chemical composition of *Cynodon nlemfuensis*. *Agronomía Tropical* 27: 613.
- Sánchez, A. 2014. Comunicación Escrita como evaluador del presente artículo. Notas al margen del primer borrador. 12 de marzo de 2014.
- Serrano, R., H. J. Andrade y J. Mora-Delgado. 2014. Caracterización de la cobertura arbórea en una pastura del trópico seco en Tolima, Colombia. *Agronomía Mesoamericana* 25(1):99-110.
- Sierra, O. 2004. Observaciones sobre colosuana (*Bothriochloa pertusa* (L.) Camus) en la costa Atlántica de Colombia. *Pasturas tropicales boletín*, vol. 8 N° 1.
- Scholes, R. J. y S. R. Archer. 1997. Tree-grass interactions in savannas. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 28: 517-544.
- T'Mannetje, L. and K. P. Haydock. 1963. The dry-weight rank method for the botanical analysis of pasture. *Journal of the British Grassland Society* 18 (4): 268-275.
- Villafuerte, L. J. Arze y M. Ibrahim. 1999. Rendimiento de pasturas con y sin sombra en el trópico húmedo de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*. 6:2-23. 54-56.

## Modelación del crecimiento de bovinos en pastoreo con gramíneas y leguminosas

### Modeling the growth of cattle grazing grasses and legumes

Aslam Díaz Castillo<sup>1\*</sup>, Verena Torres Cárdenas<sup>2</sup>, Santos Magdalena Herrera Gallo<sup>3</sup>, Lucía Fernández Chuairey<sup>1</sup> y Lucía Sarduy García<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Agraria de La Habana (UNAH). San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba. \*Correo electrónico: aslamdiazcastillo@hotmail.com

<sup>2</sup>Instituto de Ciencia Animal (ICA). San José de Las Lajas Mayabeque, Cuba.

<sup>3</sup>Universidad Técnica de Quevedo. Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

#### RESUMEN

Se evaluaron modelos con el objetivo de caracterizar el crecimiento de machos bovinos desde el destete (163 kg de peso y 382 días de edad) hasta el sacrificio (430 kg de peso y 693 días de edad), en 3 ciclos sucesivos de pastoreo: (1) 18 *5/8Holstein* x *3/8Cebú*, suplementados con 50 g de sal mineral/animal/día (carga de 3 animales/ha); (2.a) 6 *Cebú*, suplementados con 50 g de sal mineral/animal/día y (2.b) 6 *Cebú*, suplementados con 1,50 kg de activador ruminal/animal/día (carga de 2 animales/ha); y (3) 12 *Charolais de Cuba*, suplementados con 50 g de sal mineral/animal/día y 2,50 kg de alimento comercial/animal/día, 90 días antes del sacrificio (carga de 2 animales/ha). El sistema de producción de carne se dividió en: preceba (del destete hasta los 265 kg de peso y 494 días de edad) en asociación de gramíneas y leguminosas herbáceas, seguido de la ceba (hasta el sacrificio) en silvopastoreo con *Leucaena*. Los modelos de mejor ajuste fueron: Lineal, Logístico y Gompertz ( $R^2 = 99\%$  y significación de los modelos y parámetros con  $P < 0,001$ ). Las pendientes de las regresiones lineales fueron de 0,56 a 0,82, con mayor valor para el *Cebú* (2.b) y *Charolais de Cuba* (3). La mayor ganancia de peso instantánea ocurrió alrededor de los 500 días de edad (primera derivada del modelo Logístico). Los modelos permitieron describir el crecimiento de los machos bovinos de estos 3 genotipos del destete al sacrificio, en pastoreo con gramíneas y leguminosas.

**Palabras clave:** modelos, carne, leucaena, *Holstein*, *Cebú* y *Charolais*.

#### ABSTRACT

Models were evaluated to aim characterize the growth of bovine males from weaning (163 kg of weight and 382 days of age) to sacrifice (430 kg of weight and 693 days of age), in 3 successive cycles of shepherding: (1) 18 *5/8Holstein* x *3/8Zebu*, with 50 g of salt mineral/ animal/day (3 animals/ha); (2.a) 6 *Zebu*, with 50 g of salt mineral/animal/day and (2.b) 6 *Zebu*, with 1.50 kg of activator ruminal/animal/day (2 animals/ha); and (3) 12 *Charolais of Cuba*, with 50 g of salt mineral/animal/day and 2.50 kg of commercial balanced/animal/day, 90 days before the sacrifice (2 animals/ha). The system of meat production was divided in: prefattening (weaning up to 265 kg of weight and 494 days of age) in association of gramineous and herbaceous leguminous, followed by feeding with *Leucaena* until sacrifice. Best adjustment models were: Lineal, Logistical and Gompertz ( $R^2 = 99\%$  and significance of the models and parameters with  $P < 0.001$ ). The slopes of the lineal regressions went from 0.56 to 0.82, with more value for the *Zebu* (2.b) and *Charolais of Cuba* (3). The biggest instantaneous gain of weight happened around the 500 days of age (first derived of the Logistical model). The models allowed describing the growth of the bovine males from weaning to sacrifice, in shepherding with gramineous and leguminous.

**Key word:** models, meat, leucaena, *Holstein*, *Zebu* and *Charolais*.

## INTRODUCCIÓN

El crecimiento animal responde a una curva sigmoidea que representa el grado de madurez de los diferentes tejidos y responde a las condiciones ambientales y el genotipo del animal (Agudelo *et al.*, 2008 y Silva 2013). La ganancia media diaria de peso vivo (GMD de PV) y la deposición de proteínas se reducen con la edad y aumenta la acumulación de grasa que afecta la eficiencia energética de los sistemas de ceba (Joandet, 1990).

Los modelos estadísticos de Brody (1945), Bertalanffy (1957) y Richards (1959) se han utilizado para ajustar funciones matemáticas al crecimiento animal, estimar la relación de peso por edad, los requerimientos nutricionales y evaluar la eficiencia de las tecnologías productivas. Se ha podido describir el crecimiento de diferentes razas bovinas productoras de carne y doble propósito a través de modelos como los de Joandet y Cartwright (1969) para *Brahman* × *Hereford*; Goonewardene *et al.* (1981) y Nadarajah *et al.* (1984) para *Hereford*, *Charolais*, *Angus*, *Galloway*, *Charolais* × *Angus* y *Holstein* × *Angus*; De Behr *et al.* (2001) para *Belgian Blue*; Menchaca (1990; 1991a, b; 1992 y 1996) para *Cebú*, Domínguez *et al.* (2012) para *Tropicarne*, Iraola (2013) para *Holstein* × *Cebú*, Vergara *et al.* (2013) para cruzamientos de *Brahman*, *Holstein*, *Angus* y *Simmental* con *Cebú* y *Limousine* con *Cebú* Alonso (2014) para *Siboney de Cuba* y Nogales *et al.* (2014) para el bovino *Marismeño*.

El ajuste de los modelos se afecta por la velocidad de crecimiento de cada raza (bovinos de maduración temprana o tardía) y el sistema de crianza (Cañequé y Sañudo, 2005 e Igarzábal *et al.*, 2005).

Los sistemas de pastoreo de gramíneas y leguminosas tropicales (herbáceas y arbustivas) permiten altas tasas de GMD de PV en bovinos para la producción de carne y cría (Díaz *et al.*, 2013 y Cino *et al.*, 2014).

Sin embargo, Resulta necesario disponer de modelos estadísticos para predecir el crecimiento de estos animales en los diferentes regímenes de crianza de las áreas productivas, cuando existen variaciones de los genotipos, suplementos y carga animal.

El objetivo de esta investigación fue evaluar modelos estadísticos que permitan describir el crecimiento de machos bovinos *5/8Holstein* × *3/8Cebú*, *Cebú* y *Charolais de Cuba*, en pastoreo con asociaciones de gramíneas y leguminosas herbáceas y arbustivas, con carga de 2 y 3 animales/ha y diferentes suplementos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los trabajos se condujeron en la finca Ayala, del ICA, a 92 m.s.n.m., 22°53' latitud norte y 82°02' longitud oeste. En un suelo ferralítico, ondulado, con 4.84% de materia orgánica, 0.26 de nitrógeno total, 40,59 ppm de fósforo, 4,60 de calcio, 0,46 de magnesio y pH de 6.34. La temperatura promedio anual de 27°C, la humedad relativa del 81,40% y el promedio anual de precipitaciones de 1.400 mm. Se utilizó el auto-pastoreo (libre acceso al agua y al suplemento), durante 24 horas. Los experimentos se condujeron sin riego, ni fertilización.

Se utilizaron los pesajes cada 28 días de 42 machos bovinos del destete (163 ±28 kg de peso y 382 ±89 días de edad) al sacrificio (430 ±26 kg de peso y 693 ±46 días de edad), en 3 ciclos sucesivos de pastoreo (Cuadro 1), para evaluar el ajuste de modelos estadísticos que permitan describir el crecimiento animal.

El primer ciclo (desde junio del 2002 hasta agosto del 2003) constó de 18 *5/8Holstein* × *3/8Cebú*, suplementados con 50 g de sal mineral/animal/día y carga de 3 animales/ha (Cuadro 1). Este primer ciclo se diseñó para evaluar sistemas que permitan aprovechar los machos provenientes de la ganadería lechera, en la producción de carne bovina.

El segundo ciclo (desde julio del 2003 hasta mayo del 2004) se conformó por 12 *Cebú* divididos en 2 grupos de alimentación o tratamientos, con igual número de animales y carga de 2 animales/ha (Cuadro 1). El primero se suplementó con 50 g de sal mineral/animal/día (2.a) y el segundo con 1,50 kg de activador de la fermentación del rumen/animal/día (con 8,15 MJ de energía metabolizable. kg de materia seca<sup>-1</sup> y 11,48% de proteína cruda), como se ve en el (2.b). Este experimento se realizó para analizar el efecto comparativo del uso de un suplemento activador de la fermentación del rumen, en animales

Cuadro 1. Comportamiento productivo de bovinos en pastoreo de gramíneas y leguminosas.

Primer ciclo de pastoreo con <i>5/8Holstein x 3/8Cebú</i>			
Indicadores			DE, ±
PV inicio, kg	140,39		8,04
PV final, kg	407,83		15,06
Duración, días	455		-
GMD, g	588		0,03
kg totales de PV/ha	816		-
Edad al sacrificio, meses	24,62		-
Segundo ciclo de pastoreo con <i>Cebú</i>			
Indicadores			EE, ±
Tratamientos	Sal mineral	Activador	
PV inicial, kg	190,17	186,33	3,68
PV final, kg	440,83	450,67	6,44
Duración, días	330		-
GMD, g	760	801	4,32
kg totales de PV/ha	882	902	-
Edad al sacrificio, meses	22,23	21,64	-
Tercer ciclo de pastoreo con <i>Charolais de Cuba</i>			
Indicadores			DE ±
PV inicio, kg	140,42		16,90
PV final, kg	444,75		24,81
Duración, días	363		-
GMD, g	838		0,05
kg de PV/ha	668		-
Edad al sacrificio, meses	22		-

en pastoreo de gramíneas asociadas con leguminosas; la reducción de la carga animal, el efecto de la reducción de la carga animal, respecto al primer ciclo de pastoreo y el uso de animales con mejor potencial para la producción de carne.

El tercer ciclo (de junio del 2004 a junio del 2005) lo integraron 12 animales *Charolais de Cuba*, suplementados con 50 g de sal mineral/animal/día y durante 90 días antes del sacrificio se les suministró 2,50 kg de alimento comercial/animal/día (12,91 MJ de energía metabolizable.

kg de materia seca y 20,53% de proteína cruda), con carga de 2 animales/ha (Cuadro 1). En la época poco lluviosa, durante 60 días de la ceba del tercer ciclo de pastoreo, se condujeron experimentos en 2,50 ha de *Pennisetum purpureum* Schumacher vc. *Cuba CT-115*, como banco de biomasa. Este trabajo se diseñó para evaluar el potencial productivo de los pastizales con leguminosas y el banco de biomasa de *P. purpureum* vc. *Cuba CT-115*, para el período poco lluvioso, con el genotipo de ganado de carne más especializado de Cuba y uso mínimo de suplemento durante la finalización.

En todos los casos la sal mineral se compuso de 46,50% de cloruro de sodio, 50% de fosfato dicálcico y 3,50% de minerales traza.

Los *Charolais de Cuba* se compraron en la empresa pecuaria genética “Camilo Cienfuegos Gorriarán”, de la provincia Pinar del Río y los *5/8Holstein x 3/8Cebú* y *Cebú* en la granja pecuaria genética del ICA, Mayabeque. Los animales se distribuyeron en un diseño completamente aleatorizado, por lotes homogéneos de peso y edad, en tres ciclos de pastoreo sucesivos, donde no hubo bajas durante la experimentación. Se desparasitaron y sometieron a cuarentena, antes de iniciar las investigaciones.

El sistema de producción de carne se dividió en: preceba (del destete hasta los 265-38 kg de peso y 494 ±72 días de edad) en asociación de gramíneas no cultivadas y leguminosas herbáceas (*Neonotonia wrightii* Lackey, *Pueraria phaseoloides* Benth, *Macroptilium atropurpureum* Urban y *Centrocema pubensis* Benth) seguido de la ceba (hasta el sacrificio) en silvopastoreo con 100% *Leucaena leucocephala* Lam. y predominio de *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst como pasto base. Las áreas asociadas de gramíneas y leguminosas herbáceas y el silvopastoreo se dividieron en 8 cuartos de 0,75 ha, respectivamente y el banco de biomasa se dividió en 8 cuartos, de 0,25 ha cada uno.

Se calcularon los principales indicadores productivos por ciclo de pastoreo: ganancia media diaria (GMD) de peso vivo (PV), acumulada del período, duración, producción de PV/ha y edad al sacrificio.

Los datos se procesaron por el software estadístico INFOSTAT de Balzarini *et al.* (2001), STATGRAPHICS Plus V.5.1 (2002) y SPSS (2003), para evaluar indicadores de estadística descriptiva como la desviación estándar (DE) y el promedio, y la realización de análisis de varianza (ANOVA) simple en la comparación de los *Cebú* del segundo ciclo de pastoreo que consumieron sal mineral o suplemento activador de la fermentación del rumen y la determinación del error estándar (EE).

Se probaron los siguientes modelos matemáticos para estimar el crecimiento animal:

Regresión lineal:  $Y = \alpha + \beta * edad$

Logística:  $Y = \alpha / (1 + \beta^{-\gamma * edad})$

Gomperz:  $Y = \alpha \beta^{\gamma * edad}$

Donde: Y es el peso de los animales y  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  son parámetros de los modelos.

Se consideraron los siguientes criterios para la selección de los modelos de mejor ajuste: método de ajuste del modelo, significación del modelo (SM) y de los parámetros del modelo (SPM), coeficiente de determinación ( $R^2$ ), error estándar de estimación de los parámetros del modelo (ESEPM), cuadrado medio del error de predicción (CMEP) y la auto correlación de los residuos, enunciados por Fernández (1996); Guerra *et al.* (2002; 2003) y Fernández (2004).

Se realizó la comparación de las pendientes (b) en la regresión lineal de cada ciclo de pastoreo, con la d-ésima de *T-Students* y la primera derivada del modelo no lineal Logístico. Se efectuó la evaluación gráfica del peso vivo por edad, los modelos y residuos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se alcanzaron 588 g/animal de GMD, con 3 *5/8Holstein x 3/8Cebú*/ha y suplementación mineral en pastoreo asociado de gramíneas y leguminosas. Además se lograron 760 g/animal de GMD, con 50 g de sal mineral/animal/día y 801 g/animal de GMD g, con 50 g de sal mineral/animal/día, sin diferencias con el uso de 1,50 kg de suplemento activador de la fermentación del rumen/animal/día, 902 g/animal al mejorar el genotipo y reducir la carga a 2 *Cebú*/ha. Con 2 *Charolais de Cuba*/ha, donde se obtuvieron 838 g/animal de GMD de PV, con minerales y alimento comercial, sólo por 90 días antes del sacrificio (Cuadro 1).

Los resultados de las regresiones indicaron que los modelos Lineal, Logístico y Gomperz poseen alta bondad de ajuste ( $R^2$  del 0,99% en todos los casos), con  $P < 0,001$  (Duncan 1955) para la SM y SPM por lo que se pueden utilizar para describir el crecimiento ponderal (relación PV por edad) del destete al sacrificio, en sistemas de producción de carne bovina en pastoreo de gramíneas y leguminosas (Cuadro 2).

El patrón de linealidad que describe el crecimiento de los bovinos, en estos sistemas de pastoreo

Cuadro 2. Modelos, con sus parámetros de selección, por ciclo de pastoreo.

Ciclo de pastoreo	Modelo	Método	ESEPM, $\pm$	CMEP
1. <i>5/8Holstein x 3/8Cebú</i>	Lineal	MCO	$\alpha=2,80$ ; $b=0,004$	30,72
	Logístico	MQ	$\alpha=13,44$ ; $\beta=0,2$ ; $\gamma=0,0001$	1,22
	Gomperz	MQ	$\alpha=42,77$ , $\beta=5,7$ , $\gamma=0,001$	12,90
2.a. <i>Cebú con minerales</i>	Lineal	MCO	$\alpha=5,33$ ; $b=0,01$	10,78
	Logístico	MQ	$\alpha=39,81$ ; $\beta=0,93$ ; $\gamma=0,004$	16,37
	Gomperz	MQ	$\alpha=80,98$ ; $\beta=0,18$ ; $\gamma=0,0004$	12,43
2.b. <i>Cebú con activador ruminal</i>	Lineal	MCO	$\alpha=4,64$ ; $b=0,01$	8,15
	Logístico	MQ	$\alpha=20,15$ ; $\beta=0,74$ ; $\gamma=0,0003$	6,13
	Gomperz	MQ	$\alpha=34,09$ ; $\beta=0,12$ ; $\gamma=0,0002$	3,41
3. <i>Charolais de Cuba</i>	Lineal	MCO	$\alpha=8,48$ ; $b=0,02$	35,85
	Logístico	MQ	$\alpha=44,37$ ; $\beta=3,36$ ; $\gamma=0,007$	68,53
	Gompertz	MQ	$\alpha=46,03$ ; $\beta=0,5$ ; $\gamma=0,0005$	4,18

Leyenda: Métodos de los mínimos cuadrados ordinarios (MCO) y de Marquardt (MQ).

(en algunas figuras se superponen las líneas del peso vivo y las funciones, porque el ajuste de las funciones es alto) puede en asociación de gramíneas y leguminosas tropicales (Figuras 1-4) indicó que los animales se pueden sacrificar a mayor PV, con una edad que no compromete la deposición de grasa de las canales y no afecta la eficiencia económico-productiva de la ceba. Se demostró la distribución de residuos por encima y por debajo del eje de las ordenadas, sin serios problemas de auto-correlación (DW superior a 1,40).

Con la comparación 1:1 de las pendientes de las regresiones lineales (Figura 5) se mostraron las diferencias ( $P<0,001$ ) del crecimiento de los animales, entre los sistemas de manejo y alimentación en estudio.

El grado asíntota hacia el eje de las abscisas, fue mayor en la preceba de ganado *Charolais de Cuba*, con suplemento energético, lo que responde a una mayor GMD de PV y la mayor inclinación hacia el eje de las ordenadas, correspondió al ciclo de pastoreo con *5/8Holsteinx3/8Cebú*, indicativo de un retardo en el tiempo de ceba, por su menor velocidad de crecimiento (ganancia media diaria), producto de la raza y la carga en pastoreo, sin el uso de balanceados.

La mayor ganancia de peso instantánea, que se evaluó con la primera derivada del modelo logístico, ocurrió alrededor de los 500 días de edad en todos los ciclos de pastoreo (Figuras 6-8).

Con el estudio de la ganancia instantánea se demostró que alrededor de los 1,37 años de edad se produce la mayor ganancia y eficiencia en la utilización de los nutrientes por los animales en el sistema. Luego de esta edad se va reduciendo la ganancia hasta el final del período en evaluación.

Los resultados productivos (Cuadro 1) en la preceba de *Holstein x Cebú* fueron similares a los obtenidos por Monzote *et al.* (1982), de 567 g/animal/día de PV, en una asociación de leguminosas herbáceas múltiples y gramíneas, con carga entre 2-3 animales/ha y los trabajos de Valdés *et al.* (1984) en pastoreo de glycine y kudzú con gramíneas naturales y carga de 2 animales/ha, de 320 g/animal. Con leucaena se lograron resultados similares a los de Castillo *et al.* (1998), de GMD de 600 g/animal y Carrete *et al.* (1993) en la época poco lluviosa, en una asociación de pasto estrella africana (*Cynodon plectostachyus*) y leucaena, con 660 y 671 g/animal, en dos ciclos sucesivos de pastoreo, pero con 2 animales/ha. Las diferencias, entre

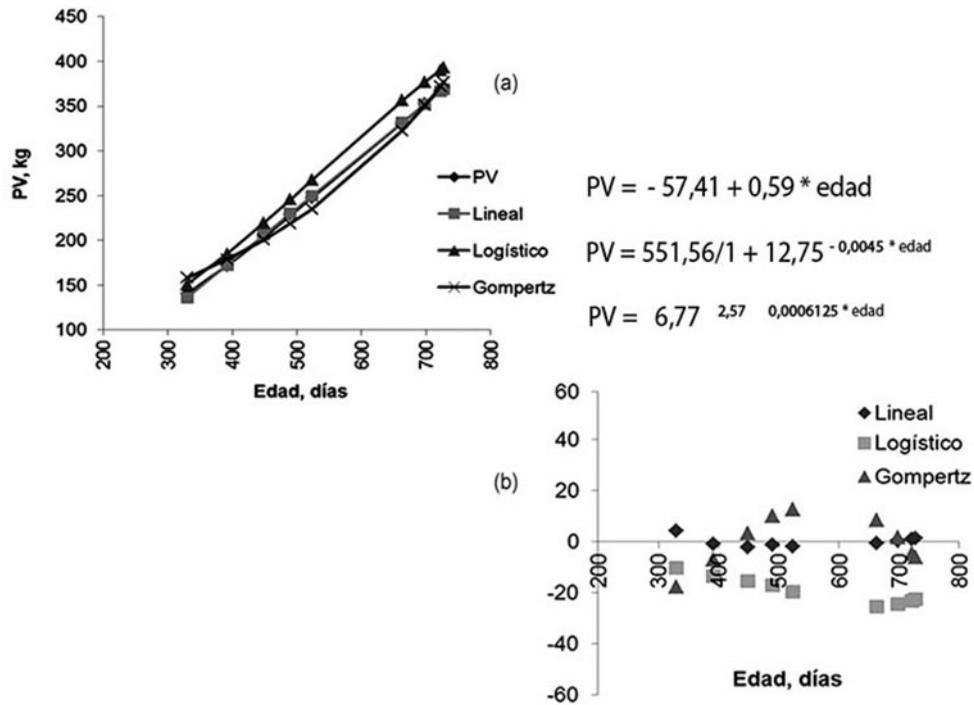


Figura 1. (a) Curvas de peso vivo por edad y de las funciones; y (b) distribución de los residuos en el primer ciclo de pastoreo, con 5/8 *Holstein* x 3/8 *Cebú*.

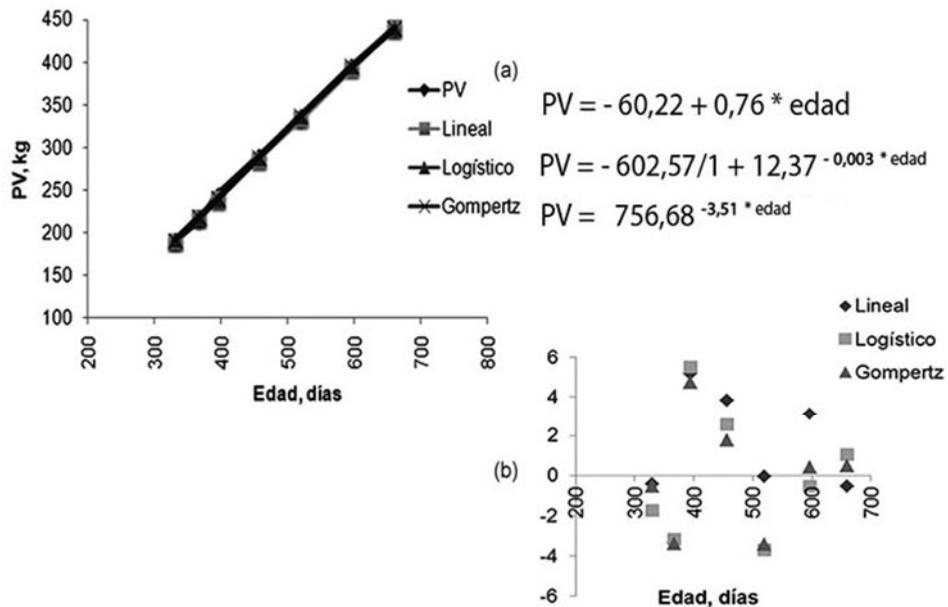


Figura 2. (a) Curvas de peso vivo por edad y de las funciones; y (b) distribución de residuos en el segundo ciclo de pastoreo, con *Cebú* suplementados con sal mineral.

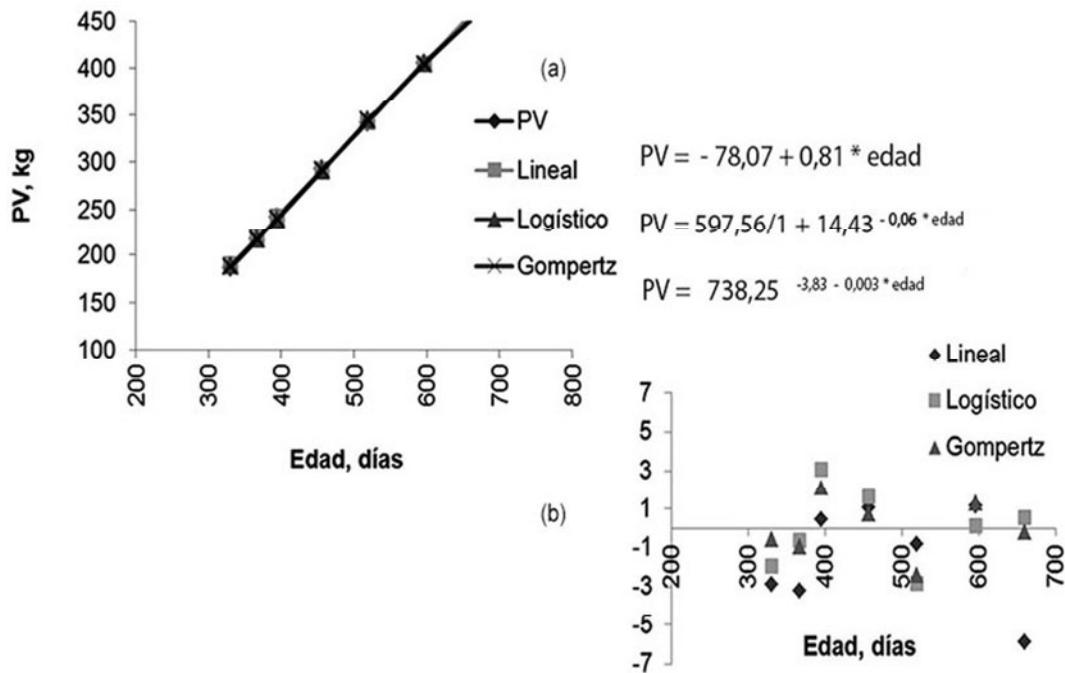


Figura 3. (a) Curvas de peso vivo por edad y de las funciones; y (b) distribución de residuos en el segundo ciclo de pastoreo, con *Cebú* suplementados con activador ruminal.

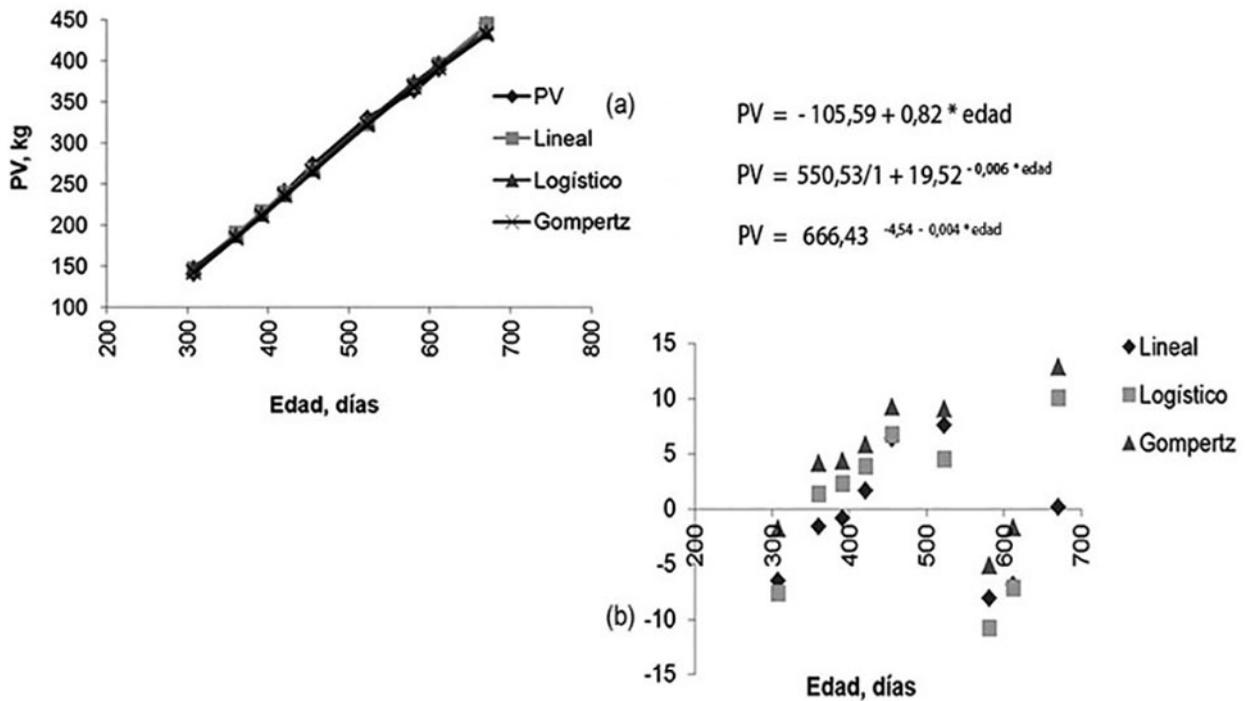


Figura 4. (a) Curvas de peso vivo por edad y de las funciones; y (b) distribución de residuos en el tercer ciclo de pastoreo, con *Charolais de Cuba*.

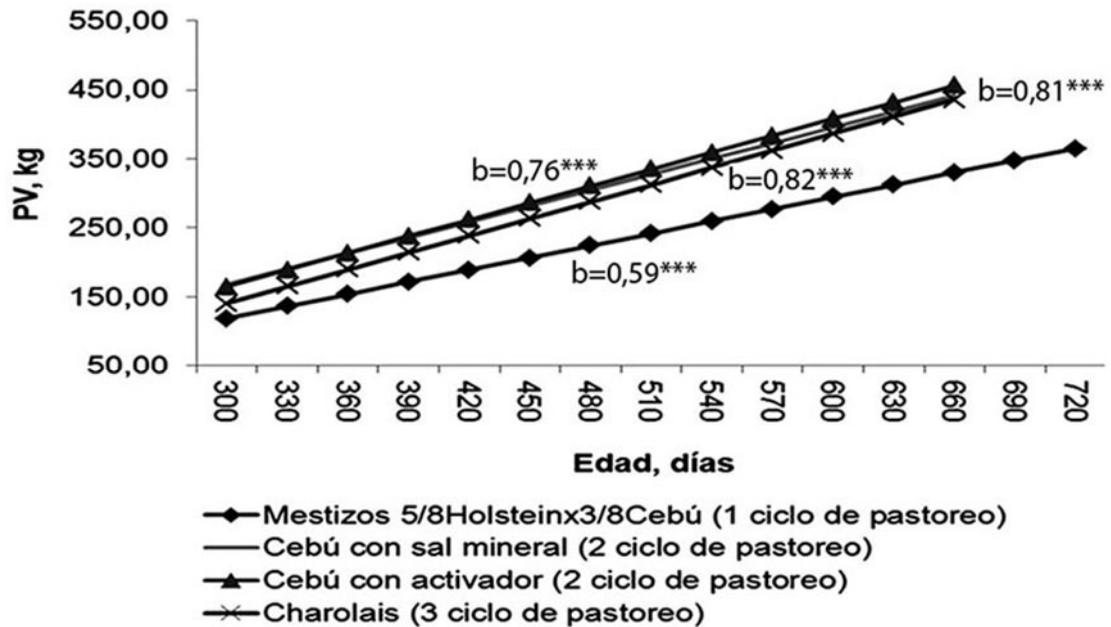
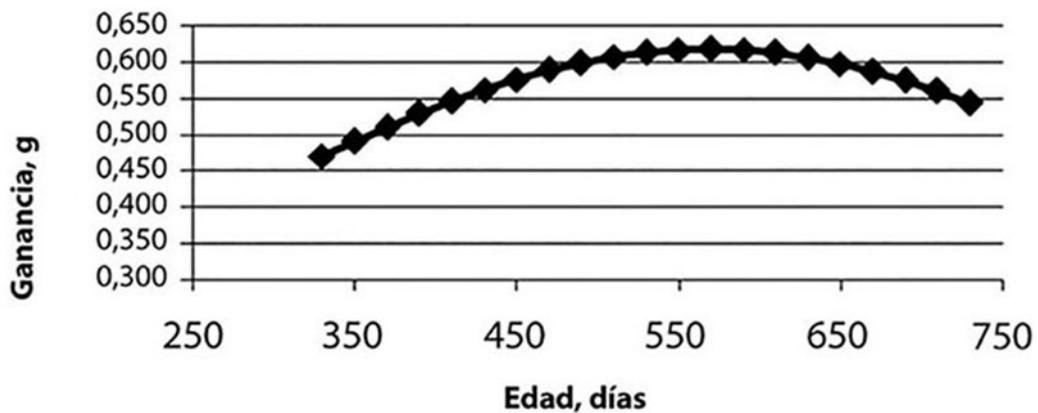
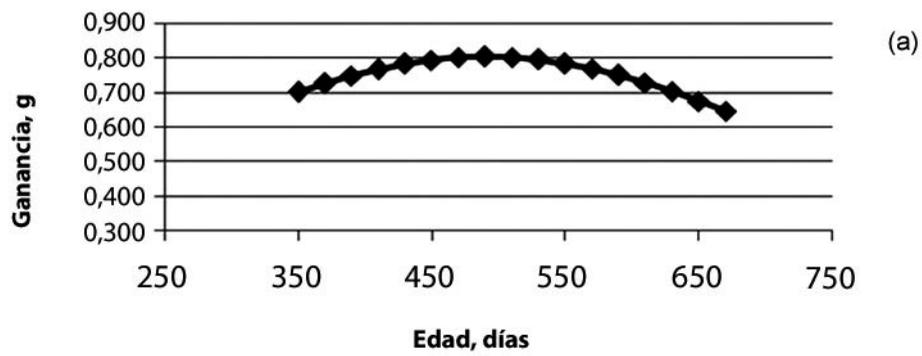


Figura 5. Diferencia ( $P < 0,001$ ) entre las pendientes ( $b$ ) de la regresión lineal por ciclo de pastoreo.

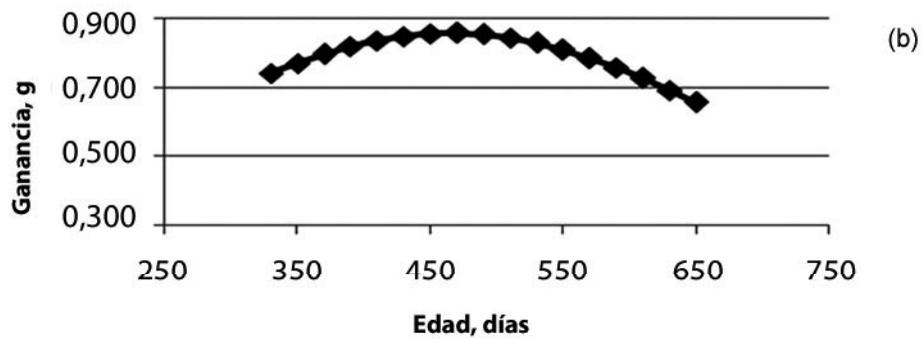


$$PV^i = 551,397 (1 + 12,7538 e^{-0,00448748 \text{ edad}})^{-2} (12,7538 (0,00448748 e^{-0,00448748 \text{ edad}}))$$

Figura 6. Ganancia instantánea de 5/8 Holstein x 3/8 Cebú.

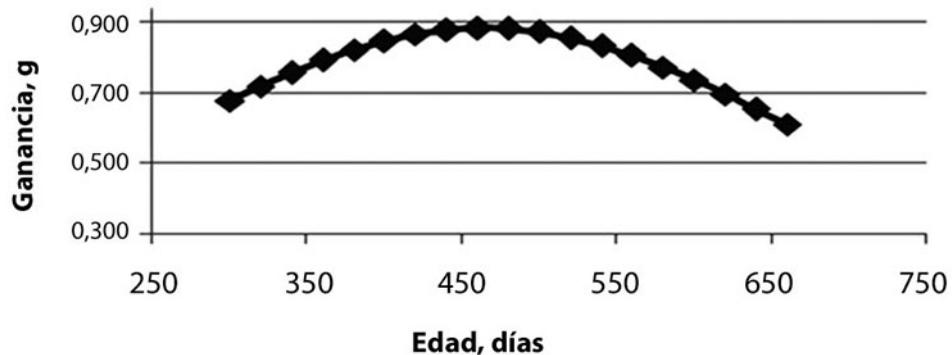


$$PV' = 602,236 (1 + 13,6174 e^{-0,00533315 \text{ edad}})^{-2} (13,6174 (0,00533315 e^{-0,00533315 \text{ edad}}))$$



$$PV' = 559,66 (1 + 14,4292 e^{-0,00574876 \text{ edad}})^{-2} (14,4292 (0,00574876 e^{-0,00574876 \text{ edad}}))$$

Figura 7. (a) Ganancia instantánea de *Cebú* con sal mineral y (b) con activador ruminal.



$$PV' = 550,53 (1 + 19,52 e^{-0,0064 \text{ edad}})^{-2} (19,52 (0,0064 e^{-0,0064 \text{ edad}}))$$

Figura 8. Ganancia instantánea de *Charolais de Cuba*.

la carga y el pasto base que utilizan los autores anteriores, pudieron conducir a diferencias con los resultados que se obtuvieron en nuestra investigación.

Con *Cebú* en pastoreo asociado no se encontraron diferencias entre utilizar o no un suplemento activador del rumen, lo que reafirmó el valor que poseen las leguminosas en la mejora de la asimilación de los nutrientes. Resultados similares en la GMD de PV obtuvieron Pérez *et al.* (2001) obtuvieron 687 y 836 g/animal, con 2,50 toretes *Indobrasil* y *Brahaman x Suizo*/ha, en pastoreo con leguminosas herbáceas, como banco de proteína, de 30 a 60 minutos al día y pasto estrella en el resto del área mientras, Hernández *et al.* (1986) obtuvieron 715 y 400 g/animal, en época lluviosa y poco lluviosa, respectivamente, con *Cebú*, en pastoreo de leguminosas herbáceas (*N. wightii*, *M. atropurpureum*, *Teramnus labialis* e *Indigosfera spp.*), leucaena y gramíneas naturales.

En la ceba de *Cebú* con leucaena, Lourenco *et al.* (2001) y Hernández *et al.* (2003) obtuvieron 459 y 650 g/animal, sin suplementación, respectivamente. Ambas GMD están por debajo de las nuestras porque esos autores utilizaron gramíneas naturales, al igual que Iglesias (2003) quien obtuvo 621 g/animal, entre las dos épocas del año.

En pastoreo con *Charolais de Cuba* la GMD de PV fue alta, con excepción de los 58 días en el Cuba CT-115 que tenía una alta acumulación de biomasa por su reposo de 90 días, pero los animales tenían acceso a leguminosas y sólo se suplementaron con sal mineral. El resultado es más relevante, al obtenerse con un gasto de 180 kg de suplemento/animal en todo el período. Aunque, los estadígrafos de dispersión fueron altos, Mackinon *et al.* (1991) demostraron que estos valores se elevan en pastoreo tropical, por la mayor interacción genotipo-ambiente. Rico *et al.* (1987) reportaron GMD inferiores, de 632 g/animal, en pruebas de comportamiento con *Charolais de Cuba* en pastoreo, pero sólo con gramíneas y suplementación. No obstante, Moreno *et al.* (2007), con ganado *Charolais*, en México obtuvo 1.197 g/animal, pero en estabulación.

El crecimiento de los bovinos tuvo tendencia a la linealidad (Figuras 1-4), en coincidencia

con los reportes de Cañeque y Sañudo (2005). Esto se pudo corroborar en los 3 ciclos de pastoreo evaluados, a partir del destete, donde los animales permanecieron aproximadamente un año en el sistema, para sacrificarse con una GMD de PV estable, sin pérdida de peso, en todo el período. Robert-Granié *et al.* (2002) demostraron el buen ajuste de una función acorde al modelo lineal general, en toretes *Maine x Anjou*, para describir el aumento del PV con la edad, desde 100 a 650 días de edad. Molina *et al.* (1992) también, encontró un buen ajuste, para una ecuación correspondiente a la regresión lineal, en machos vacunos de la raza *Retinto de Andalucía y Extremadura*.

El ajuste de estos modelos, en coincidencia con los resultados de esta investigación, se confirma la tendencia a la linealidad del crecimiento animal, cuando así lo permite la tecnología de crianza a que son sometidos. Portela *et al.* (2013) en bovinos de corte *Nerole* encontraron que las funciones de mejor ajuste fueron las de Gomperz y Logístico.

Del mismo modo, no se ajustaron modelos no lineales de funciones sigmoides y parabólicas (convexas o cóncavas) que tradicionalmente se emplean, para describir el crecimiento de toda la vida útil de los bovinos, como el de Brody (1945) que tiene el mejor ajuste en animales desde 6 meses de edad; los de Corzo y Geerken (1994) y Fernández (1996) que describen el crecimiento, desde el nacimiento hasta el sacrificio; ni los referidos por Menchaca (1990; 1991a, b; 1992; 1996) que describen el crecimiento animal por etapas. No se presentaron las sobrestimaciones de PV de los modelos Logístico y de Gompertz, observadas por Fitzhugh (1974) y Brown *et al.* (1976) en bovinos pre-púberes y en la madurez. Nogales *et al.* (2014) evaluó las funciones Brody, Von Bertalanffy, Logística y Gompertz, en ganado *Marismeño* y encontraron que la mejor descripción la realizó la ecuación de Brody, para las condiciones de crianza de estos bovinos en reservas naturales.

En condiciones tropicales de crianza de mediana a baja intensidad que ocasionaron tasas de madurez lenta, Domínguez *et al.* (2013) determinó que la función de Brody, permitió describir mejor el crecimiento del *Tropicarne*. Vergara *et al.* (2013) determinaron que la ecuación de Brody

permitió describir con precisión el crecimiento de bovinos *Brahman*, *Holstein*, *Angus* y *Simmental* cruzados con *Cebú* o *Limousine* con *Cebú* comercial, en distintas proporciones.

La mayor velocidad de crecimiento se obtuvo con machos *Cebú* y *Charolais de Cuba* (Figura 5) en correspondencia el uso de genotipos con mayor adaptación y más productores de carne que los mestizos de *Holstein*. Aunque, la mayor GMD de PV ocurrió sobre los 500 días de edad (Figuras 6-9) en la evaluación de la primera derivada del modelo logístico en todos los ciclos de pastoreo, los animales continúan ganando peso, a partir de esta edad, pero con un menor ritmo de crecimiento hasta aproximadamente los dos años de vida. Esto indica que se puede realizar una ceba eficiente en sistemas de pastoreo con gramíneas y leguminosas tropicales hasta esa edad, donde se pueden alcanzar mayores pesos al sacrificio, sin comprometer el resultado económico de los sistemas.

Estos resultados garantizan el ajuste dinámico de los aportes de nutrientes, según los requerimientos, por raza, categoría y carga animal, con lo que se reducen las pérdidas por concepto de costos tecnológicos de oportunidad y permiten la optimización productiva de la ceba bovina en pastoreo con gramíneas y leguminosas tropicales herbáceas y arbustivas.

## CONCLUSIONES

Los mejores resultados productivos en GMD de PV se obtuvieron con *Charolais de Cuba* de 838 g/animal y de 760 y 801 g/animal con *Cebú*, con sal mineral o activador, respectivamente y los más bajos, de 588 g/animal, con  $5/8$ *Holstein* x  $3/8$ *Cebú*.

Los modelos de mejor ajuste fueron el Lineal, Logístico y Gompertz ( $R^2$  del 99% y significación de los modelos y parámetros con  $P < 0,001$ , en todos los casos).

Las pendientes de las regresiones lineales fueron de 0,56 a 0,82, con mayor valor para el *Cebú* con activador ruminal y *Charolais de Cuba*.

Con el análisis de la primera derivada del modelo Logístico se demostró que la mayor ganancia de peso instantánea ocurrió alrededor de los 500 días de edad.

Los modelos que se utilizaron permitieron describir el crecimiento de los machos bovinos de estos genotipos, del destete al sacrificio, en pastoreo con gramíneas y leguminosas.

## LITERATURA CITADA

- Agudelo, G. D. A., M. M. Cerón y B. L. F. Restrepo. 2008. Modelación de las funciones de crecimiento aplicadas a la producción animal. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 21: 39-58.
- Alonso, A. C. , B. Chongo, A. Zamora, V. Torres, A. C. Noda y F. Acosta. 2014. Curvas de crecimiento de hembras en desarrollo *Siboney de Cuba*, hasta 18 meses de edad. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48 (3): 227-234.
- Balzarini, M. G, F. Casanoves, J. A. Di Rienzo, L. A. González y C. W. Robledo. 2001. INFOSTAT. Software estadístico. Manual de usuario. Versión 1. Córdoba, Argentina. Sp.
- Bertalanffy, L. V. 1957. Quantitative laws in metabolism and growth. *Q. Rev. Biol.* 32 (3): 217-231.
- Brody, S. 1945. *Bioenergetics and Growth*. Reinhold Publishing. New York, USA. 1.023 p.
- Brown, J. E, H. A. Fitzhugh and R. A. Carlivight. 1976. Comparison of nonlinear models for describing weight-age relationships in cattle. *J. Animal Scienc.* 34 (4): 522-40.
- Cañeque, V y C. Sañudo. 2005. Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animales vivos, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Ed. Acribia. España. pp.12-22.
- Carrete, F. O., J. A. Eguarte y R. Sánchez. 1993. Comportamiento productivo de toretes en praderas asociadas de estrella-Leucaena en la época de seca. En: Resúmenes Taller Internacional "Papel de los pastos y forrajes en la ganadería de bajos insumos". 9-12 Marzo. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 20 p.

- Castillo, C. E., T. E. Ruiz y G. Febles. 1998. Utilización de la leucaena en el 100% del área. Conf. Esp. La Habana, Cuba. Sp.
- Cino, D. M., A. Díaz and Ana M. Vega. 2014. Replacement *Charolais* cows grazing a *Leucaena leucocephala-Cynodon nlemfuensis* association: economic and financial indicators. Cuban J. Agric. Sc., 48 (4): 323-27.
- Corzo, J. y C. Geerken C. 1994. Producción de carne. Los fundamentos de la fisiología del crecimiento. Conferencia especializada. ISCAH.
- De Behr, V. J. L., J. F. Hornick, A. Cabaraux, M. Álvarez and L. Istasse. 2001. Growth patterns of Belgian Blue replacement heifers and growing males in commercial farms. Liv. Prod. Sci. 71: 121-130.
- Díaz, A., E. Castillo, P. C. Martín and J. L. Hernández. 2013. Pre-fattening of crossbred dairy bulls under grazing with glycine (*Neonotonia wightii*) and tropical grasses with rumen activator supplement. Cuban J. Agric. Sc., 47 (1): 23-26.
- Domínguez, V. J., R. A. F. Alonso, D. R. Núñez, V. R. Ramírez, G. J. A. Ortega y F. A. Ruíz. 2013. Ajuste de modelos no lineales y estimación de parámetros de crecimiento en bovinos *Tropicarne*. Agrociencia, 47: 25-34.
- Duncan, D. B. 1955. Multiple ranges and multiple F-tests. Biometrics. 11.1.
- Fernández, L. 1996. Modelos que describen la dinámica de los procesos biológicos en las Ciencias Agropecuarias. Tesis de Maestría en Matemática Aplicada a las Ciencias Agropecuarias. 68 p.
- Fernández, L. 2004. Modelos Estadísticos-Matemáticos en el análisis de la curva de lactancia y factores que la afectan en el genotipo Siboney de Cuba. Tesis de Doctor en Ciencias Veterinarias. 113 p.
- Fitzhugh, H. A. 1974. Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. J. Anim. Sci. 42: 1036-1051.
- Goonewardene, L. A., R. T. Berg and R. T. Hardin. 1981. A growth study of beef cattle. Can. J. Anim. Sci. 61: 1041-1048.
- Guerra, W., A. Cabrera y L. Fernández. 2002. Propuesta metodológica para la selección de modelos estadísticos. Aplicaciones a modelos de regresión. Monografía. UNAH. 35 p.
- Guerra, W., A. Cabrera y L. Fernández. 2003. Criterios para la selección de Modelos Estadísticos en la investigación científica. Rev. Cubana Cienc. Agric. 27 (1): 3-9.
- Hernández, C. A., A. Alfonso y P. Duquesne. 1986. Producción de carne basada en pastos naturales mejorados con leguminosas arbustivas herbáceas. I. Ceba inicial. Rev. Pastos y Forrajes, Cuba, 9: 79.
- Hernández, I., L. Simón y P. Duquesne. 2003. Evaluación de las arbóreas *A. lebeck*, *B. purpurea* y *L. leucocephala* en asociación con pasto bajo condiciones de pastoreo. Matanzas, Cuba. Disponible en línea: <http://lead-es.virtualcentre.org/es/ele/conferencia2/vbconfe8.htm>. [Sep. 09, 2013].
- Igarzábal, A., M. Oreguil, N. Mandaluriz, M. Amenábar y R. Ruíz. 2005. Estudios de las curvas de crecimiento en el ganado vacuno en los principales sistemas de producción de País Vasco. ITEA, 26 (Vol. Extra I): 222-24.
- Iglesias, J. M. 2003. Los Sistemas Silvopastoriles, una alternativa para la crianza de bovinos jóvenes en condiciones de bajos insumos. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 135 p.
- Iraola, J. J. 2013. Diversidad funcional de un sistema silvopastoril para recuperar la capacidad de carga biológica. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 131 p.
- Joandet, G. E. and T. C. Cartwright. 1969. Estimation of efficiency of beef production, J. Anim. Sci. 29: 862-868.

- Joandet, G. E. 1990. Tamaño corporal, su incidencia en la eficiencia de producción de carne. 5° Congreso Mundial Brahman, Bs.As. Conferencia. Cebú y derivados, 449:11-20.
- Lourenco, A. J., P. R. Leme and M. M. De Queiroz. 2001. Animal performance on brachiaria brizantha alone or supplemented with concentrate or protein bank of leucaena leucocephala 1. **En:** Memorias del XIX Congreso Internacional de Pastos. Edición en formato electrónico. Sociedade Brasileira de Zootecnia. 11-21 febrero. Sao Pedro. Sao Paulo, Brasil.
- Mackinon, M. J., K. Meyer and D. J. S. Hetzel. 1991. Genetic variation and covariation for growth, parasite resistance and heat tolerance in tropical cattle. *Livestock Production Science* 27:105-122.
- Menchaca, M. A. 1990. El uso de modelos étápicos para describir las curvas de crecimiento animal. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 24: 1.
- Menchaca, M. A. 1991a. Modelado del crecimiento en peso de bovinos. 1. Un modelo intrínsecamente lineal para la representación del crecimiento. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 25: 125-128.
- Menchaca, M. A. 1991b. Modelado del crecimiento en peso de bovinos. 2. Modelo multiplicativo con el control de curva de crecimiento y otros efectos. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 25: 231-236.
- Menchaca, M. A. 1992. Modelado del crecimiento en peso de bovinos. 3. Modelo de crecimiento étápico-multiplicativo. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 26: 107-111.
- Menchaca, M. A., C. C. Chase, T. A. Olson and A. C. Hammond. 1996. Evaluation of growth curves of Brahman cattle of various frame sizes. *J. Anim. Sci.* 74: 2140-2151.
- Molina, A., M. I. Serrano, A. Burgos, J. M. Jiménez, F. M. Salado, F. Cabeza de Vaca, E. Espárrago y A. Rodero. 1992. Estimación de la curva de crecimiento en vacuno Retinto: aspectos prácticos para la tipificación de pesos. *Arch. Zootec.* 41 (extra): 543-548.
- Monzote M., F. Funez y M. García. 1982. Asociación de leguminosas tropicales con pangola (*Digitaria decumbens stent*). Establecimiento. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 16: 103.
- Moreno R., C. Ortega y M. Molina. 2007. Evaluación de dos razas en el desarrollo pos destete de toretes en sistema de confinamiento. Disponible en línea: <http://patrocipes.uson.mx/patrocipes/invpec/genetica/G89005.html>. [Nov. 11, 2013].
- Nadarajah, K., T. J. Marlowe and D. R. Notter. 1984. Growth patterns of Angus, Charolais, Charolais x Angus and Holstein x Angus cows from birth to maturity. *J. Anim. Sci.* 59: 957-966.
- Nogales, S., T. M. Lupi, J. M. León, A. Arando, M. Miró-Arias, J. V. Delgado and M. E. Camacho. 2014. Avances en el estudio de la curva de crecimiento del ganado bovino *Marismeño*. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 4: 147-149.
- Pérez, P. J., Z. B. Alarcón, M. D. G. Mendoza, G. R. Bárcena, G. A. Hernández y H. J. G. Herrera. 2001. Efecto de un banco de proteína de kudzú en la ganancia de peso de toretes en pastoreo de estrella africana. Dpto. de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. *Rev. Téc. Pecu. Méx.* 39 (1) 39-51.
- Portela, O. D., S. M. Mitsuo, R. R. Marcelo e P. A. U. Gomes. 2013. Modelagem Bayesiana em curvas de crescimento em bovinos de corte: Pantanal Sul - Mato - Grossense, sub - região de Aquidauana. X Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal. Uberaba, MG. 3 p.
- Richards, F. J. 1959. A flexible growth function for empirical use. *J. Exp. Botanic.* 10: 290-300.
- Rico, C., D. López y T. Plana. 1987. El Charolais cubano. La Habana, Cuba. EDICA.
- Robert-Granié, C., B. Heude and J. L. Foulley. 2002. Modelling the growth curve of Maine-

- Anjou beef cattle using heteroskedastic random coefficients models. *Genet. Sel. Evol.* 34: 423-445.
- Silva, S. T. J. 2013. Novos modelos de curvas de crescimento para bovinos de corte. Tese do Programa de Pós-Graduação em Estatística e Experimentação Agropecuária, para el título de Doutor. Universidade Federal de Lavras. 71 p.
- SPSS. 2003. Software estadístico. Manual de usuario. Versión 11.5.2.1. EUA. Sp.
- STATGRAPHICS Plus. 2002. Programa Estadístico. Manual de usuario. Versión 5.1. EUA.
- Valdés, L. R., A. Alfonso y P. Duquesne. 1984. Uso de las leguminosas o suplementación para la producción de carne. III Ciclo de evaluación. *Rev. Pastos y Forrajes, Cuba.* Vol.7 (1). Descripción del crecimiento de cuatro cruces bovinos mediante la utilización del modelo Brody.
- Vergara, G. O. D., M. J. M. Flórez, P. M. J. Hernández, Z. E. M. Arboleda y R. A. Calderón. 2013. Descripción del crecimiento de cuatro cruces bovinos mediante la utilización del modelo Brody. *Livestock Research for Rural Development*, 25 (6).

## Origen botánico y dominancia cromática de las cargas de polen corbicular colectado por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) en cuatro zonas biogeográficas colombianas

### Corbicular bee pollen collected by *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), botanical origin and chromatic dominance in four biogeographical zones in Colombia

Guillermo Salamanca Grosso\*, Mónica P. Osorio Tangarife y Luis Carlos Casas Restrepo

Universidad del Tolima. Facultad de Ciencias. Departamento de Química. Grupo de Investigaciones Mellitopalínológicas y Propiedades Físicoquímicas de Alimentos. Ibagué, Tolima, Colombia. Correo electrónico\*: salamancagrosso@gmail.com.

#### RESUMEN

El estudio de la flora de interés apícola de una región determinada permite evaluar las relaciones planta-insecto y potencial económico que esto representa. En este trabajo se ha estudiado y determinado el origen botánico del polen corbicular colectado por las abejas en instalaciones de sistemas apícolas de cuatro consociaciones biogeográficas colombianas en la zona andina y relacionado los índices de similitud de Jaccard de la flora encontrada. El trabajo de campo permitió identificar 44 familias, reunidas en 227 taxones de plantas de interés apícola, que son forrajeadas por distintos tipos de abejas y benefician polen para el sustento de las colonias. Las especies identificadas son permanentes y temporales. En la zona de bosque húmedo montano bajo (*bh-MB*), se identificaron 52 especies, en bosque húmedo y muy húmedo premontano (*bh-PM/bmh-PM*) 136, en bosque seco montano bajo (*bs-MB*) 39. La flora de las zonas (*bs-MB*) vs. (*bh-MB*) presentaron índices de similitud de 67,5 y entre (*bh-MB*) vs. (*bmh-MB*) de 63,4 y entre (*bh-MB*) vs. (*bh-PM*) solo de 10,4. El análisis microscópico de las cargas, permitió definir 52 taxones distribuidos en 44 familias botánicas, de composición cromática variable entre 4 y 7 tipos polínicos de las tonalidades del café, marrón, amarillo y naranja, con dominancia de taxones de Asteraceae, Fabaceae, Myrtaceae, Solanaceae, Euphorbiaceae y Malvaceae, principalmente. El trabajo ha contribuido a la identificación de la dinámica de los ecosistemas en términos plantas de interés apícola orientada a la producción de polen como parte de la cobertura vegetal de bosques de galería y de cliserie en Colombia.

**Palabras clave:** Apicultura, Ecología, Flora Palinología.

#### ABSTRACT

The study of plants from a given region as well as the blooming period, allows to evaluate the plant-insect relationship and the economic potential that this represents. This work has been studied and determined the Jaccard's index and the botanical origin of corbicular bee pollen in four biogeographical zones at the high lands system at the Andes in Colombia. A total of 227 plants species of plants from 44 families were registered as a temporary and permanent species in a heterogeneous distribution. At the low mountain wet forest zone, (*bh-MB*), 52 especies, wet and very wet forest premontain zone (*bh-PM/bmh-PM*) 136, and low dry mountain forest (*bs-MB*) 39. Jaccard's index for (*bs-MB*) vs. (*bh-MB*) zones were 67,5 between (*bh-MB*) vs. (*bmh-MB*), 63.4 and (*bh-MB*) vs. (*bh-PM*) only 10.4. Microscopic analysis of pollen loads, allowed us to identify 52 taxa distributed in 44 botanical families. Chromatic composition was variable between 4 and 7 pollen types of color loads between, coffee, brown, yellow and orange, with dominance of taxa of Asteraceae, Fabaceae, Myrtaceae, Solanaceae, Euphorbiaceae and Malvaceae. The work is contributive to the identification of the dynamics of the ecosystems in terms of plants oriented to bee pollen production at the cliserie forests in Colombia.

**Key words:** Beekeeping, Ecology, Flowers Palinology.

Recibido: 24/09/14 Aprobado: 09/07/15

## INTRODUCCIÓN

La geografía colombiana comprende tierras emergidas y continentales; en éste entorno biogeográfico se distinguen cerca de 311 tipos de ecosistemas. La circulación atmosférica es dependiente del sistema de confluencia intertropical (ZCIT). El país cuenta por lo menos con diez clases de coberturas principales atendiendo a su extensión superficial, de las cuales en orden de magnitud se mencionan: selvas y bosques, agroecosistemas, sabanas, pantanos, xerofítica, áreas de páramo, cobertura rupícola, manglares, cobertura hídrica y asentamientos humanos, las relaciones de flora indicadora para las explotaciones apícolas aun son incipientes, (Villegas *et al.*, 2012; Osorio *et al.*, 2002).

Los pisos térmicos de interés para el sistema apícola corresponden a las zonas: fría (2.000 m.s.n.m.), templada (1.000 m.s.n.m.) y caliente (0 a 900 m.s.n.m.), estas unidades a su vez se enmarcan en sistema de clasificación por zonas de vida, (Holdridge, 1986). El efecto climático condiciona la producción agrícola y por tanto la actividad apícola en las unidades biogeográficas determinadas; las variaciones de temperatura, presión y humedad del medio así como las condiciones de evapotranspiración muestran un marcado efecto sobre unas 23.000 plantas y sobre su fenología de flor abierta. El régimen pluviométrico contribuye al mantenimiento de la flora hasta condiciones satisfactorias durante la mayor parte del año ofreciendo flujos apreciables de néctar y polen necesario para el mantenimiento de la colmena y la explotación racional del sistema apícola, (Montenegro *et al.*, 2013; Salamanca *et al.*, 2011; Decourtye *et al.*, 2010).

El polen, es un producto natural generado a partir de las anteras de las flores de las plantas superiores, (Graikou *et al.*, 2011); considerado como alimento de alto valor biológico, por su aporte en proteínas, vitaminas y minerales; el polen corbicular y alveolar corresponde a un aglomerado de granos de polen de diferentes fuentes botánicas, que son recogidos por las abejas y al que le han adicionado néctar y secreciones de las glándulas hipofaríngeas entre ellas la enzima  $\beta$ -glucosidasa; se le considera una buena fuente nutricional, beneficiosa para

la salud, en particular debido a la presencia de compuestos fenólicos con propiedades antioxidantes, (Araneda *et al.*, 2014; Muñóz *et al.*, 2014; Almaraz-Abarca *et al.*, 2013; Ciappini *et al.*, 2013; Chamorro-García *et al.*, 2013; Modro *et al.*, 2009; Keller *et al.*, 2005). Su aprovechamiento se lleva a cabo mediante la utilización de trampas caza-polen que evitan el ingreso de los cúmulos de polen al interior de la colmena y los deposita en una cámara hasta su recolección y posterior deshidratación para su comercialización en el mercado llegando a ser el segundo producto apícola más consumido dado sus propiedades medicinales y terapéuticas ligadas a su origen botánico y geográfico, (Salamanca *et al.*, 2011; Barth *et al.*, 2010; Vit, 2009).

La apicultura colombiana es una actividad económica en consolidación, que representa un potencial por los múltiples beneficios que se pueden obtener a través de las diversas explotaciones para el beneficio de miel, polen y propóleos, principalmente, así como servicios de polinización entre otros, (Flórez y Ward, 2013; Uribe *et al.*, 2011; Erasso, 2010; Franky, 2008). El conocimiento de la flora apícola permite programar la producción y establecer estrategias para el beneficio de la colmena en distintos periodos del año, además hace posible el manejo de las colonias fijistas con alimentación suplementaria o la implementación de procesos trashumantes.

La flora apícola es el conjunto de especies botánicas de carácter silvestre o cultivadas que se encuentran ligadas a diversas zonas geográficas que desarrollan relaciones mutualistas con las abejas mediante el ofrecimiento de recursos provechosos para la colmena, (Silva y Restrepo, 2012; Sayas y Huamán, 2009). Los departamentos con mayor producción apícola en Colombia son Boyacá, Cauca, Cundinamarca, Magdalena, Santander, Sucre y Tolima, en cuyo caso las zonas cálidas han sido preferidas para la producción de miel, mientras que las más frías han permitido potenciar la producción de polen, (Salamanca, *et al.*, 2011).

En la evaluación de las relaciones planta-insecto el análisis microscópico juega un papel importante al ser la herramienta más utilizada por diversos investigadores a fin de llevar a cabo la determinación de los tipos polínicos

presentes en la colmena, (Córdova *et al.*, 2013; Jauker *et al.*, 2009; Sá-otero *et al.*, 2002), éstas pueden exhibir variedad de coloraciones que se encuentran relacionadas directamente con las fuentes botánicas que visitan las abejas, que van desde amarillo a marrón claro, a pesar de que también se evidencian cargas de color blanco, rosa, anaranjado, verde, rojizo, violáceo e incluso negro, (Vivas, *et al.*, 2008; Vit y Santiago, 2008; Bilisik, *et al.*, 2008).

El estudio botánico de cargas de polen corbicular de abejas ha contribuido a la caracterización sistematizada de la flora apícola presente en diferentes países, siendo útil para los apicultores, (Webby, 2004; Andrada y Tellería, 2005; Dimou y Thrasyvoulou, 2007). Diversos países latinoamericanos han realizado estudios palinológicos para identificación de la flora polinífera, las investigaciones más relevantes que corresponde con los trabajos de Andrada y Gil, 2001; Faye *et al.*, 2002; Fegúndez y Caccavara, 2003; Baldi *et al.*, 2004; Faye y Molinelli, 2004; Fegúndez *et al.*, 2006 en Argentina; de Souza *et al.*, 2010; Da Luz *et al.*, 2007 y Carpes, 2008 en Brasil; Sempe *et al.*, 1989; Montenegro *et al.*, 1992; Ramírez y Montenegro, 2004; Contreras, 2004 en Chile; Isayama, 1988; Zevallos y Higaona, 1988; Ventura y Huamán, 2008 en Perú. En Colombia los estudios reportados

aún son escasos o proporcionan información poco detallada de la diversidad y potencial de la flora apícola nativa, (Salamanca *et al.*, 2011, Hernández *et al.*, 2011; Hernández, 2014; Guerra, 2004; Girón, 1995).

El objetivo del presente estudio se ha centrado en la determinación del origen botánico y dominancia cromática de las cargas de polen corbicular, colectado por las abejas *Apis mellifera* L. en diferentes zonas biogeográficas de Colombia con el fin de establecer las relaciones planta-insecto y proporcionar la información necesaria para potenciar la actividad apícola a nivel nacional.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El trabajo realizado se enmarca en el contexto de zonas biogeográficas colombianas asociadas a las regiones y subregiones con representación significativa a la producción de polen de la zona andina (Figura 1), en las consociaciones de bosque húmedo montano bajo (*bh-MB*: formación con límites climáticos entre 12 y 18°C, precipitación media de 1.000 a 2.000 mm/año y entre los 2.000 y 3.000 m.s.n.m.), bosque húmedo premontano (*bh-PM*: 17 a 24°C, 1.000 a

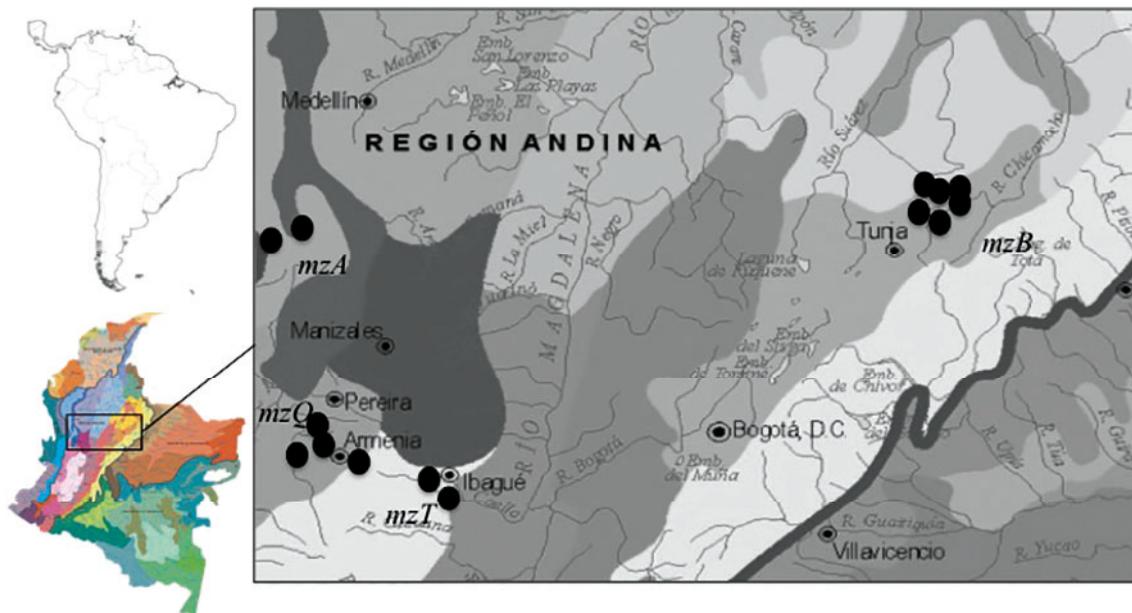


Figura 1. Regiones y subregiones colombianas y zonas de muestreo de polen corbicular. *mZA*: Antioquia. *mZB*: Boyacá *mZQ*: Quindío. *mZT*: Tolima.

2.000 mm/año y 800 a 2.000 m.s.n.m.), bosque muy húmedo premontano (*bmh-PM*: 17 a 24°C, 2.000 a 4.000 mm/año y 800 a 2.000 m.s.n.m.) y bosque seco montano bajo (*bs-MB*: 17 a 24°C, 500 a 1.000 mm/año y 800 a 3.000 m.s.n.m.), en los departamentos de Antioquía (Betania y La Unión), Boyacá (Cerinza, Duitama, Iza, Nobsa, Paipa, Santa Rosa, Tibasosa, Tutazá y Viracachá), Quindío (Armenia, Calarcá, Génova y Montenegro) y Tolima (Anzoátegui y Cajamarca), los sitios de muestreo se relacionan en la Cuadro 1.

### Flora asociada

Se realizó un levantamiento de las especies florales predominantes cercanas a los apiarios visitados (500 m. aproximadamente) en las cuatro zonas biogeográficas enmarcadas en el área de estudio, para su respectiva descripción botánica. La clasificación taxonómica se verificó

tomando como referencia especies del Herbario Toli "Alejandro Von Humbolt" de la Universidad del Tolima y bases de datos del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia. El trabajo de campo se extendió desde 2010 a 2014.

### Material biológico

Se colectaron 79 muestras al azar de polen corbicular tomado a partir de trampas cazapolen en colmenas tipo Langstroth instaladas en las zonas rurales visitadas en los 17 municipios de las cuatro zonas de vida propias del estudio (*bh-PM*: 6 muestras; *bmh-PM*: 26; *bs-MB*: 9; *bh-MB*: 38). El material recogido por colmena, se dispuso en recipientes ambar (150 g) tipo twist off de 200 mL, que fueron lavados y esterilizados previamente para su respectivo uso. En el transporte se empleo una nevera portátil y el

Cuadro 1. Zonas biogeográficas y entornos asociados a sitios de colecta de polen corbicular.

Departamento	Zona de vida	municipio	LN	LO	T°C	Altitud m.s.n.m.
Antioquia	<i>bh-PM</i>	Betania	5°44'54"	75°58'35"	19	1300
		La Unión	5°58'33"	75°21'42"	13	2497
	<i>bs-MB</i>	Cerinza	5°57'02"	72°56'50"	13	2737
		Duitama	5°50'99"	73°00'23"	14	2730
Iza		5°36'53"	72°59'04"	15	2526	
Nobsa		5°46'32"	72°56'39"	15	2534	
Paipa		5°48'57"	73°07'56"	14	3055	
Santa Rosa		5°52'27"	72°58'04"	13	2919	
Boyacá	<i>bh-MB</i>	Tibasosa	5°44'03"	73°00'01"	15	2487
		Tutazá	6°02'08"	72°51'24"	14	2800
	<i>bmh-PM</i>	Viracachá	5°26'49"	73°18'27"	15	2580
		Armenia	4°28'58"	75°42'03"	24	1315
Génova		4°11'54"	75°47'09"	19	1617	
Calarcá		4°34'18"	75°42'28"	20	1431	
Quindío	<i>bh-PM</i>	Montenegro	4°31'17"	75°48'33"	21	1234
		Cajamarca	4°22'09"	75°28'45"	15	1818
Tolima	<i>bmh-PM</i>	Cajamarca	4°28'02"	75°22'39"	10	2213
	<i>bh-PM</i>	Ibague	4°29'23"	75°06'07"	17	1700

material fue refrigerado a 4°C hasta el momento del procesamiento y análisis en el laboratorio.

### Valoración cromática

El proceso se llevó a cabo tomando una fracción de polen fresco de  $1g \pm 1mg$  para cada una de las muestras colectadas. La separación se efectuó manualmente, con ayuda de una Lámpara Lupa tipo Hamme™ (Technology and Tools) con tamaño de lente de 90 mm; dioptría 3D+12 y lámpara fluorescente compacta T4 12 W (Modelo FJ1209 LL8092). Cada una de las tonalidades separadas fue codificada, siguiendo los estándares de la guía internacional de colores Pantone 747XR, (Hernández, 2014; Salamanca *et al.*, 2011; Sayas y Huaman, 2009).

### Acetólisis

Una vez separadas las cargas cromáticas se adelantó una valoración microscópica; para ello se implementó la técnica de acetólisis, siguiendo la metodología descrita en la literatura (Borja, 2012; Ferguson *et al.*, 2007; Erdtman, 1971), a fin de disgregar los granos de polen y posibilitar la preparación de las placas para su valoración microscópica. La solución acetolítica usada está compuesta por una mezcla de ácido acético glacial y ácido sulfúrico (9:1). El proceso de preparación y limpieza de los granos de polen durante la acetólisis se realizó mediante centrifugado en la unidad Dynac™ 2.97C a 4.000 rpm por 20 minutos, proceso que se efectuó dos veces para cada muestra. A los granos de polen acetolizados se les retiró el sobrenadante mediante succión por vacío. El material final se transfirió a tubos eppendorf dispuestos con glicerina y su posterior montaje en portaobjetos para el registro fotográfico e identificación.

### Caracterizaciones polínicas

El análisis y composición de las cargas polínicas separadas y acetolizadas fue realizado en microscopio Olympus™ Modelo CX21FS1, con aumento de 10, 40 y 100 X usando cámara digital (Motic™) acoplada al sistema y software Motic Image Plus™ 2.0 ML. Se efectuó el montaje de las placas de polen acetolizadas y se dispuso para su respectiva observación la captura de imágenes, obteniéndose la identificación de los tipos polínicos de referencia, en cuyo caso fueron determinados hasta el nivel taxonómico

posible. Esta identificación se realizó tomando como referencia trabajos realizados por Hernández *et al.*, 2011 y Borja *et al.*, 2011, además de someterse a comparación con otros tipos polínicos de referencia en PalDat (Base de datos online de la Universidad de Viena) y la bibliografía.

### Estadística

Las relación de plantas asociadas en cada uno de los ecosistemas de las zonas biogeográficas, se sistematizaron y dispusieron en bases de datos. Se realizaron estimaciones de índices de similitud de Jaccard ( $I_j$ ) ( $I_j: c/(a+b-c)$ , Marchini *et al.*, 2001, entre zonas con flora común considerando que  $a$ , es el número de especies presentes en la zona  $bs-MB$ ,  $b$  el número de especies presentes en  $bh-MB$ ,  $bh-PM$  o  $bmh-PM$ ,  $c$ , es el número de especies presentes en cada una de las consociaciones  $bh-MB/bh-PM$  y  $bs-MB/bh-MB$ . En relación a los pólenes identificados en las cargas de polen, se estimaron las frecuencias en cada una de las muestras colectadas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de polen en el entorno biogeográfico colombiano se presenta como un potencial importante desde el punto de vista económico para los apicultores, la flora establecida en zona continental presenta distribuciones de oferta polinífera escalonada y diversa y dependiente de la posición altitudinal, latitudinal, del régimen de lluvias impuesto por la dinámica de la zona de confluencia intertropical, (Salamanca *et al.*, 2011). La floración de las zonas de estudio en general se caracteriza por una oferta de periodos cortos, de dos a tres meses. El levantamiento de la flora en las cuatro zonas de vida, permitió identificar en total 44 familias, que reunió 227 taxones de plantas de interés apícola (Cuadro 2); en la zona de  $bmh-PM$  la riqueza de especies ha sido de 75,0, en  $bh-PM$  de 61,0, en  $bh-MB$  52,0 y en  $bs-MB$  39. Los índices porcentuales de similitud de Jaccard para las zonas  $bs-MB$  vs.  $bh-MB$ , ha sido de 67,5, para  $bh-MB$  vs.  $bmh-MB$ , 63,4,  $bs-MB$  vs.  $bmh-MB$ , 40,0, en  $bs-MB$  vs.  $bh-PM$  14,6, para  $bmh-MB$  vs.  $bh-PM$ , 10,4 y  $bh-MB$  vs.  $bh-PM$  de 10,4.

Cuadro 2. Principales familias y taxones de plantas asociadas a polen corbicular de cuatro zonas biogeográficas colombianas.

Familia	Taxón	Zona de Vida				Familia	Taxón	Zona de Vida				
		bh-PM	bmh-PM	bh-MB	bs-MB			bh-PM	bmh-PM	bh-MB	bs-MB	
Actinidiaceae	<i>Saurauia scabra</i>	•	•			Fagaceae	<i>Quercus humboldtii</i>	•		•		
Adoxaceae	<i>Sambucus nigra</i>	•	•			Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i>	•	•			
	<i>Viburnum tryphyllum</i>		•	•		Hypericaceae	<i>Hypericum lariciforium</i>	•	•			
Anacardiaceae	<i>Mauria heterophylla</i>			•		Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i>	•	•	•	•	
	<i>Schinus molle</i>			•	•	Lauraceae	<i>Aiouea dubia</i>					
Arecaceae	<i>Attalea butyracea</i>	•				Lauraceae	<i>Persea americana</i>	•	•			
	<i>Bactris gasipaes</i>	•	•				<i>Ocotea calophylla</i>			•		
	<i>Euterpe oleracea</i>		•			Lythraceae	<i>Adenaria floribunda</i>	•	•			
Asteraceae	<i>Baccharis trinervis</i>	•	•			Malvaceae	<i>Abutilon insigne</i>			•	•	
	<i>Bidens pilosa</i>	•	•	•	•		<i>Guazuma ulmifolia</i>	•	•			
	<i>Bidens triplinervia</i>	•	•				<i>Heliocarpus americanus</i>	•	•			
	<i>Diplostephium rosmarinifolium</i>			•	•		<i>Ochroma pyramidale</i>	•	•			
	<i>Mikania micranta</i>	•	•				<i>Sida acuta</i>	•				
	<i>Naphalium sp.</i>						<i>Triumfetta bogotesis</i>		•			
	<i>Pentacalia pulchella</i>			•	•		<i>Miconia theaezans</i>			•		
	<i>Piptocoma discolor</i>	•	•				Melastomataceae	<i>Monochaetum myrtoideum</i>		•	•	•
	<i>Smallanthus pyramidalis</i>		•	•	•			<i>Tibouchina lepidota</i>		•	•	
	<i>Steiractinia aspera</i>	•	•	•			Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	•	•		
<i>Taraxacum officinale</i>			•	•	Moraceae	<i>Morus insignis</i>		•				
<i>Tessaria integrifolia</i>	•	•			Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	•	•				
<i>Thitonia diversifolia</i>	•	•			Myricaceae	<i>Morella parvifolia</i>			•	•		
<i>Verbesia crassiramea</i>			•		Myrtaceae	<i>Calycolpus moritzianus</i>	•	•	•			
<i>Vernonanthura patens</i>		•				<i>Eucalyptus sp</i>			•	•		
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>		•	•	•	Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	•	•	•	•	
Bignoniaceae	<i>Jacaranda caucana</i>	•	•			Myrtaceae	<i>Eugenia myrtifolia</i>			•	•	
Bombacaceae	<i>Ceiba pentadra</i>	•	•			Myrtaceae	<i>Myrcia cucullata</i>			•	•	
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	•	•			Myrtaceae	<i>Myrcia mollis</i>	•	•			
Boraginaceae	<i>Cordia dentata</i>	•	•			Myrtaceae	<i>Myrcianthes leucoxylla</i>			•	•	
Buddlejaceae	<i>Buddleja americana</i>		•			Myrtaceae	<i>Myrcianthes rhopaloides</i>			•	•	
Clethraceae	<i>Clethra fimbriata</i>			•	•	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	•	•			

.../... Continúa

... Continuación Cuadro 2.

Familia	Taxón	Zona de Vida				Familia	Taxón	Zona de Vida				
		<i>bh-PM</i>	<i>bmh-PM</i>	<i>bh-MB</i>	<i>bs-MB</i>			<i>bh-PM</i>	<i>bmh-PM</i>	<i>bh-MB</i>	<i>bs-MB</i>	
Clusiaceae	<i>Calophyllum sp.</i>		•			Nyctaginaceae	<i>Mirabilis jalapa</i>	•	•			
	<i>Clusia alata</i>	•	•	•		Passifloraceae	<i>Passiflora bogotensis</i>			•	•	
	<i>Clusia multiflora</i>				•		<i>Passiflora edulis</i>	•	•			
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i>		•	•	•	Phytolaccaceae	<i>Phytolacca dioica</i>			•		
Cunoniaceae	<i>Weinmannia tomentosa</i>				•	•	Piperaceae	<i>Piper adancum</i>	•	•	•	•
Ericaceae	<i>Cavendishia cordifolia</i>				•	•	Piperaceae	<i>Piper bogotense</i>			•	•
	<i>Macleania rupestris</i>				•	•	Pittosporaceae	<i>Pittosporum undulatum</i>		•	•	•
Euphorbiaceae	<i>Acalypha diversifolia</i>	•	•			Poaceae	<i>Zea mays</i>	•	•		•	
	<i>Acalypha macrostachya</i>	•	•			Polygonaceae	<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i>			•	•	
	<i>Alchornea grandiflora</i>	•	•			Primulaceae	<i>Myrsine andina</i>			•	•	
	<i>Croton funkianus</i>				•	•	Rosaceae	<i>Prunus buxifolia</i>			•	
	<i>Croton schiedeana</i>		•				<i>Prunus integrifolia</i>		•			
	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	•	•				<i>Prunus serotina</i>			•	•	
	<i>Tetrorchidium boyacanum</i>		•			Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i>	•	•			
Fabaceae	<i>Acacia decurrens</i>				•	•	Rubiaceae	<i>Spermacoce verticillata</i>		•	•	
	<i>Acacia melanoxylum</i>				•	•	Sapindaceae	<i>Cupania cinerea</i>		•		
	<i>Albizia carbonaria</i>	•	•					<i>Serjania sp.</i>		•		
	<i>Calliandra pittieri</i>	•	•				<i>Brugmansia sanguinea</i>			•	•	
	<i>Chloroleucon bogotense</i>	•					<i>Brugmansia candida</i>			•	•	
	<i>Entada phaseoloides</i>		•			Solanaceae	<i>Capsicum annum</i>	•	•			
	<i>Inga edulis</i>	•	•				<i>Solanum americanum</i>	•	•	•	•	
	<i>Inga spectabilis</i>	•	•				<i>Solanum aturense</i>	•	•	•	•	
	<i>Leucaena leucocephala</i>	•	•				<i>Solanum quitoense</i>	•	•			
	<i>Mimosa albida</i>	•	•	•		Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i>	•	•			
	<i>Mimosa pudica</i>	•	•			Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i>	•	•			
	<i>Prosopis juliflora</i>	•				Verbenaceae	<i>Citharexylum subflavescens</i>	•	•			
	<i>Senna multiglandulosa</i>				•	•	Vitaceae	<i>Cissus sicyoides</i>	•	•		

*bh-PM*: Bosque húmedo premontano; *bmh-PM*: Bosque muy húmedo premontano; *bs-MB*: Bosque seco montano bajo.  
*bh-MB*: Bosque húmedo montano bajo.

Entre las especies observadas en las zonas de estudio se distinguen: *Baccharis trinervis* Pers. (chilca), *Bidens pilosa* L. (cadillo), *Bidens triplinervis* Kunth. Var. *Macrantha* (chipaca), *Diplostegium rosmarinifolium* (Benth.) Weed. (romero de páramo) de la familia Asteraceae; *Alnus acuminata* Kunth. (aliso), Fam. Betulaceae; *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken (laurel blanco) y *C. dentata* Poir. (uvita), Fam. Boraginaceae; *Clusia multiflora* Kunth. (chagualo), Fam. Clusiaceae; *Alchornea grandiflora* Müll. Arg. (escobo), *Crotonf unkianus* Müll. Arg. (sangregado), Fam. Euphorbiaceae; *Acacia de currens* Willd. (Acacia negra), *A. Melanoxylum* R.Br. (Acacia japonesa), *Calliandra pettieri* Standl. (Carbonero), Fam. Fabaceae; *Quercus humboldtii* Bonpl. (Roble), Fam. Fagaceae; *Vismia baccifera* (L.) Triana&Planch. (Puntelanza), Fam. Hypericaceae; *Hypericum laricifolium* Juss. (chite), Fam. Hyperaceae; *Juglans neotropica* Diels. (cedro negro), Fam. Juglandaceae; *Aioueadubia* (Kunth) Mez. (laurel peña), *Persea americana* L. (aguacate), Fam. Lauraceae; *Adenaria floribunda* Kunth. (curalito), Fam. Lythraceae; *Abutilon insigne* Planch. (abutilón), *Guazuma ulmifolia* Lam. (guásimo), *Heliocarpus americanus* L. (balso blanco), Fam. Malvaceae; *Miconia theaezans* Cogn. (nigüito), Fam. Melastomataceae; *Guarea guidonia* L. (trompillo), Fam. Meliaceae; *Muntingia calabura* L. (chitató), Fam. Muntingiaceae; *Calycolpus moritzianus* (O. Berg) Burret (arrayán guayabo), *Eucalyptus globulus* Labill. (eucalipto), *Myrcia cucullata* O. Berg (arrayán nativo), *Myrcianthes rhopaloides* Kunth. (arrayán negro), Fam. Myrtaceae; *Phytolacca dioica* L. (bellasombra), Fam. Phytolaccaceae; *Piper aduncum* L. (higuillo), Fam. Piperaceae; *Pittosporum undulatum* Vent. (lirio azul), Fam. Pittosporaceae; *Zea mays* L. (maíz), Fam. Poaceae; *Muehlenbeckia tamnifolia* (Kunth.) Meisn. (coronillo), Fam. Polygonaceae.

La evaluación de la dominancia cromática permitió observar variabilidad en la composición del polen colectado en las zonas de muestreo, siendo la zona de *bmh-PM*, la que ha presentado mayor variabilidad, en relación a lo observado en las consociaciones *bh-PM*, *bs-MB* y *bh-MB* respectivamente. La composición de las cargas que acopian las abejas en cada una de las colonias reúne entre 4 y 7 tipos polínicos y presupone gran variabilidad entre

las respectivas zonas de colecta (Figura 2). En los pólenes de la zona *bmh-PM*, predomina las cargas 146c (Marrón oro) y 154c (café), con una dominancia de 9,60%. En la consociación *bh-PM* predominan polenes de tonalidades marrón oro (146c) con 18,2%, café (154c) con 12,5%, amarillo café (139c) 11,17% y café oscuro (464u) 10,6%. En la zona *bs-MB*, se evidenció predominio de las cargas de polen de tonos ocre (153c) y café oscuro (464u) con 9,52%.

En la zona fría en *bh-MB* se ha observado dominancia de las cargas de la tonalidad amarillo (143c), café (154c) y marrón oscuro (146c) con 16,7% de predominancia. La dinámica de los ecosistemas desde la perspectiva de las regiones presenta una amplia variabilidad en términos de cobertura vegetal. El estudio de las cargas de polen en términos de dominancia cromática, es variable en los distintos periodos del año y para las zonas de vida propias del estudio.

El análisis microscópico de la composición de las cargas, permitió identificar y determinar 52 taxones distribuidos en 44 familias botánicas. En términos de oferta polinífera y aportes para el sustento de las colonias de abejas, la zona de *bh-PM* es la que mayor número de especies polínicas presenta. Los taxones *Bidens pilosa* (Asteraceae), *Eucalyptus globulus* (Myrtaceae), *Juglans neotropica* (Juglandaceae), *Piper aduncum* (Piperaceae), *Solanum americanum* y *S. aturense* (Solanaceae), se encuentran distribuidas en las cuatro consociaciones biogeográficas relacionadas en el estudio. En la Figura 3, se relacionan algunos granos de polen dominantes, presentes en cargas de polen corbicular colectados por *A. mellifera* en zona altoandina colombiana.

En los entornos de las zonas de *bmh-PM*, *bh-MB* y *bs-MB*, se encuentran distribuidas las siguientes especies *Smalanthus pyramidalis* (Asteraceae), *Alnus acuminata* (Betulaceae), *Ipomoea purpurea* (Convolvulaceae), *Monochoetum myrtoideum* (Melastomataceae) y *Pittosporum undulatum* (Pittosporaceae); y en las zonas de *bh-PM*, *bmh-PM* y *bh-MB* predominan las especies *Steiractinia aspera* (Asteraceae), *Clusia alata* (Clusiaceae), *Mimosa albida* (Fabaceae), *Tibouchina lepidota* (Melastomataceae) y *Calycolpus moritzianus* (Myrtaceae); en los bosques húmedos de cliserie de *bmh-PM* y *bh-*

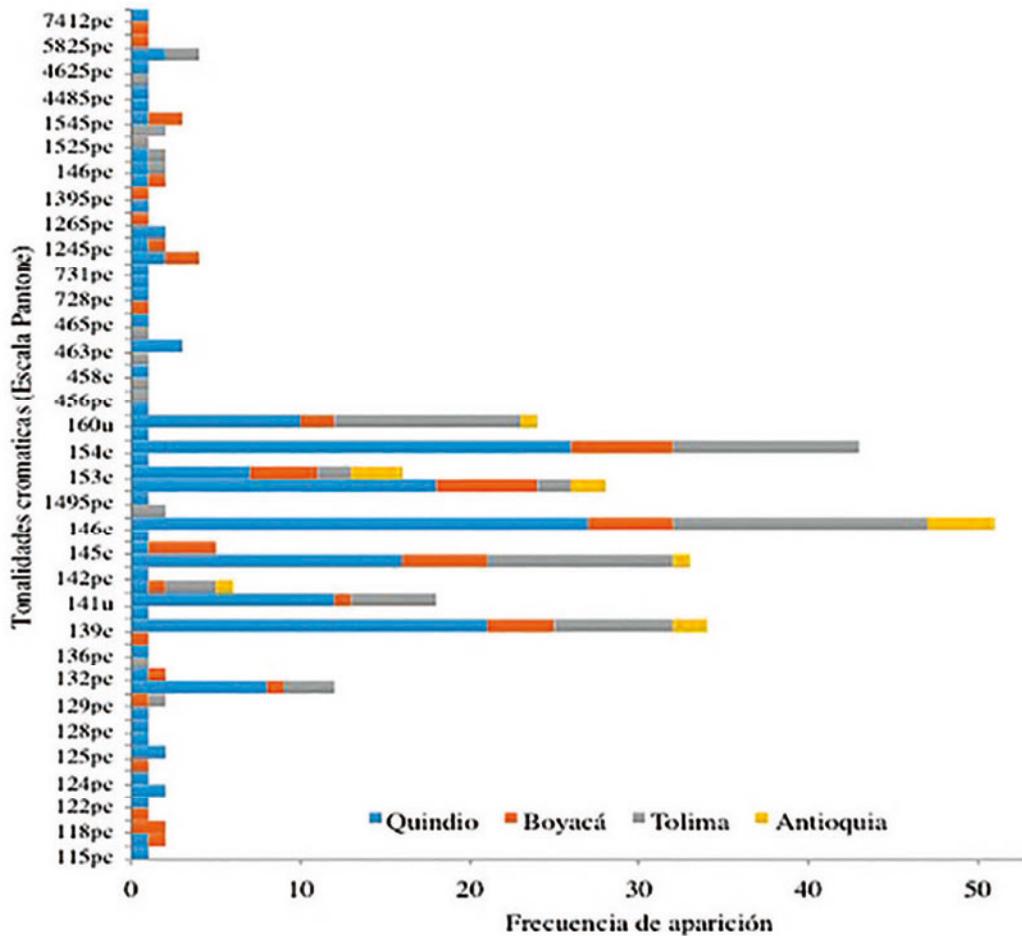


Figura 2. Principales tonalidades cromáticas asociadas al polen corbicular en zonas biogeográficas de Antioquia, Boyacá, Quindío y Tolima.

MB, se distribuyen indistintamente las especies recién mencionadas.

De las 11 familias de interés polinífero, que son forrajeadas por especies de abejas y que se encuentran representadas en las cuatro zonas de estudio, se destaca Asteraceae como dominante 14,5% del total, con 18 especies botánicas, seguida de Fabaceae con 10,6% (13), Myrtaceae con 9,3 (9), Solanaceae con 7,0 (6), Euphorbiaceae con 5,3 (6) y Malvaceae con 4,45 (6), Clusiaceae, Juglandaceae, Melastomataceae, Passifloraceae y Piperaceae  $\leq 3,0\%$ . Se observaron 3 familias, representadas con una especie única, como es el caso de Buddlejaceae (*Buddleja americana*) y Moraceae (*Morus insignis*) en *bmh-PM* y Phytolacaceae (*Phytolacca dioica*) en *bh-MB*.

Las especies relacionadas como fuente de polen para el mantenimiento y sustento de tipos de abejas en la zona altoandina. Los resultados son complementarios de otros estudios relacionados en la literatura para el caso colombiano, que en algunos casos es coincidente con trabajos previos respecto de algunas especies botánicas, principalmente con Asteraceae, (Chamorro-García *et al.*, 2013), Rosaceae, (Cancino-Escalante, 2011), Asteraceae, Solanaceae, Lamiaceae y Melastomataceae, (Ariza *et al.*, 2010), Asteraceae, Mimosaceae, Myrtaceae y Melastomataceae, (Vivas *et al.*, 2008; Girón, 1995). Algunas de las especies igualmente han sido relacionadas en otros ecosistemas tropicales, (Marchini *et al.*, 2001; Sayas y Huamán, 2009). Este trabajo consolida la relación de especies de interés apícola de mayor relevancia al aporte de polen en zona andina y plantea la necesidad de

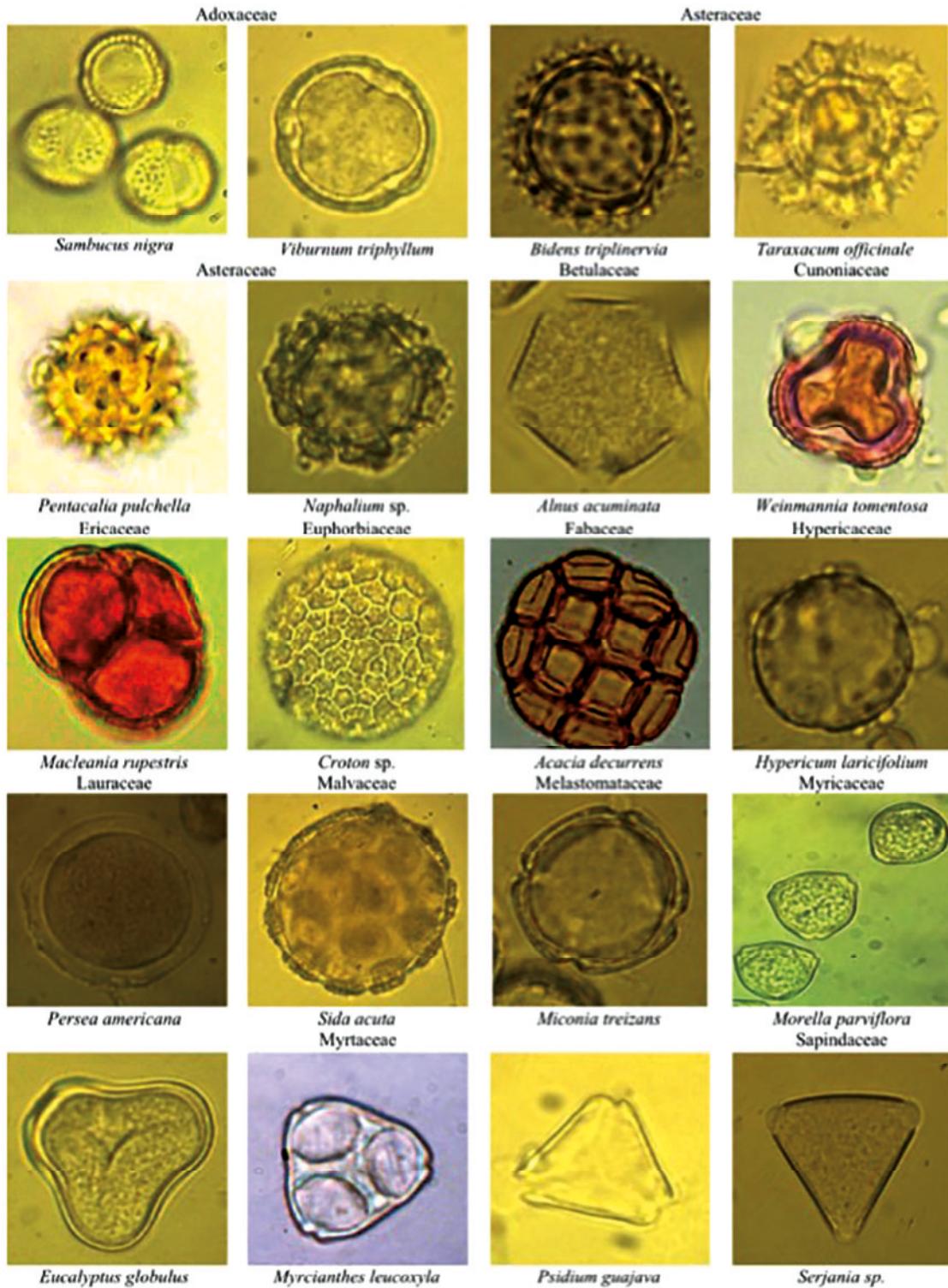


Figura 3. Principales especies polínicas asociadas al polen corbicular de la zona andina colombiana.

generar valoraciones en términos de calendarios para implementación de procesos trashumantes.

Se pone de manifiesto la biodiversidad y potencial de la cobertura vegetal de la zona andina, pero igualmente se percibe reducción del área, que se viene disminuyendo por efectos de intervención antrópica y que demanda acciones para su declaración como zona protegida y de reserva.

## CONCLUSIONES

La valoración de la flora polinífera en los ecosistemas asociados a las zonas biogeográficas colombianas es biodiversa y posibilita el beneficio de polen corbicular por parte de colonias de abejas, siendo este de naturaleza multifloral, la alta variabilidad en su composición botánica y sus características cromáticas como constituyente principal por especies nativas tienen una alta distribución y riqueza en cada una de las zonas de muestreo.

El estudio ha permitido identificar especies de plantas vasculares con aportes poliníferos que constituyen la dinámica de las relaciones planta-insecto, como base de sustento para la alimentación de las abejas. La riqueza floral es mayor en la zona de bosque muy húmedo premontano, en relación a las otras zonas geográficas evaluadas, esta marcada diferencia, da cuenta de la oferta de polen para el mantenimiento de las colmenas de abejas como sistema apícola instalado. La floración base del sustento, es permanente distribuyéndose a lo largo del año e involucrando un número significativo de especies arvenses y arbustivas que con periodos cortos de floración definidos son óptimos para el beneficio del producto, las cuales son dependientes de las condiciones climáticas del entorno.

Los índices de similitud entre las consociaciones evidencian que las zonas bosque seco y bosque húmedo montano bajo, presentan una mayor relación entre especies florales. El trabajo ha contribuido a la identificación de la dinámica de los ecosistemas en términos plantas de interés apícola orientada a la producción de polen como parte de la cobertura vegetal de bosques de galería y de cliserie en Colombia.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su gratitud a los apicultores de la zona altoandina involucrados en el trabajo de campo. La deuda es con Abdón Salazar Méndez, Baudilio Suárez, Efraín Muñoz Castelblanco, Edgar Fernando Vargas González, Eduardo Parra González, Ernesto Tinoco Rubio, Jorge Saavedra, Juan Jaime Gutiérrez, por su aporte y acompañamiento en el trabajo de campo. A la licenciada July Alexandra Hernández López, igualmente los biólogos Marisol Campuzano Castellanos y Fredy Alexander Borja Peralta, por sus aportes en el proceso de muestreo y algunas de las caracterizaciones cromáticas y polínicas. Asimismo a los evaluadores del artículo y los colaboradores permanentes de la Revista Zootecnia Tropical, por las observaciones, sugerencias y recomendaciones al documento final durante el proceso de arbitraje.

## LITERATURA CITADA

- Almaraz-Abarca, N., D. Rivera-Rodríguez, D. Arraéz-Román, A. Segura-Carretero, J. Sánchez-González, A. Delgado-Alvarado y J. Ávila-Reyes. 2013. Los fenoles del polen del género *Zea*. *Acta Botánica Mexicana*, 105:59-85.
- Andrada, A. y M. Gil. 2001. Flora polinífera utilizada por *Apis mellifera* en el sur del Caldenal (Prov. Fitogeográfica del Espinal), Argentina. *Resumen, Suplemento, Bol. Soc. Arg. Bot.* 36:135.
- Andrada, A.C. and M.C. Telleria. 2005. Pollen collected by honey bees (*Apis mellifera* L.) from south of Caldén district (Argentina): botanical origin and protein content, *Grana*, 44:1-8.
- Araneda, X., I. Quezada, M. Martínez y D. Morales. 2014. Polifenoles totales en pan de abeja (*Apis mellifera* L.) de colmenas de la región de la Araucanía. *Idesia*, 32(1):107-111.
- Ariza, W., C. Huertas, A. Hernández, J. Geltvez, J. González y L. López. 2010. Caracterización y usos tradicionales de productos forestales no maderables (PFNM) en el corredor de conservación Guantiva - La Rusia - Iguaque. *Colombia Forestal*, 13(1):117-140.

- Cancino-Escalante, G.O., L.R. Sánchez-Montaño, E. Quevedo-García y C. Díaz-Carvajal. 2011. Caracterización fenotípica de accesiones de especies de *Rubus* L. de los municipios de Pamplona y Chitagá, Región Nororiental de Colombia. *Universitas Scientiarum*, 16(3): 219-233.
- Erasso, N. 2010. Análisis de percepción de marca del producto miel en el mercado de Bogotá. Maestría tesis, Universidad Nacional de Colombia. pp. 12-23.
- Baldi, C. B., D. Grasso, P. S. Chaves y G. Fernández. 2004. Caracterización bromatológica del polen apícola Argentino. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 15(29):145-181.
- Barth, O. M., A.S. Freitas, E.S. Oliveira, R.A. Silva, F.M. Maester, R. Andrella and G. Cardozo. 2010. Evaluation of the botanical origin of commercial dry bee pollen load batches using pollen analysis: a proposal for technical standardization. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 82(4):893-902.
- Bilisik, A., I. Cakmak, A. Bicakci and H. Malyer. 2008. Seasonal variation of collected pollen loads of honeybees (*Apis mellifera* L. Anatolica). *Grana*, 47:70-77.
- Borja, P. F. 2012. Estudio de la flora polinífera en bosque de cliserie vinculado a sistema apícola productivo en los municipios de Belén y Cerinza (Boyacá). (Trabajo de grado no publicado). Programa de Biología. Universidad del Tolima. Colombia.
- Borja, P. F., G. G. Salamanca, R. S. Guzmán y T. M. Osorio. 2011. Validación de especies Botánicas de interés apícola a partir de Colección de referencia. Memorias de 46 Congreso Nacional de Ciencias Biológicas. ACCB. Medellín. Colombia.
- Carpes, S. T. 2008. Composição e qualidade do pólen apícola proveniente de sete estados brasileiros e do Distrito Federal. Tese de Doutor, Universidade Federal do Paraná.
- Chamorro-García, F. J., D. León-Bonilla y G. Nates-Parra. 2013. El polen apícola como producto forestal no maderable en la cordillera oriental de Colombia. *Colombia Forestal*, 16(1):53-66.
- Ciappini, M., F. Stoppani, R. Martínez y M. Alvarez. 2013. Actividad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos y flavonoides en mieles de tréboles, eucalipto y alfalfa. *Revista Ciencia y Tecnología*, 15(19):45-51.
- Contreras O. 2004. Relación entre el contenido de caroteno, color y características botánicas del polen corbicular. Tesis para optar al grado de Licenciado en Ingeniería en Alimentos. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Ingeniería en Alimentos.
- Córdova, C., E. Ramírez, E. Martínez y J. Zaldívar. 2013. Caracterización botánica de miel de abeja (*Apis mellifera* L.) de cuatro regiones del estado de Tabasco, México, mediante técnicas melisopolinológicas. *Universidad y Ciencia*, 29(1): 163-178.
- Da Luz, C., M. Thomé e O. Barth. 2007. Recursos tróficos de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) na região de MorroAzul do Tinguá, Estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasil Bot.*, 30 (1):29-36.
- Decourtye, A., E. Mader and N. Desneux. 2010. Landscape enhancement of floral resources for honey bees in agro-ecosystems. *Apidologie*, 41:264-277.
- De Souza, J., L. Maciel, M. Miranda e J. Druzian. 2010. Compostos bioativos e potencial antioxidante do pólen produzido por abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.). *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 69(2):233-242.
- Dimou, M. and A. Thrasylvoulou. 2007. Seasonal variation in vegetation and pollen collected by honey bees in Thessaloniki, Greece. *Grana*, 46(4):292-299.
- Erdtman, G. 1971. Pollen morphology and plant taxonomy. Hafner publishing Company. New York. 541 p.
- Faye, P. F., A. M. Planchuelo y M. L. Molinelli. 2002. Relevamiento de la flora apícola e identificación de cargas de polen en

- el sureste de la provincia de Córdoba, Argentina. *Agriscientia*, (19):19-30.
- Faye, P. y M. Molinelli. 2004. Cargas de polen provenientes del sureste de la provincia de Córdoba, Argentina. *Espacio Apícola*. 72.
- Fegúndez, G. A. y M. A. Caccavara. 2003. Primeros registros de mieles Monoflorales y Cargas de Polen de soja (*Glycinemax* L.) en Argentina. *Boletín Apícola*, (24):3-6.
- Fegúndez, G., J. Muñoz y P. Reinoso. 2006. Caracterización, fenología e interés apícola de la vegetación del departamento Diamante, Entre Ríos. *Espacio Apícola*, (72):32-33.
- Ferguson, D., R. Zetter and K. Paudyal. 2007. The need for the SEM in Palaeopalinology, *Comptes Rendus Palevol*, 6(6-7):423-430.
- Flórez, D. y S. Ward. 2013. Diseño de una minicadena productiva para la apicultura orgánica en San Andrés Islas a través de un itinerario de ruta como herramienta de gestión e integración. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 14(2):129-147.
- Franky, A. 2008. Producir polen es la mejor alternativa en zonas de alta montaña tropical. *Memorias 9 Congreso Iberoamericano de Apicultura*. Corporación Centro Nacional apícola. Concepción Chile, pp. 41-42
- Girón, V.M. 1995. Análisis palinológico de la miel y la carga de polen colectada por *Apis mellifera* en el suroeste de Antioquia, Colombia. *Boletín Museo Entomología Universidad del Valle*, 3(2):35-54.
- Gómez, M. J. 2002. Generalización en las interacciones entre plantas y polinizadores. *Rev. Chil.Hist. Nat.*, 75(1):105-115.
- Graikou, K., S. Kapeta, N. Aligiannis, G. Sotiroudis, G. Chondrogianni, E. Gonos and I. Chinou, 2011. Chemical analysis of greek pollen-antioxidant, antimicrobial and protease activation properties. *Chemical Central Journal*, 5(33):2-9.
- Guerra, P. E. 2004. Estudio analítico comparativo de cargas de polen colectadas y almacenadas por *Apis mellifera* L. en algunas zonas biogeográficas de los departamentos de Boyacá y Tolima. Trabajo de especialización en Química de productos Naturales. Departamento de Química. Universidad del Tolima. 76 p.
- Holdridge, L. 1986. Ecología basada en las zonas de vida. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José. Costa Rica. 214 p.
- Hernández, L. J. A. 2014. Estudio comparativo de las propiedades fisicoquímicas y valor nutricional del polen corbicular de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) de algunas zonas geográficas colombianas. Documento técnico. Oficina de Investigaciones y desarrollo científico. Universidad del Tolima. 150 p.
- Hernández, L. J., V. C. Reyes, T. M. Osorio y G. G. Salamanca. 2011. Extracción y beneficio del polen corbicular de la zona Altoandina de Boyacá (Colombia). *Memorias de VIII Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos*. Cibia 8. Lima-Perú.
- Isayama, V. 1988. Morfología polínica de algunas especies de la flora del Departamento de Lambayeque. *Zonas Áridas*, 5:45-60.
- Jauker, F., T. Diekötter, F. Schwarzbach and V. Wolters. 2009. Pollinator dispersal in an agricultural matrix: opposing responses of wild bees and hoverflies to landscape structure and distance from main habitat. *Landscape Ecology*, 24:547-555.
- Keller, I., P. Fluri and A. Imdorf. 2005. Pollen nutrition and colony development in honeybees: part I. *Bee World*, 86:3-10.
- Marchini, L. C., A. C. de Camargo Carmello-Moreti, E. Weinstein-Teixeira, E. C. Almeida da Silva, R. Ribeiro Rodrigues e V. Castro-Soussa. 2001. Plantas visitadas por abelhas africanizadas em duas localidades do estado de São Paulo. *Scientia Agrícola*, 58(2): 413-420.
- Modro, A. H., I. C. Silva, C. P. Luz and D. Message. 2009. Analysis of pollen load based on color, physicochemical composition and botanical source. *Anales da Academia Brasileira Ciências*, 81(2):281-285.

- Montenegro, G., M. Gómez y G. Ávila. 1992. Importancia relativa de especies cuyo polen es utilizado por *Apis mellifera* en el área de la reserva nacional Los Ruiles, VII Región de Chile. Acta Botánica Malacitana, (17):167-174.
- Montenegro, G., R. Pizarro, E. Mejías y S. Rodríguez. 2013. Evaluación Biológica de polen apícola de plantas de Chile. Phytón. Revista Internacional de Botánica experimental, (82):7-14.
- Muñoz, A., C. Alvarado-Ortiz, T. Blanco, B. Castañeda, J. Ruiz y A. Alvarado. 2014. Determinación de los compuestos fenólicos, flavonoides totales y capacidad antioxidante en mieles peruanas de diferentes fuentes florales. Revista de la Sociedad Química del Perú, 80(4):287-297.
- Osorio, T. M. P., T. E. Osorio y G. G. Salamanca. 2002. Aspectos climáticos relacionados con la actividad apícola tropical. **En:** IX Congreso Internacional de Actualización Apícola. Zacatecas México. pp. 66-68.
- Ramírez R. y G. Montenegro. 2004. Certificación del Origen Botánico de Miel y Polen Corbicular pertenecientes a la comuna de Litueche, VI Región de Chile. Ciencia e Investigación Agraria, 31(3):197-211.
- Sá-Otero, M.P., SM Bugarín, S. Armesto-Baztán y L.E. Díaz. 2002. Método de Determinación del Origen Geográfico del Polen Apícola Comercial. Lazaroa, (23):25-34.
- Salamanca, G. G., T. M. Osorio y O. A. Gutiérrez. 2011. Sistema trazable en el proceso de extracción y beneficio del polen corbicular colectado por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) en la zona Altoandina de Boyacá, Colombia. Zootecnia Tropical, 29(1):127-138.
- Sayas, R. R. y M. L. Huamán. 2009. Determinación de la flora polinífera del Valle de Oxapampa (Pasco – Perú) en base a estudios palinológicos. Ecología aplicada, 8(1-2):53-59.
- Sempe, J., C. Ramírez y G. Montenegro. 1989. Flora Utilizada como fuente de polen por *Apis mellifera* L. en la provincia de Valdivia: Análisis Cuantitativo de Polen Corbicular. Ciencia e Investigación Agraria, 16(1-2):1-6.
- Silva, L. M. y S. Restrepo. 2012. Flora apícola: determinación de la oferta floral apícola como mecanismo para optimizar producción, diferenciar productos de la colmena y mejorar la competitividad. Bogotá, Instituto Humboldt. 28 p.
- Uribe, C., S. Fonseca, G. Bernal, C. Contreras y O. Castellanos. 2011. Sembrando innovación para la competitividad del sector agropecuario colombiano. Bogotá D. C.: Universidad Nacional de Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural.
- Ventura, K. y L. Huamán. 2008. Morfología polínica de la familia Fabaceae de la parte baja de los valles de Pativilca y Fortaleza (Lima- Perú). The Biologist, 6(2):112-134.
- Villegas, N., J. Barrientos y I. Málikov. 2012. Relación entre parámetros océano-atmosféricos y la producción de café verde en Colombia. Revista Colombia de Ciencias Hortícolas, Vol. 6(1):88-95.
- Vit, P. 2009. Origen botánico y propiedades medicinales del polen apícola. Revista médica de la Extensión Portuguesa, 3(1):1-8.
- Vit, P. y B. Santiago. 2008. Composición química de polen apícola fresco recolectado en el páramo de Misintá de Los Andes venezolanos. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 58(4):411-415.
- Vivas, J. N., D. J. Maca y M. Pardo. 2008. Caracterización cualitativa del polen recolectado por *Apis mellifera* L. en tres apiarios del municipio de Popayán. Rev. Bio. Agro, 6(2):94-98.
- Webby, R. 2004. Floral origin and season alvariation of bee-collected pollens from individual colonies in New Zealand. Journal of Apicultural Research, 43(3):83-92.
- Zevallos, P. y R. Higaona. Valor pecuario y apícola de 10 especies forestales de las zonas secas y semisecas de Lambayeque. Zonas Aridas, 5:31-43.

## NORMAS DE PUBLICACIÓN (Instrucción a los Autores)

Zootecnia Tropical publica cuatro categorías de trabajos: Artículos Científicos, Notas Técnicas, Trabajos Especiales y Revisiones Bibliográficas.

- a) **Artículo Científico:** es un texto de carácter académico-científico que muestra el cumplimiento de normas específicas tanto en su estructura general como en su contenido. Cubre una extensa variedad de temas relacionados con la investigación e innovación tecnológica en las diversas disciplinas del conocimiento agrícola, bajo los paradigmas de investigación cuantitativo y cualitativo. Se redactan en vocabulario especializado y formal. Estos deberán ser de carácter innovadores y constituir un aporte al conocimiento científico, tecnológico o metodológico en el área de la producción agropecuaria sustentable y temas afines. La extensión del trabajo no debe exceder de 25 páginas a doble espacio, incluyendo cuadros, figuras y literatura citada. El trabajo debe incluir las siguientes secciones:

<b>Estudios con enfoque cuantitativo:</b>	<b>Estudios con enfoque cualitativo:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introducción: Problema, justificación y objetivos.</li> <li>- Materiales y Métodos</li> <li>- Resultados y Discusión</li> <li>- Conclusiones</li> <li>- Agradecimientos (opcional)</li> <li>- Literatura citada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introducción: Objeto de estudio, justificación y propósitos.</li> <li>- Metodología</li> <li>- Resultados y Hallazgos</li> <li>- Conclusiones y/o aproximaciones</li> <li>- Agradecimientos (opcional)</li> <li>- Literatura citada.</li> </ul>

- b) **Nota Técnica:** Son textos cortos que describen técnicas experimentales, equipos, fenómenos naturales, especies nuevas, resultados parciales o detalle de un trabajo que pueden tener algún interés en sí, aún desligados del conjunto de trabajo que se está realizando. Se usa también para adelantar información sobre resultados obtenidos u observaciones efectuadas, acerca de las cuales se informara después detalladamente en artículos, boletines o

informes técnicos; también se aceptan reseñas de libros recientemente publicados. El mismo no deberá exceder de 12 páginas.

- c) **Revisiones Bibliográficas:** son artículos acerca de temas que por los avances científicos, tecnológicos o metodológicos logrados en los mismos, requieren de una visión más completa, con el fin de facilitar la comprensión de los alcances de dichos adelantos. La información debe ser tratada en forma de disertación, análisis analítico o descriptivo, confrontación o comparación. Estos serán solicitados a especialistas de reconocida trayectoria profesional que hayan realizado aportes en los temas requeridos. El texto se presentará de forma libre y no deberá exceder de 8 páginas.
- d) **Trabajos Especiales:** son trabajos de un área temática actualizada, de orden científico o técnico, así como de eventos científicos de relevancia nacional e internacional, donde entra a discusión temas de aspecto social, académico, científico, de interés de la sociedad. Los temas serán solicitados a especialistas de reconocida trayectoria profesional y que hayan realizado aportes importantes en los temas sugeridos. El texto se presentará de forma libre y no deberá exceder de 8 páginas.

Para publicar trabajos en las revistas científicas del INIA, los usuarios deben cumplir con los siguientes aspectos:

- a) **Idioma:** Los trabajos pueden escribirse en español, inglés o portugués.
- b) **Formato:** Deben ser escritos utilizando preferiblemente los procesadores de palabras *Open Office Writer*® o en su defecto *Microsoft Office Word*® en cualquiera de sus versiones recientes, fuente Arial tamaño 12 a doble espacio para el texto; para las tablas y referencias Arial tamaño 11.
- c) **Título:** El título será en el idioma correspondiente, con su respectiva traducción en el resumen. Se escribe en letras mayúsculas y minúsculas, debe ser claro y conciso. No debe exceder de

20 palabras. Debe identificar y describir concretamente el contenido del trabajo, sin abreviaturas. Sólo deben incluirse los nombres comunes de plantas, insectos u otras especies cuando se requiere, dejando como palabra clave el nombre científico de los mismos. No debe exceder de dos líneas sin puntos, exceptuando cuando exista alguna subdivisión del mismo.

- d) **Autor (es) y Afiliación:** Primer nombre completo, inicial del segundo y apellidos completos. Después de los nombres se usarán números en subíndices para identificar la información del autor o autores tal como: cargo, institución, correo electrónico, dirección postal donde trabajan. Debe usar el nombre completo de la institución con la abreviatura o siglas entre paréntesis. Igualmente, identificar con un asterisco al autor (es) que fungirá como autor de correspondencia. De manera opcional podrá indicarse alguna aclaratoria sobre la fuente de financiamiento de la investigación y proyecto al cual pertenece.
- e) **Resumen, Abstract o Resumem:** Cada trabajo debe tener un resumen de un párrafo no mayor de 250 palabras, que sea claro y comprensible, en los idiomas correspondientes. Para el caso de estudios con enfoque cuantitativo, se debe indicar de manera sucinta: objetivo (s), el problema, los métodos experimentales, resultados y conclusiones, sin sobrecargarlos con valores numéricos; para estudios con enfoque cualitativo se deben indicar: el propósito, objeto de estudio, la metodología, resultados y aproximaciones. Las referencias a cuadros, figuras y las abreviaturas no definidas, no son aceptables. Los entes biológicos y los suelos deben ser identificados por sus nombres científicos cuando son mencionados por primera vez en el resumen y la primera vez que aparezcan en el cuerpo del trabajo, sin repetirse en el cuerpo del artículo. El idioma del resumen será como se indica a continuación:  
 -Trabajo en español: resumen en español e inglés (*Abstract*).  
 -Trabajo en inglés: resumen en inglés (*Abstract*) y español (Resumen).
- Trabajo en portugués: resumen en portugués (Resumem) y español (Resumen).
- f) **Palabras clave:** Son aquellas que permiten identificar el tópico que se discute en el texto, tratando de no repetir las que se usen en el título. Debe incluir los nombres científicos de los entes biológicos. Las palabras clave deben permitir localizar el trabajo en los índices y bases de datos agrícolas como el Sistema Agris de la FAO. Máximo seis (6) palabras.
- g) **Introducción:** Su contenido debe expresar además de la importancia del tema a tratar, una breve referencia de los antecedentes que motivaron a la realización del trabajo; puede incluirse la revisión de literatura con las investigaciones más recientes que aporten ideas fundamentales para la realización del trabajo. Para estudios de tipo cuantitativo debe presentar claramente el problema, justificación y los objetivos, un objetivo general y máximo tres objetivos específicos. En el enfoque cualitativo, debe presentar el objeto de estudio, justificación y propósitos. Las referencias en la introducción deben ser limitadas.
- h) **Materiales y Métodos** (Enfoque cuantitativo) **o Metodología** (Enfoque cualitativo): Deben ser lo suficientemente claros y precisos para que otra persona especialista en la materia pueda repetir el experimento o metodología. Para estudios con enfoque cuantitativo, debe ser clara y concreta, siguiendo un ordenamiento lógico de las técnicas empleadas en la investigación y los materiales utilizados. Los procedimientos analíticos y estadísticos usados deberán ser descritos claramente o citados como referencias bibliográficas. En investigaciones de campo deberán incluir además una breve descripción agroclimática de la localidad donde se efectuó el trabajo. Cuando las investigaciones se realicen bajo el paradigma cualitativo, se indica el marco o contexto teórico que describe brevemente conceptos, modelos o enfoques que orientan la investigación y los referentes teóricos relacionados con los discursos de los actores sociales y se indica la naturaleza y tipo de la investigación, los informantes

clave, métodos, técnicas y procedimientos de acopio de la información y las técnicas de interpretación de la información y categorización.

- i) **Resultados y Discusión** (Enfoque cuantitativo) o **Resultados y Hallazgos** (Enfoque cualitativo): Esta sección debe satisfacer los objetivos que señalaron en la introducción, manejando la información cuantitativa a través de cuadros y figuras a fin de transmitir en forma clara la interpretación de los resultados obtenidos. La discusión de los datos deberá hacerse basada en los soportes disponibles en la literatura citada del trabajo. En el enfoque cuantitativo, es necesario el uso de la estadística para verificar la validez de los resultados, cuando así se requiera. En el enfoque cualitativo, se presentan de modo organizado y coherente los resultados de la investigación a partir del procedimiento de triangulación.
- j) **Cuadros:** Cada cuadro se presentará en archivo separado del texto, haciendo alusión a él por primera vez y seguirán la paginación del texto. El contenido de los cuadros no debe ser duplicado en las figuras. En general, las variables están en filas y los tratamientos en columnas. Sólo la primera letra de la primera palabra en mayúsculas. Todos los cuadros deben ser citados consecutivamente en el texto. El encabezado de columnas debe ser conciso e indicar claramente las unidades que utilizan abreviaturas estándar. Los asteriscos se usarán para mostrar el nivel de significancia estadística de 0,05 (\*), 0,01 (\*\*) y 0,001 (\*\*\*) y deben ir acompañados del nombre de la prueba estadística realizada. Para otras llamadas deberán utilizarse otros símbolos. El título del cuadro debe ser concreto y expresar el contenido del mismo. Notas al pie deben utilizarse con moderación y ser concretas. Los cuadros deben ser elaborados utilizando la tabla del programa *Microsoft Office Word®* o *Microsoft Office Excel®* y no deben ser escaneados.
- k) **Figuras:** Se entiende por figura cualquier ilustración que se incluya en el trabajo como: gráficos, dibujos, fotografías, esquemas, dibujos o mapas u otra representación. Estas no deben ser una duplicación de la información de los cuadros. Todas las figuras deben ser citadas consecutivamente en el texto. El título debe colocarse en la parte inferior de la figura. Para las fotografías y otros dibujos digitalizados, los mismos deberán procesarse en formato JPG o TIFF. En cuanto a los gráficos (líneas, barras, circular, entre otros) se recomienda que sean modificables, adjuntando la información con la cual se elabora la figura, de tal manera que cuando se requiere pueda ser mejorada en la diagramación de la revista.
- l) **Conclusiones** (Estudios cuantitativos) **y/o Aproximaciones** (Estudios cualitativos). Deben ser concisas y concretas, basadas en los objetivos del trabajo. En el enfoque cualitativo, las aproximaciones no se limitan a exponer resultados aislados de la investigación como tal, sino que también ilustra el proceso por medio del cual se llegó a las estructuras particulares de los objetos de estudios y a la estructura general o estructuras generales, que los integran
- m) **Agradecimientos** (opcional): Se utilizarán para reconocer a aquellas personas que han hecho contribuciones sustanciales al trabajo o han prestado asistencia técnica. Igualmente para reconocer a las instituciones que han brindado apoyo financiero a la investigación. El párrafo de esta sección debe ser breve, máximo 10 líneas.
- n) **Literatura citada:** Es responsabilidad del autor asegurarse de que todas las referencias sean correctas. Estas deben ser relevantes para el contenido y todos deben estar citados en el texto. Los elementos que componen la cita bibliográfica son básicamente los siguientes: Autor(es)/Año de publicación/Título:/subtítulo/(Tipo de medio)/Edición/Ciudad y país de publicación/Casa editora / Fecha en que se consultó el material para los documentos en línea/ Descripción física/ Disponibilidad y acceso para los documentos en línea/(Nota de serie).
- o) Se debe presentar en orden alfabético. En caso de un mismo autor en años diferentes, se ordenará de acuerdo al año y en caso de ser igual, según la primera letra del título del trabajo. Se deberá colocar todos los autores integrantes del trabajo citado. Los trabajos

que no han sido publicados no deben referirse en la bibliografía, sino en el texto, colocando inmediatamente después del apellido y entre paréntesis el tipo de fuente donde provino la información (comunicación personal, datos inéditos) y el año en el cual se efectuó la consulta, separado por una coma. Si en el texto, dado el ordenamiento de la frase, se cita el apellido del autor, inmediatamente deberá ser colocado el año correspondiente entre paréntesis. En caso de dos autores se deberán colocar los dos apellidos, separados por una y para el caso de tres o más autores, bastará citar el apellido del primero, seguido de la abreviatura latina *et al.* y el año correspondiente entre paréntesis.

- p) Las referencias deberán contener todos los elementos que permitan su fácil localización, cuya variación está regulada por el tipo de publicación citada. Se seguirán las Normas Técnicas del IICA y CATIE y los ejemplos que se dan a continuación:

- *Revista (ya publicada)*

Sanabria D., J. G. Fariñas, U. Manrique, Z. Flores e Y. Reina. 1995. Adaptabilidad de gramíneas y leguminosas forrajeras en un paisaje de Mesa del estado Bolívar. *Zootecnia Trop.*, 13(1):63-76.

- *Revista (aceptado, pero no publicado)*

Carrillo, V., M. Rodríguez, U. Manrique, D. Vásquez, E. Rivas y J. Fariñas. 2000. Efecto de la fertilización nitrogenada, edad y época de corte sobre el valor nutritivo del pasto *Andropogon gayanus*. *Zootecnia Trop.* (En prensa).

- *Suplemento de revista*

Leng R. A. 1993. Overcoming low productivity of ruminants in tropical developing countries. *J. Anim. Sci.*, 71(Suppl. 1):284. (Abstracts).

- *Libros*

Maynard L. A., J. K. Loosli, H. F. Hintz y R. G. Warner. 1989. *Nutrición animal*. Ed. McGraw-Hill, S. A., México. 7ma Ed.

- *Capítulos de libros*

Toledo J.M. y R. Schultze-Kraft. 1985. Metodología para la Evaluación Agronómica

de Pastos Tropicales. *En: Toledo J.M. (Ed.). Manual para la Evaluación Agronómica*. R.I.E.P.T. CIAT, Cali, Colombia, pp. 91-110.

- *Congresos, Simposia, Reuniones y/o Memorias*

Bracho M., O. Abreu F. y A. Del Villar. 1992. Influencia del peso al parto sobre la producción de leche en vacas doble propósito. I Jornadas Técnicas FONAIAP, Maracaibo, Venezuela. 612 p. (Resúmenes).

Espinoza F., Y. Díaz, P. Argenti, E. Perdomo y L. León. 1998. Estudios preliminares del género *Pachyrhizus* DC. En Venezuela. *En: Sørensen M., J. Estrella, O. Hamann y S. A. Ríos (Eds.). Proceedings of 2nd International Symposium on Tuberous Legumes*. Celaya, Guanajuato, México, pp. 139-154.

- *Tesis y Trabajos de Ascenso*

Noguera E. 1985. Evaluación del comportamiento productivo y reproductivo mediante análisis de registros del rebaño de una estación experimental dedicada a la producción de leche. Tesis de M.Sc. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias, Maracay, Venezuela. 93 p.

García A. 1991. Evaluación del comportamiento productivo y reproductivo del rebaño de vacas inscritas en el ROPL en el período 1986 1990. Trabajo de Ascenso. Universidad del Zulia, Facultad de Ciencias Veterinarias, Maracaibo, Venezuela. 33 p.

- *Revistas y otras fuentes electrónicas:*

Los documentos electrónicos se tratan como una variante de la publicación impresa tradicional. En forma electrónica se encuentran actualmente monografías, publicaciones periódicas, mensajes, conferencias, reuniones, bases de datos, programas de computadora u otros. Por tanto se seguirán las normas establecidas para cada uno de ellos y además se incluirán otros elementos que permitan identificar el medio en que están disponibles: en línea, disco compacto, disquetes, mensajes electrónicos, cintas magnéticas. La fuente de información para el documento electrónico es el documento mismo. Si éste

carece de información, puede ser tomada del recipiente (caja, sobre, otro), sitio web, o material impreso complementario.

Venezian, E. y E. Muchnik. 1994. Structural adjustments and agricultural research in Chile. ISNAR Briefing paper N° 9. Disponible en línea: <http://www.cgiar.org/isnar> [Fecha de consulta].

- *Publicaciones Misceláneas*

Argenti P. y F. Espinoza. 1993. *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*). Pub. FONAIAP (Serie B), Maracay, Venezuela. 20 p.

Para publicar los artículos en las revistas científicas se debe cumplir con las siguientes convenciones tipográficas y estilo:

- a) Título del trabajo en negrilla con la primera letra en mayúscula. Nombres de los autores en minúsculas con mayúsculas las iniciales y sus procedencia en cursiva.
  - b) Los títulos principales de sección (Resumen, Introducción, Materiales y Métodos o Metodología, Resultados, Discusión, Agradecimientos y Literatura Citada se indican en negrita y colocado en el margen izquierdo. Interlineado en 1.5 y primera letra en mayúscula.
  - c) Los subtítulos en cursiva y sólo la letra inicial en mayúscula. Las dos clases son: (i) cursiva secundarios un puntuado, partidas hombro; (ii) cursiva, texto y puntuado run-on (títulos secundarios).
  - d) La secuencia es siempre (i) a (ii).
  - e) Los Cuadros y Figuras se escriben con las letras C y F en mayúscula.
- f) Abreviaturas: cuando las abreviaturas se definen en el texto, deben ser escritas en mayúscula y negrilla en la primera aparición.
  - g) Los entes biológicos deben ser identificados por sus nombres científicos completos (binomial) en el título así como en el resumen, abstract o resumem y la primera vez que se mencionan en el cuerpo de trabajo.
  - h) Los nombres de productos comerciales deben evitarse, prefiriéndose el nombre genérico. Cuando ello sea posible utilice seguido del símbolo®.
  - i) Los nombres de las variedades, cultivares e híbridos deberán acompañarse de virgulillas o comillas simples sólo cuando se mencionen por primera vez en el resumen, en el abstract o resumem y en el cuerpo del artículo.
  - j) Los suelos deben ser identificados taxonómicamente; si el nombre de la serie no es muy conocido deberá señalarse la familia.
  - k) Los símbolos no tienen plural ni llevan punto (.) después de ellos, y sólo se escriben en mayúsculas aquellos derivados de nombre propios Celsius, Kelvin, Joule.
  - l) Los decimales deben separarse con coma (,) y no con punto (.). Las unidades de mil o millón se indicarán con un espacio en blanco.
  - m) La abreviatura correspondiente a Agronomía Tropical es Agronomía Trop. y de Zootecnia Tropical es Zootecnia Trop.
  - n) Los símbolos a usar son:

## LISTA DE ABREVIATURAS Y SIMBOLOS

Ácido Graso Volátil	AGV	Índice de Conversión	IC
<i>Ad libitum</i>	Ad lib.	Kilocalorías	Kcal
Aminoácido	aa	Kilogramo	Kg
Bar	bar	Kilogramo/Hectárea	Kg ha <sup>-1</sup>
Bloques Multinutricionales	BM	Kilometro	Km
Centímetro	cm	Litro	l
Consumo de Materia Seca	CMS	Materia Orgánica	MO
Coeficientes de Variación	CV	Materia Seca	MS
Coeficiente de Correlación	r	Metro	m
Coeficiente de Determinación	R <sup>2</sup>	Metro Cuadrado	m <sup>2</sup>
Decímetro	dm	Metro Cúbico	m <sup>3</sup>
Desviación Estándar	DE	Metros Sobre el Nivel del Mar	m.s.n.m.
Diferencia Predicha	DP	Micra	μ
Digestibilidad <i>in vivo</i>	DIV	Micromilímetro	microm
Digestibilidad <i>in vitro</i>	Dlv	Miliequivalentes	Meq por 100g
Energía Digestible	ED	Miligramo	mg
Energía Metabolizable	EM	Mililitros	ml
Error Estándar	EE	Mililitros por Litros	ml/l
Extracto Libre de Nitrógeno	ELN	Milímetro	mm
Fibra Ácido Detergente	FAD	Minuto	min
Fibra de Detergente Neutra	FDN	Número de la Población	N
Ganancia Diaria de Peso	GDP	Nitrógeno No Proteico	NNO
Grado Absoluto	°abs	Partes por Millón	ppm
Grados Centígrados	°C	Peso al Nacer	PN
Grados Fahrenheit	°F	Peso al Destete	PD
Grados de Libertad	gl	Porcentaje	%
Grado Kelvin	°K	Por Mil	‰
Gramo	g	Probabilidad	P
Gramo por Kilogramo	g kg <sup>-1</sup>	Proteína Cruda	PC
Gramos por Litros	g/l - g.l	Segundo	s
Gramo Joule	J	Tonelada	t
Hectárea (s)	ha	Tonelada/Hectárea	t ha <sup>-1</sup>
Heredabilidad	h <sup>2</sup>	Tonelada Métrica	Tm

Zoo|ecnia  
ropical

ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical