

# REVISTA SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICOS

GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE AGROFORESTERIA UNILLANOS



VOLUMEN 4 NÚMERO 1 AÑO 2013

## EDITORIAL

La lapa (*Agouti paca*) es un roedor de 20 cm de altura y 32 cm de largo en posición normal, de colores rojizo o marrón, que vive de manera silvestre principalmente en las zonas de la Orinoquia y Amazonía Colombiana. En los últimos años ha cobrado importancia por parte de algunas instituciones gubernamentales y no gubernamentales dedicadas a proteger y preservar nuestra biodiversidad, con el fin de multiplicar su material genético, no solo para promocionarla en zocriaderos sino que también sea utilizado como fuente de proteína en explotaciones agropecuarias familiares.

La carne de lapa es apreciada por su exquisitez para el consumo humano, entre otras especies silvestres, puede llegar a ser un recurso que contribuya a la seguridad alimentaria de pequeños productores y adicionalmente ser una fuente de ingresos en beneficio de la economía doméstica. Los estudios sobre esta especie, ya son suficientes para iniciar la cría productiva de lapa, aunque faltan investigaciones para alcanzar el nivel de domesticación y mejorar su hábitat biológico y factores zootécnicos, siendo un propósito fundamental optimizar su crianza intensiva y al mismo tiempo ir mejorando la calidad de vida de nuestra población.

Algunos campesinos de las zonas donde habita este roedor, tienen experiencia tradicional en el manejo en cautiverio, la cual debe ser rescatada y valorada, porque favorece la crianza tecnificada de la especie, de esta manera su uso ha sido como mascota o para reproducción, donde el animal está suelto y se desplaza indistintamente durante el día y la noche. Para alimentarse recoge frutos o tubérculos que son llevados a su nidada, que generalmente se encuentra debajo de la casa y frecuentemente son los niños y las madres los encargados de alimentarlos.

De acuerdo a lo anterior es de resaltar que ésta forma de crianza ha demostrado que es una especie dócil y fácil de manejar. Sin embargo, se sabe que bajo esta forma de crianza no se logra reproducirlos debido a la pérdida de los animales (huyen, mueren por enfermedades o maltratos de otros animales), por lo que generalmente el criador, cuando la lapa llega a los dos meses de edad, los vende, sin ningún control legal. Por lo tanto es mejor promover la producción de este roedor de manera tecnificada para un mejor aprovechamiento de la calidad de su carne y el bienestar de las familias que tienen conocimiento sobre su crianza.

**MSc MARÍA LIGIA ROA VEGA**

UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE AGROFORESTERIA

## **Calidad nutricional y degradabilidad de tres especies de árboles forrajeros utilizando vacas fistuladas**

### **Determination of the nutritional quality and degradability of fodder trees species using fistulated cows**

Fino Jaime Alfonso<sup>1</sup>, Muñoz Fredy<sup>1</sup> y Roa Vega María Ligia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Médico Veterinario Zootecnista. Universidad de los Llanos

<sup>2</sup>Zootecnista, Esp. MSc. Docente Ciencias Animales. Universidad de los Llanos

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

Recibido 11 de Febrero 2013, Aceptado 15 de Abril 2013

### **RESUMEN**

Esta investigación se realizó en la granja de la Universidad de los Llanos, Villavicencio Meta, con el objeto de determinar la calidad nutritiva y el potencial de uso en la alimentación animal del Sauce (*Salix humboldtiana willd*), el chocho (*Erythrina rubrinervia*) y el canelo (*Maytenus laxiflorus*), se utilizaron tres novillas cruzadas con Pardo Suizo ruminofistuladas. Estos animales fueron aleatorizados en un diseño de cuadrado latino de sobrecambio simple 3 x 3. Los tratamientos consistían en suplementar diariamente con tres kilogramos de materia seca de hojas de estas tres especies adicionando melaza. La dieta basal consistió en suministrar henolaje de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) a voluntad. En la prueba de degradación se utilizaron bolsas de nylon de 20 x 10 cm, con un poro promedio de 40 micras aproximadamente. Se colocaron 5 gramos de hojas secas molidas de cada especie de árbol y del henolaje de *P. clandestinum*. Se valoró la degradabilidad ruminal *in situ* en rumen: de la materia seca (DMS), de la fibra detergente neutro (DFDN) y del nitrógeno total (DNT) a las 6, 12, 24, 48 y 72 horas. En el líquido ruminal se hicieron mediciones de pH y concentración de nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) (mg/100 ml) a las 0, 4, 8 y 12 horas. El follaje *M. laxiflorus* presentó una DMS y DFDN más elevadas (P<0.05), seguido de *S. humboldtiana*, siendo las más bajas las de *E. rubrinervia* (P<0.05). Las tres especies arbóreas presentaron DMS, DFDN y DNT superiores a los encontrados

en el henolaje de *P. clandestinum.*, *S. humboldtiana* presentó numéricamente una DNT más alta (84.38%) a las 72 horas de incubación con relación a los otros dos tratamientos. El pH ruminal a diferentes horas siempre se mostró ligeramente básico siendo a las 0 horas, cuando se acercó más a la neutralidad. La concentración de N-NH<sub>3</sub> (mg/100 ml) presentó niveles que garantizan un ambiente favorable para la microflora ruminal, y éstos aumentaron después de la ingestión de alimento a las 4 horas observándose una mayor concentración (P<0.05), en el tratamiento con *E. rubrinervia* (18.67 ml/100 ml de líquido ruminal), mientras que sus tasas de degradación (% de material/hora) de la MS y FDN fueron las más bajas (P<0.05). La tasa de NT fue inferior para *M. laxiflorus* (P<0.05). Se concluye que los tres árboles del estudio presentaron buenas respuestas en la mayoría de las variables estudiadas, siendo mejor el comportamiento del *M. laxiflorus* en lo referente a la DMS y DFDN, por lo tanto, estas tres especies, tienen un gran potencial forrajero, para ser utilizados en la alimentación de rumiantes.

**Palabras clave:** Nutrición de rumiantes, árboles forrajeros.

### ABSTRACT

This research was conducted at the farm of the Universidad de los Llanos, Villavicencio Meta, in order to determine the nutritional quality and potential use in animal feeding: *Salix humboldtiana willd*, *Erythrina rubrinervia* and *Maytenus laxiflorus*) used three crossed with Brown Swiss cows rumen fistulated. These animals were randomized Latin square design single overshift 3 x 3. The treatments consisted of providing daily as food suplemento three kilograms of dry matter of crushed leaves of three species adding molasses. The basal diet consisted of grass *Pennisetum clandestinum* haylage. In degradation test was used nylon bags of 20 x 10 cm with an average pore 40 microns. The bags were filled with 5 grams of ground dried leaves of each tree species and *P. clandestinum* haylage. Ruminal degradability was measured *in situ* on rumen dry matter (DMD) of neutral detergent fiber (NDFD) and total nitrogen (DNT) at 6, 12, 24, 48 and 72 hours. In rumen fluid pH measurements were made and the concentration of ammonia nitrogen (N- NH<sub>3</sub>) (mg/100 ml) at 0, 4, 8 and 12 hours. The foliage *M.*

*laxiflorus* presented a higher DMD and NDFD ( $P<0.05$ ), followed by *S. Humboldt*, the lowest being those of *E. rubrinervia* ( $P<0.05$ ). The three tree species had DMD, NDFD and DNT higher than those found in *P. clandestinum* haylage. *S. humboldtiana* DNT presented numerically one higher (84.38%) after 72 hours of incubation in relation to the other two treatments. The ruminal pH at different times was always slightly basic being at 0 hours, when moved closer to neutrality. The N-NH<sub>3</sub> concentration (mg/100 ml) ensure a favorable environment bacterial flora in rumen, and The N-NH<sub>3</sub> concentration increased after food intake at 4 h with a greater concentration ( $P<0.05$ ), in the treatment *E. rubrinervia* (18.67 ml/100 ml rumen fluid), while their degradation rates (% material/hour) of DM and NDF were lower ( $P<0.05$ ). NT degradation rate was lower for *M. laxiflorus* ( $P<0.05$ ). That the three trees in the study had good responses in most of the variables studied, being better the behavior of *M. laxiflorus* regarding NDFD the DMS and, therefore, these three species have great potential fodder for use in ruminant feed.

**Keywords:** Ruminant nutrition, fodder trees.

## INTRODUCCIÓN

Los árboles forrajeros son un recurso natural importante que en varias regiones del mundo se vienen utilizando para la alimentación de los animales en sistemas silvopastoriles, sin embargo no se ha investigado lo suficiente, puesto que todavía no están terminados los inventarios de las especies que existen en los bosques y selvas tropicales, donde se encuentra gran variedad de árboles con buen contenido de proteína y con potencial forrajero para la alimentación bovina en diferentes zonas de Colombia. Esto ha despertado en el ganadero gran expectativa por conocerlos y así aumentar la capacidad de carga (Roa, 2004).

Esta investigación estuvo encaminada a caracterizar nutricionalmente el sauce (*Salix humboldtiana willd*) (Figura 1), el chocho (*Erythrina rubrinervia*) (Figura 2) y el canelo (*Maytenus laxiflorus*), que por observaciones de campo, el ganado lo come con avidez, por lo tanto se pueden utilizar como forraje para la alimentación de bovinos, puesto que su digestión en el rumen se caracteriza por procesos

físicos, bioquímicos y microbiológicos que tienen la capacidad para degradar nutrientes que se encuentran en estos árboles. También se ha demostrado que el tipo de dieta afecta el ambiente del rumen alterando algunos parámetros como es el pH el cual influye en la degradabilidad del contenido y de la pared celular de los forrajes, (Rosales, 1999; Cordero y Boshier, 2003).



**Figura 1.** Forraje de chocho

En nueve especies de sauce el contenido de proteína cruda varió apreciablemente desde 15.5% a 23.7%, los resultados sobre la digestión de proteína cruda *in-situ* se encuentran enmarcados entre el 57% y 65.1%. La degradación de la proteína cruda de varias especies de sauce por microorganismos ruminales es más baja que la degradación del heno de gramíneas (70%), seguramente varias especies de sauce contienen cantidades considerables de proteína cruda resistentes a la degradación en el rumen, (Ciszuk y Murphy, 1982; Rossi *et al.*, 2005).



**Figura 2. Árboles de Sauce**

Respecto a los árboles forrajeros que se investigaron en este trabajo se reporta que el sauce (*Salix humboldtiana willd*) ha sido utilizado como alternativa de alimentación para ovinos y bovinos durante periodos de sequía, a los que se les suministra las ramas grandes de los árboles, y son los mismos animales que la deshojan en pequeñas ramas para facilitar su consumo. Cuando se suministran varias especies de sauce en trozos pequeños de diámetro, se ha observado que se puede mejorar su aprovechamiento, lo cual puede proveer considerablemente los requerimientos de mantenimiento para ovinos y caprinos (Murgueitio e Ibrahim, 2008).

En Nueva Zelanda, concluyeron que algunas especies de Sauces crecidos durante la primavera y el verano podrían ser usados en la alimentación suplementaria durante sequías estivales en alimentación de cabras, seguido por ciervos y por último ovejas que son las menos eficientes. También concluyeron que las concentraciones altas de lignina y taninos condensados limitan el valor nutritivo del sauce (Mc Cabe *et al.*, 1988).

En otro estudio Negi *et al.*, (1990) con terneros ruminofistulados, alimentados con una mezcla de concentrado, más salvado de cereal y sauce a voluntad,

determinaron que la degradabilidad ruminal de la materia seca y nitrógeno del sauce realizada por la técnica *in situ* a las 72 horas de degradación fue de 63.2% y 40.8%, respectivamente. También se analizaron algunos componentes del sauce proteína 12.3%, FDA 35.6%, celulosa 13.3%, lignina 19.1% y taninos totales 64.4 g/kg de materia seca.

El chocho (*Erythrina rubrinervia*) de la familia de las leguminosas tiene más de 100 especies distribuidas en todo el mundo tropical y subtropical, desde hace muchos años, especies de éste género han participado en subsistemas agrícolas tradicionales como sombrío de café y cacao, cercas vivas, áreas de rotación de cultivos en las selvas húmedas, también se han utilizado sus frutos en la alimentación humana. Flores *et al.*, (1998) y Rossi *et al.*, (2005); reportaron que el género *Erythrina* presenta hasta un 29.2% de proteína cruda, 58.5% de FDN, 38.8% de FDA y un 54.3% de digestibilidad *in vitro* de la materia seca. Benavides, (1986) encontró que a nivel de laboratorio el follaje de especies del género *Erythrina* se caracterizan por su elevado contenido de proteína cruda (22.7 a 25.4%) y mediano de energía digestible (2.16 a 2.42 Mcal/kg. MS) duplicando y triplicando los valores comúnmente reportados para los pastos; sin embargo su nivel de digestibilidad *in vitro* de la materia seca es medio y similar al de los pastos tropicales (49.0 a 55.4%).

Roa *et al.*, (1999) evaluaron el potencial nutricional de algunas especies de *Erythrina*, utilizando tres vacas cebú por criollo rumino-fistuladas, suplementadas diariamente con un kg de materia seca de estas especies y encontraron que la degradabilidad ruminal de la materia seca fue de 30.9% a las 6 horas, 39.4% a las 24 horas y 44.2% a las 72 horas, la degradabilidad ruminal de la fibra detergente neutro fue de 4.6%, 19.1% y 26.6% y de la degradabilidad ruminal del nitrógeno total fue de 33.5%, 49.6% y 58.9%, respectivamente a las mismas horas de incubación. En el canelo (*Maytenus laxiflorus*) no se encuentran publicaciones de experimentos hechos con este género para la alimentación de rumiantes.

## METODOLOGÍA

La investigación se realizó en la granja y en el Laboratorio de Nutrición y Alimentación animal de la Universidad de los Llanos, localizada en la ciudad de Villavicencio (Meta), altitud de 465 m.s.n.m, temperatura promedio de 27°C, rango promedio de precipitación anual entre 1.900 y 2.300 mm y humedad relativa del 80%. Se utilizaron tres (3) vacas cruzadas con Pardo Suizo, fistuladas a nivel del rumen con peso promedio de 350 kg, manejadas en establo, que fueron alimentadas con henolaje de kikuyo (*Penisetum clandestinum*), sal y agua a voluntad y forraje de árbol. Se hizo un periodo pre-experimental de 10 días, para adaptar a los animales del experimento al manejo rutinario del establo, al consumo del henolaje de kikuyo y a las tres especies de árboles a estudiar.

Previamente al experimento se cortaron ramas con hojas, peciolos y tallos tiernos de árboles adultos de sauce (*Salix humboldtiana willd*), chocho (*Erythrina rubrinervia*) y canelo (*Maytenus laxiflorus*), que se pusieron a secar en latas de zinc al aire libre. Después de seco el forraje, se mezclaron las ramas de cada árbol y fueron molidas homogenizadas para luego ser suministradas a los animales. El diseño del experimento se realizó mediante un cuadrado latino 3 x 3 con tres tratamientos, tres periodos y tres animales fistulados en el rumen. Las vacas se rotaron para cada periodo pasando por los tres tratamientos. La duración de cada periodo experimental fue de 14 días, en el cual los primeros 10 días fueron de adaptación a la dieta y los otros 4 días fueron de toma de muestras, los tratamientos fueron: Tratamiento 1: henolaje de kikuyo a voluntad y tres kilogramos de forraje seco de sauce, Tratamiento 2: henolaje de kikuyo a voluntad y tres kilogramos de forraje seco de chocho y Tratamiento 3: henolaje de kikuyo a voluntad y tres kilogramos de forraje seco de canelo. En cada tratamiento a los animales se les ofreció agua y sal mineralizada a voluntad, además a todos los tratamientos se les agregó 300 gramos de melaza para garantizar el consumo.

Las pruebas de degradación *in-situ* se llevaron a cabo siguiendo la metodología propuesta por Mehrez y Orskov, (1977), se utilizaron bolsas de dacrón de 20 x 10 cm con un poro promedio de 40 micras aproximadamente. Las bolsas se secaron

previamente a 60°C por 24 horas con el fin de colocarlas a peso constante. En cada bolsa se colocaron 5 gramos de muestra seca de tratamiento por duplicado para cada tiempo. Las incubaciones en el rumen se realizaron a las 6, 12, 24, 48 y 72 horas, se midió degradabilidad ruminal de la materia seca (DMS), degradabilidad ruminal de fibra detergente neutro (DFDN) y degradabilidad ruminal de nitrógeno total (DNT). En el líquido ruminal se realizaron mediciones de pH y nitrógeno amoniacal a las 0, 4, 8 y 12 horas. El henolaje de kikuyo y los forrajes secos de sauce, chocho y canelo, fueron sometidos a un análisis preliminar en el cual se determinó a cada uno, materia seca (MS), extracto etéreo (EE), nitrógeno total (NT), cenizas, fibra detergente neutro (FDN), con cuatro repeticiones por muestra con el fin de conocer parcialmente la caracterización bromatológica que posee cada tratamiento antes de medir su degradabilidad en el rumen, siguiendo la metodología de la organización americana de química analítica (AOAC, 2005) y Van Soest *et al.*, 1991. El análisis estadístico fue un cuadrado latino 3 x 3. Las variables a analizar fueron las tasas de degradación a diferentes horas de MS, FDN, NT de los tratamientos, y en el líquido ruminal el pH y N-NH<sub>3</sub>. Se utilizó la prueba de Duncan para la comparación de medias. Los valores de degradabilidad fueron ajustados por el modelo de Mehrez y Orskov, (1977) según ecuación:

$$D = a + b (1 - e^{-ct})$$

“D”= Degradación de la fracción soluble en un determinado tiempo (t).

“a”= Intercepto de la curva en el tiempo cero.

“b”= Potencia de degradabilidad cuando el tiempo no es limitado.

“c”= Tasa de degradación constante de la fracción “b” por hora.

“e”= Logaritmo natural.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis proximales (Tabla 1) permitieron observar que el forraje con mayor valor de proteína cruda (PC) es el chocho (*Erythrina rubrinervia*) con un 23.13%, seguido del sauce (*Salix humboldtiana*) con un 19.35% y por último el canelo (*Maytenus laxiflorus*) con un 8.4%; al compararlos con el porcentaje de proteína cruda del henolaje de kikuyo que es 9.37%, se observa que el chocho y el sauce lo superan en más del doble de su valor, y el canelo tiene un porcentaje menor.

**Tabla 1.** Composición (%) nutricional de follajes de sauce, chocho, canelo y henolaje de kikuyo

Nutriente	Sauce	Chocho	Canelo	Henolaje
Materia seca	23	20	28	52
Humedad	77	80	72	48
Proteína cruda	19.35	23.13	8.4	9.37
Fibra cruda	15.13	21.63	15.29	25.43
Fibra detergente Neutro (FDN)	55.47	51.16	64.87	62.45
Extracto etéreo	1.17	2.46	3.69	1.67
Cenizas	5.42	9.8	8.11	5.95
Extracto no nitrogenado	62.24	47.11	64.85	54.58

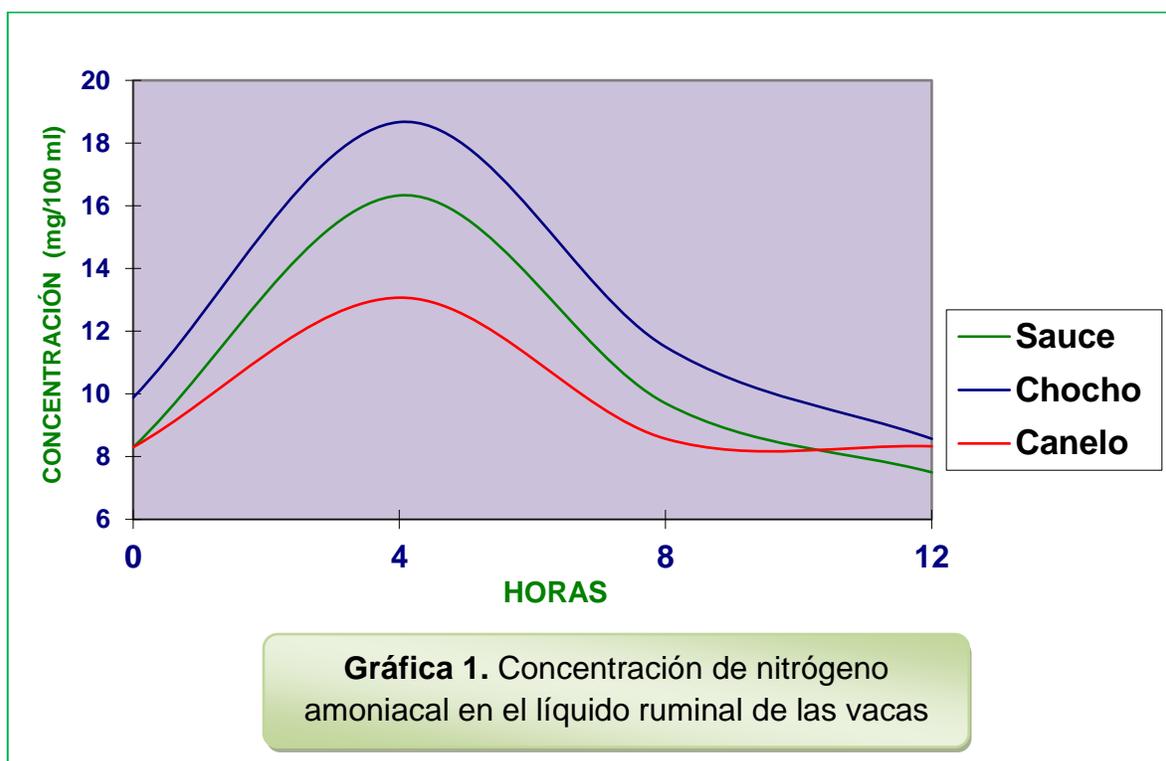
Muestras analizadas en el Laboratorio de Nutrición Animal de UNILLANOS

Comparando con los resultados de Benavides, (1986) quien reportó un valor promedio de proteína cruda de distintas especies de *Eritryna* entre 22.7 a 25.4%, la *Erythrina rubrinervia* presenta valores de PC similares a las otras especies de su género; y su valor supera la PC encontrados por Roa *et al.*, (1999) en *Erythrina glauca* (18.12%) y *Erythrina poeppigiana* (21.25%). Aunque inferiores al valor de PC encontrado por Flores *et al.* (1998) en *Erythrina berteroana* (29.2%).

Los tres forrajes de árboles presentaron altos valores de FDN siendo el más alto el de canelo con 64.87% seguido del sauce con 55.47% y por último el chocho con 51.16%. El valor de FDN del henolaje de kikuyo fue 62.45%. Los altos valores encontrados pueden estar correlacionados con la edad de las plantas muestreadas (madurez avanzada) debido a muy pocas o nada de podas (Tabla 1). La *Erythrina rubrinervia* presentó una FDN ligeramente superior a los valores encontrados por Roa *et al.*, (1999) en *Erythrina glauca* (51.1%) y *Erythrina poeppigiana* (47.5%), y muy inferior al encontrado por Flores *et al.*, (1998) en *Erythrina berteroana* (58.5%).

En la Gráfica 1 se observa que la concentración de N-NH<sub>3</sub> a las 0, 8, y 12 horas fue similar entre tratamientos (P>0.05), Roa *et al.*, (2002) mencionan que la

cantidad de amoniaco que permite una digestión máxima en el rumen y a su vez una población alta de microorganismos varía según la dieta. El nivel crítico se reporta desde 5 a 25 miligramos de nitrógeno amoniacal por 100 mililitros de líquido ruminal; valores que coinciden con los encontrados en este experimento. Sin embargo, Flores *et al.*, (1998) sugieren que concentraciones mínimas de 10-15 miligramos de amonio por 100 mililitros de fluido ruminal pueden garantizar un ambiente favorable en el rumen. Las concentraciones ruminales de amoniaco aumentaron después de la ingestión de alimento a las 4 horas, siendo más elevada ( $P < 0.05$ ) la concentración en el tratamiento con chocho (18.67 miligramos) seguido del sauce (16.33) y la más baja fue la del canelo (13.07).



Estos resultados concuerdan con lo mencionado por Owens y Goetsh, (1988) quienes afirman que las concentraciones ruminales de amoniaco aumentan después de la ingestión de alimento y el tamaño del incremento está determinado por la solubilidad de la proteína. A las 8 horas la concentración de  $N-NH_3$  bajó marcadamente en todos los tratamientos (Gráfica 1).

El pH ruminal a diferentes horas siempre se mostró ligeramente básico, siendo a las 4 horas cuando se acercó más a la neutralidad (Tabla 2). Los datos obtenidos en la medición de pH a las diferentes horas no presentaron diferencia significativa entre tratamientos, excepto en la hora 0 donde el pH del tratamiento con sauce fue más alcalino ( $P<0.05$ ) en comparación con los demás tratamientos (Tabla 2).

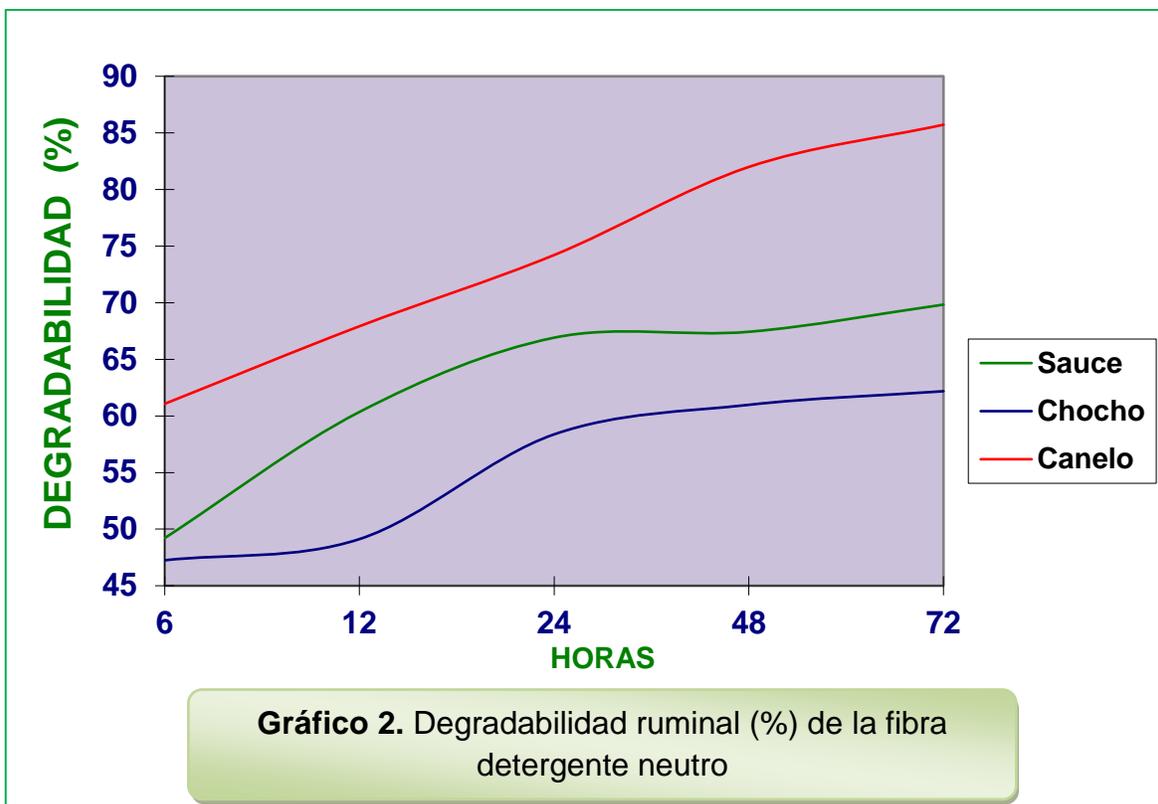
**Tabla 2.** Valores de pH del líquido ruminal en los diferentes tratamientos

Hora	Tratamientos		
	Sauce	Chocho	Canelo
0	7.75 <sup>a</sup>	7.51 <sup>b</sup>	7.52 <sup>b</sup>
4	7.11 <sup>a</sup>	7.18 <sub>a</sub>	7.17 <sup>a</sup>
8	7.21 <sup>a</sup>	7.24 <sup>a</sup>	7.24 <sup>a</sup>
12	7.62 <sup>a</sup>	7.45 <sup>a</sup>	7.58 <sup>a</sup>

Filas con distintas letras son diferentes ( $P<0.05$ )

**Fuente:** el estudio

El canelo presentó la DMS y DFDN más alta ( $P<0.05$ ) en las diferentes horas en comparación con los otros dos tratamientos: sauce y chocho, excepto la DMS a las 6 y 12 horas que fue similar a la del sauce (Tabla 3). La DMS del chocho fue inferior ( $P<0.05$ ) en todas las horas a la del sauce, (Tabla 3). Igual sucedió con la DFDN del chocho que fue más baja ( $P<0.05$ ) que la del sauce en la mayoría de las horas, excepto a las 6 horas que fue similar (Tabla 3). La DNT presentó un comportamiento similar en los tres tratamientos en todas las horas excepto a las 48 horas la DNT de sauce que fue superior ( $P<0.05$ ) con relación a los otros dos tratamientos, (Tabla 3). La DMS y DFDN del canelo a las 72 horas es 7.99% y 15.89% superior a la DMS y DFDN del sauce, y 17.97% y 23.54% a la DMS y DFDN del chocho, respectivamente (Tabla 3 y Grafica 2). La tasa de degradabilidad ruminal de la MS y FDN del chocho fue inferior ( $P<0.05$ ) en comparación con sauce y canelo, mientras la tasa de degradación del NT fue más baja ( $P<0.05$ ) en canelo (Tabla 4).



La DMS del sauce (*Salix humboldtiana willd*) es alta a las 48 horas (71.05%) si se compara con las degradabilidades reportadas por Hathaway (1985), quien encontró degradabilidades de 67.6%, 47.6% y 53.7% a las 48 horas para el *Salix matsudana X alba*, el *Salix discolor*, y *Salix viminalis gigantea* respectivamente. Negi *et al.*, (1990) determinó que la DMS del *Salix tetrasperma* fue 63.2% a las 72 horas, valor muy bajo comparado con 72.30% del *Salix humboldtiana* a la misma hora, que se encontró en este trabajo.

La DMS de canelo (*E. rubrinervia*) es superior (80.29%) a las encontradas por Roa *et al.*, (2004) en *E. glauca* quienes reportaron 52.0% a las 72 horas. La DMS reportada por Flores *et al.*, (1998) en *E. berteriana* (54.3%) y la DMS en distintas especies de *Erythrina* (49.0 a 55.4%) también son inferiores a la DMS de *E. rubrinervia*.

**Tabla 3.** Degradabilidad ruminal *in-situ* (%) de la materia seca, fibra en detergente neutro y nitrógeno total en los diferentes tratamientos

	Forraje	Horas				
		6	12	24	48	72
DMS	Sauce	47.94 <sup>a</sup>	58.98 <sup>a</sup>	70.05 <sup>b</sup>	71.05 <sup>b</sup>	72.30 <sup>b</sup>
	Chocho	38.69 <sup>b</sup>	46.14 <sup>b</sup>	59.31 <sup>c</sup>	61.45 <sup>c</sup>	62.32 <sup>c</sup>
	Canelo	49.81 <sup>a</sup>	58.78 <sup>a</sup>	74.29 <sup>a</sup>	78.98 <sup>a</sup>	80.29 <sup>a</sup>
DFDN	Sauce	49.21 <sup>b</sup>	60.35 <sup>b</sup>	66.91 <sup>b</sup>	67.43 <sup>b</sup>	69.83 <sup>b</sup>
	Chocho	47.25 <sup>b</sup>	49.12 <sup>c</sup>	58.37 <sup>c</sup>	60.98 <sup>c</sup>	62.18 <sup>c</sup>
	Canelo	61.07 <sup>a</sup>	67.92 <sup>a</sup>	74.21 <sup>a</sup>	81.99 <sup>a</sup>	85.72 <sup>a</sup>
DNT	Sauce	44.10 <sup>a</sup>	58.82 <sup>a</sup>	78.82 <sup>a</sup>	82.42 <sup>a</sup>	84.38 <sup>a</sup>
	Chocho	46.59 <sup>a</sup>	56.83 <sup>a</sup>	71.40 <sup>a</sup>	81.42 <sup>ab</sup>	73.72 <sup>a</sup>
	Canelo	46.29 <sup>a</sup>	56.97 <sup>a</sup>	74.60 <sup>a</sup>	79.65 <sup>b</sup>	83.79 <sup>a</sup>

Columnas con distintas letras son diferentes ( $P < 0.05$ ). DMS: Degradabilidad ruminal *in-situ* de la materia seca. DFDN: Degradabilidad ruminal *in-situ* de la fibra en detergente neutro. DNT: Degradabilidad ruminal *in-situ* del nitrógeno total.

Analizando los contenidos de materia seca y sus degradabilidades se puede afirmar que el follaje que más aporta materia seca es el canelo y que su calidad resultó ser la mejor puesto que se degrada casi en su mayoría (80.29%) a las 72 horas. El sauce es el segundo árbol en contenido de materia seca con un 23% de la cual se degrada un 72.30% a las 72 horas. La DFDN del sauce a las 6, 24 y 72 horas de incubación, son inferiores a los 47.25, 58.37 y 62.18% comparadas con los valores de *E. rubrinervia*.

El *Salix humboldtiana willd* muestra valores DNT de 84.38% a las 72 horas (Tabla 3), que son muy superiores con respecto a los valores encontrados por Negi (1990) en *Salix tetrasperma* quien reportó 40.8% a las 72 horas. Los valores de DNT del chocho (*E. rubrinervia*), a las 72 horas (73.72%) son superiores a los de *E. glauca* 56.8% encontrados por Roa (2004).

**Tabla 4.** Tasa de degradación (% de material/hora) de las tres especies arbóreas estudiadas

Parámetro	Sauce	Chocho	Canelo
Materia seca	6.2 <sup>a</sup>	5.5 <sup>b</sup>	6.7 <sup>a</sup>
FDN	5.2 <sup>a</sup>	4.3 <sup>b</sup>	5.8 <sup>a</sup>
NT	6.3 <sup>a</sup>	5.2 <sup>a</sup>	4.8 <sup>b</sup>

Filas con letras distintas son diferentes ( $P < 0.05$ ). FDN: Fibra detergente neutro. NT: nitrógeno total.  
Fuente: El estudio

La DMS y DFDN del henolaje de kikuyo fueron similares, excepto en las 12 horas de incubación de la DFDN (Tabla 5), demostrando que el suministro de follaje de los árboles en estudio no tiene efecto sobre la DMS y la DFDN del henolaje de kikuyo. La DNT del henolaje de kikuyo cuyos resultados oscilan entre 38.25% hasta 72.85% desde las 6 hasta las 72 horas, presentó una ligera diferencia significativa entre tratamientos en las primeras 24 horas (Tabla 5). La DMS, DFDN y DNT de los tres árboles en estudio fueron superiores a las del henolaje de kikuyo (Tablas 6 y 8), indicando su potencial como alimento para bovinos (Tablas 3 y 5). La DFDN del henolaje se comporta mejor frente al tratamiento con canelo logrando una degradabilidad del 63.62% a las 72 horas, aunque el porcentaje de degradación de la fibra en sus primeras fases es mucho más veloz en el tratamiento con Sauce 34.23% y 41.34% a las 6 y 12 horas respectivamente (Tabla 5).

## CONCLUSIONES

Los forrajes de canelo (*Maytenus laxiflorus*), sauce (*Salix humboldtiana willd*) y chocho (*Erythrina rubrinervia*) presentan altas degradabilidades *in situ* de MS, FDN y NT, los cuales tienen potencial para ser usados en alimentación de rumiantes. El follaje de canelo presenta una degradabilidad ruminal de materia seca y FDN superior al sauce y este al chocho. La degradabilidad ruminal del nitrógeno total es similar en los tres follajes.

**Tabla 5.** Degradabilidad ruminal *in situ* (%) de la materia seca, fibra en detergente neutro y nitrógeno total del henolaje de kikuyo en los diferentes tratamientos

	Forraje	Horas de Incubación				
		6	12	24	48	72
DMS	Hen. Sauce	30.73 <sup>a</sup>	37.75 <sup>a</sup>	48.31 <sup>a</sup>	57.07 <sup>a</sup>	60.85 <sup>a</sup>
	Hen. Chocho	27.19 <sup>a</sup>	35.59 <sup>a</sup>	45.56 <sup>a</sup>	52.32 <sup>a</sup>	54.02 <sup>a</sup>
	Hen. Canelo	29.51 <sup>a</sup>	36.32 <sup>a</sup>	47.89 <sup>a</sup>	55.20 <sup>a</sup>	61.07 <sup>a</sup>
DFDN	Hen. Sauce	34.23 <sup>a</sup>	41.34 <sup>a</sup>	50.35 <sup>a</sup>	59.54 <sup>a</sup>	62.20 <sup>a</sup>
	Hen. Chocho	27.06 <sup>a</sup>	34.06 <sup>ab</sup>	47.14 <sup>a</sup>	52.19 <sup>a</sup>	56.32 <sup>a</sup>
	Hen. Canelo	23.61 <sup>a</sup>	29.66 <sup>b</sup>	46.67 <sup>a</sup>	55.90 <sup>a</sup>	63.67 <sup>a</sup>
DNT	Hen. Sauce	38.25 <sup>b</sup>	43.75 <sup>b</sup>	51.53 <sup>b</sup>	62.61 <sup>a</sup>	64.55 <sup>a</sup>
	Hen. Chocho	32.32 <sup>a</sup>	58.14 <sup>a</sup>	66.87 <sup>a</sup>	68.14 <sup>a</sup>	69.76 <sup>a</sup>
	Hen. Canelo	46.75 <sup>b</sup>	53.87 <sup>a</sup>	62.03 <sup>ab</sup>	69.32 <sup>a</sup>	72.85 <sup>a</sup>

Columnas con distintas letras son diferentes ( $P < 0.05$ ). DMS: Degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca del henolaje con el respectivo forraje de árbol.

DFDN: Degradabilidad ruminal *in situ* de la fibra en detergente neutro del henolaje con el respectivo forraje de árbol. DNT: Degradabilidad ruminal *in situ* del nitrógeno total del henolaje con el respectivo forraje de árbol.

Los niveles de N-NH<sub>3</sub> del líquido ruminal fueron similares en los diferentes tratamientos, y estuvieron dentro de los rangos normales reportados en otras investigaciones. El pH ruminal se presenta ligeramente básico en los 3 tratamientos y a todas las horas de medición. Esta investigación básica sobre la degradabilidad ruminal del follaje de chocho, canelo y sauce, da pautas para realizar otros trabajos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. A.O.A.C. Official methods of Analytical Association of Official Analytical Chemical. Washington. D.C; 1990.

2. Benavides, J. E. Utilización del follaje de poró (*Erythrina poeppigiana*) para alimentar cabras en condiciones de trópico húmedo. En: Congreso de la asociación mexicana de zootecnistas y técnicos de caprinocultura, Mazatlán, México. Memorias: Turrialba, Costa Rica; 23 p. 1986.
3. Ciszuk y Murphy M. Digestion of crude Protein and organic matter of leaves by rumen microbes in vitro. In: swedish J. Agric.12: 35-40. Res 1982.
4. Flores O. I., Bolívar M. A., Botero J. A. Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el trópico. Livestock. Research for rural Development. 10: 1: 1-9. 1998.
5. Cordero J., Boshier D. H. (editores). Árboles de Centroamérica. Oxford Forestry Institute Catie. 1080 p. 2003.
6. Hathaway R. L. Short - Rotation coppiced willows for sheep fodder in New Zealand. Agricultural Science. p. 140-142. 1985.
7. Mc Cabe S., Barry T. Nutritive value of willow (*Salix sp*) for sheep, goats and deer. Printed in great Britain. J Agric. Sci., 111: 1-9. Camb 1988.
8. Mehrez A. Z., Orskov E. R. A study of artificial bag thecnique for determining the digestibility of feed on the rumen. J. Agr. Sci, Comb 88: 645-650. 1977.
9. Murgueitio E., Ibrahim M. "Ganadería y medio ambiente en América Latina". En: Ganadería del futuro: investigación para el desarrollo. (Murgueitio E., Cuartas C. y Naranjo J. editores) 2008.
10. Negi B., Makkar H. Influence of variable rumen degradation constants determined by different models on effective degradability of dry mattter and nitrogen. Indian J. Anim. Nutr. 7: 4: 235-244. 1990.
11. Nocek J., Grant A L. A characterization of in-situ nitrogen and fiber digestion and baterial nitrogen contamination of hay forages preserved at different dry matter percentages. J. Anim. Sci.; 64. 552-564. 1987
12. Ordoñez O., Díaz G., Roa L. Valor nutricional de forraje de pízamo (*Erythrina glauca*) ensilado con diferentes niveles de melaza y harina de arroz. Rev. Sist. de Prod. Agroecol., 1: 1: 32-46. 2010.
13. Orskov R., Hovell O. Uso de la técnica de bolsa de nylon para la evaluación de alimentos. Rev Producción Animal Tropical, 213-233. 1982.
14. Owens F. N., Goetsch L. A. Ruminant fermentation. En: Church D. C. (Ed) Ruminant animal, digestive physiology and nutrition. Prentice hall. New Jersey. p. 195-224. 1988.
15. Roa M. L., Céspedes D., Muñoz J. Evaluación nutricional de tres especies de árboles forrajeros en bovinos fistulados en el pie de monte llanero. Rev ACOVEZ, 24: 14-18. 1999.
16. Roa M. L., Galeano, J. R., Muñoz J. Suplementación de vacas doble propósito con *Morus alba* y *Erythrina glauca* en época seca en subregión del pie de monte Llanero. Rev. Orinoquia. 6: 1: 70-82. 2002.
17. Roa L. Contenido nutricional de forrajes y alimentos para animales. Universidad de los Llanos, Escuela de Medicinas veterinaria y Zootecnia. Villavicencio, Colombia. p. 38-54. 2004.
18. Rosales M. Efectos asociativos in vitro de mezclas de forrajes arbóreos para rumiantes. p. 1-10. 1999. Disponible En: <http://cipav.org.co/redagrofor/memorias99/Memorias.htm>.

19. Russo R. Erythrina: Un género versátil en sistemas agroforestales; revisión bibliográfica. Turrialba. Costa Rica. p. 10-15. 1981.
20. Rossi C. A., Torrá E., González G. L., Lacarra H., Pereyra A. M. Contenido de la proteína bruta de las hojas de Sauce (*Salix* sp.) y Álamo (*Populus* sp.) en un sistema silvopastoril del delta del Paraná. Asociación Argentina de producción animal. 2005. Disponible En: [http://www.aapa.org.ar/congr\\_ant](http://www.aapa.org.ar/congr_ant)
21. Van Soest P. J., Robertson J. B., Lewis B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci.* 74 (10): 3583-97. 1991.

**Análisis del manejo alimenticio con forraje hidropónico en bovinos de ceba  
en la vereda Jiramena, San Carlos de Guaroa, Colombia**

**Analysis of dietary with hydroponic forage in fattening cattle in the Jiramena,  
village of San Carlos de Guaroa, Colombia**

Frías Bello Carlos Francisco<sup>1</sup>, Lozada Hernando<sup>2</sup> y Torres Joyne Raquel<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Licenciado en Producción Agropecuaria. Universidad de los Llanos

<sup>2</sup>Medico Veterinario Zootecnista, Docente Universidad de los Llanos

<sup>3</sup>Antropóloga, Docente Universidad de los Llanos

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

Recibido 05 de Marzo 2013, Aceptado 02 de Abril de 2013

### **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación evaluó la producción de bovinos de ceba de esta región ya que no está permitiendo generar una rentabilidad que consiga mejorar las condiciones de vida de los pobladores; debido a que no existe una adecuada alimentación y manejo de los animales para lograr mantener una cantidad apropiada de ganado que genere las utilidades deseadas. Al analizar la información se encontró que los productores de bovinos de ceba llevan más de cinco años laborando en estas tierras y que están desarrollando esta actividad de la ganadería como reglón importante para su económica, pero que por ser de manera extensiva no está proporcionando los ingresos necesarios para suplir sus necesidades. Esto se pudo determinar porque la actividad de la ganadería no posee ninguna tecnificación, lo que supone un manejo inadecuado del desarrollo de la producción y por ende de la alimentación que se le da a los bovinos. Los resultados también arrojaron que los productores de bovinos de ceba no complementan la alimentación de los animales con otro forraje, por lo que solo emplean las pasturas que nacen de los campos propios y por ello es que la ganadería se hace extensiva; que sumado a la falta de conocimiento sobre complementación alimenticia y el poco apoyo del Estado, se forma una situación adversa que repercute en el desarrollo de la región. Por otro lado, se definió que tampoco existen los equipos ni la infraestructura adecuada para el manejo de los

bovinos, por lo tanto, en muchos casos hay bajas en el número de semovientes, lo cual disminuye los ingresos empeorando la situación de las personas. Al realizar la comparación bromatológica de las gramíneas de pastoreo tradicional y producción de forraje verde hidropónico (FVH) como alternativa para mejorar el proceso de alimentación, se encontró que el porcentaje de proteína de una muestras de FVH a los quince días de rebrote es de 18.22%, lo cual contribuye a mejorar el peso del animal en 677 gramos, un porcentaje importante para lograr mejorar el peso del animal en menor tiempo y también para tener más ganado en pequeños terrenos como los de estos productores, lo cual llevará a incrementar sus ingresos. Desarrollando la creación del montaje para la producción de FVH se pudo llegar a concluir con la evaluación financiera y con sus parámetros para ello como V.P.N. T.I.R, RB/C, y el análisis de sensibilidad considerando una tasa de oportunidad del 12%, que es rentable invertir en un proyecto de esta índole porque está dejando una tasa de retorno de 32%, lo que significa que el productor debe mejorar sus condiciones de producción para lograr mayores ingresos. Por lo tanto, el FVH posibilita que el ganadero cuente con un forraje verde en la cantidad deseada según la necesidad, siendo de alta calidad y aun valor sustancialmente más económico que el forraje convencional; sustituyendo así los grandes espacios de terreno que son imprescindibles para obtener forraje, creando granjas competitivas de reducidas dimensiones y altas producciones en las zonas donde el suelo y el clima son adversos.

**Palabras clave:** Forraje verde hidropónico, bovinos de ceba, alimentación, suplemento nutricional.

### ABSTRACT

The present research evaluated the production of steers of this region as it is not allowing to generate a return that succeed in improving the living conditions of the residents, because there is no adequate feeding and handling of animals in order to maintain an appropriate amount won to generate the desired utilities. By analyzing information found that steers producers spent more than five years working on this land and who are developing this farming activity as important for

economic screed, but that being extensively is not providing revenue necessary to meet their needs. This could be determined because the activity does not have any livestock modernization, representing the mismanagement of development of production and hence food that is given to cattle. The results also showed that cattle producers not fattening food supplement with another animal fodder, so only use pasture fields arising from own and that is why livestock is extended, which added to the lack of knowledge about food supplementation and little support from the state, formed an adverse situation that affects the development of the region. On the other hand, there are no defined teams and adequate infrastructure for handling cattle, so in many cases are low in the number of livestock, decreasing revenues worsening the situation of people. When comparing bromatological traditional grazing grasses and hydroponic forage production (FVH) as an alternative to improve the feeding process, it was found that the protein content of the fifteenth day is 18.22%, which contributes to improve the animal's weight at 677 grams, a significant percentage towards improved animal weight in less time and also to have more livestock on small plots as these producers, which will lead to increase revenue. Developing assembly building for the production of FVH conclusion could be reached with the financial evaluation and its parameters to it as V.P.N., T.I.R, RB/C, and the sensitivity analysis considering a chance rate of 12%, which is profitable to invest in a project of this nature because it is making a return rate of 32%, which means that the producer must improve their production conditions to achieve higher revenues. Therefore, the FVH enables the farmer to have a forage in the desired quantity as needed, with high quality and value still substantially cheaper than conventional feed, thus replacing large areas of land that are essential for forage, creating competitive farms of small size and high yields in areas where the soil and climate are adverse.

**Keywords:** Hydroponic green fodder, cattle fattening, feeding, nutritional supplement.

## INTRODUCCIÓN

El objetivo general del presente trabajo fue analizar el manejo de la alimentación de los bovinos de ceba de los productores de la Vereda Jiramena del Municipio de San Carlos de Guaroa en el Departamento del Meta, para conocer su incidencia en la producción a fin de generar una proyección de la producción de forraje verde hidropónico (FVH) como alternativa complementaria de alimentación. El trabajo de investigación se desarrolló en razón a que, en esta región, la producción de bovinos de ceba está dejando poca rentabilidad porque no existe una adecuada alimentación y manejo de los animales para lograr mantener una cantidad apropiada de carga animal por hectárea en cada una de las fincas, que genere unas utilidades que suplan las necesidades del ganadero. Por ello, prefiere salir del campo para desplazarse a la ciudad aumentando el problema social, que repercute directamente en el desarrollo de la región.

Por lo tanto la situación problema, radica en la ausencia de un manejo adecuado de alimentación para los bovinos de ceba, que proviene de la falta de capacitación e información de los productores y su interés por desarrollar alternativas viables para el mejoramiento o producción de pasturas a partir de un sistema sostenible que no sea costoso y que le permita al ganadero mantener en condiciones adecuadas una cantidad de bovinos apropiada para que su área de trabajo sea eficiente y rentable y le otorgue los ingresos necesarios para cubrir sus expectativas de vida.

Es claro apreciar, que además de la conformación del suelo que se posee en los Llanos Orientales, existen otras causas que están generando la desaparición de las plantas forrajeras, tales como la utilización de especies no adaptadas, presencia de plagas, y la falta de fertilización; con el tiempo aparecen en las praderas aéreas descubiertas que son más susceptibles a la compactación por el pisoteo del animal, afectando las características del suelo, impidiendo el normal desarrollo radicular por la reducción de los espacios porosos, deficiencia de oxígeno, disminución de la infiltración y aumento de la escorrentía, factores que favorecen la erosión de los suelos.

A estos hechos se le suma el que los productores en muchos casos crean una forma de ganadería extensiva que conlleva a desmejorar la calidad de bovinos en peso y por supuesto en carne la cual no presentara las mismas condiciones, de un animal que tuvo una buena alimentación. Esto representa para el productor bajos ingresos, daños en las pasturas, y la formación de los factores antes mencionados que repercuten directamente en el ambiente y ecosistema en donde se desarrollan estas actividades, pues muchas de las praderas con grandes paisajes se han convertido en tierras áridas y sin las características propias de la región que se desea.

Es importante entender que, en la región al igual que en el resto del país se requieren de fuerzas que generen un alto crecimiento económico y un bienestar general para sus habitantes, con el único objetivo de contribuir con el progreso y desarrollo económico; se considera, que uno de los factores claves del surgimiento, es el proponer iniciativas enfocadas al mejoramiento de situaciones adversas que afectan a la población de una u otra forma. Y, es aquí en donde se empieza a establecer la importancia de los proyectos que nacen como parte de la búsqueda de una solución inteligente a una situación, problema o a una necesidad humana y que a su vez pueden contribuir a resolver las dificultades o cambiar las condiciones existentes. Por eso el objetivo del trabajo fue analizar el manejo de la alimentación de los bovinos de ceba de los productores de la Vereda Jiramena del Municipio de San Carlos de Guaroa en el Departamento del Meta, para conocer su incidencia en la producción a fin de generar una proyección de la producción de forraje verde hidropónico (FVH) como alternativa complementaria.

La región de la Orinoquía colombiana presenta grandes opciones en el campo de la agricultura y la ganadería y de hecho se evidencia gran aceptación o acogida en las diferentes ideas novedosas que se enfocan a mejorar las situaciones adversas que se dan en muchos casos por la falta de información, capacitación y de apoyo de las diferentes instituciones del Estado, el cual tiene la misión de suplir las necesidades y expectativas de una población que busca mejorar su nivel de vida en todo momento. Este trabajo se enfoca en el tema de la ganadería de ceba

como actividad esencial para los productores de la Vereda Jiramena del Municipio de San Carlos de Guaroa del Departamento del Meta, en relación con la importancia de mejorar las condiciones de la alimentación de los bovinos de ceba, a través de una alternativa complementaria, como lo es la producción de FVH que busca suplir la necesidad de pastos producidos en la región debido a que los suelos no poseen las condiciones más favorables para su desarrollo y su manejo por parte de los productores no es el más óptimo. Esto ha generado una serie de consecuencias para el productor en relación con la cantidad de bovinos que se pueden cebar en las diferentes fincas, lo cual lleva a que las condiciones de vida de la población no sean las mejores y no se presenten opciones de expectativas de vida hacia el futuro en esta área.

También, se encontró que la capacitación sobre el tema es mínima y que existe muy poco apoyo del estado, lo cual no permite mejorar la calidad de vida de la población, por lo tanto, siguen con unas condiciones no favorables para suplir sus necesidades básicas y expectativas de vida. Por otro lado, se definió también que no existen los equipos ni la infraestructura adecuada para el manejo de los bovinos y por lo tanto en muchos casos hay bajas en el número de semovientes, lo cual disminuye los ingresos empeorando la situación de las personas.

En el caso del FVH, la población posee pocos conocimientos y no conocen las ventajas de este cultivo como alimento complementario importante para el desarrollo de los animales, por lo cual la capacitación es fundamental como alternativa de solución a esta situación.

## **METODOLOGÍA**

Por la magnitud del problema se inscribe dentro del tipo investigación descriptiva, ya que su objetivo es reseñar los fenómenos, estado, características y actividades que en forma natural desarrollan los productores de bovinos de ceba en la Vereda Jiramena del Municipio de San Carlos de Guaroa en el Departamento del Meta.

Se llevo a cabo los siguientes tipos de análisis: se caracterizó globalmente el objeto de estudio por medio de tablas y gráficas estadísticas, que permitieron

mostrar aspectos del manejo de los bovinos de ceba por parte de los productores en esta vereda y a la vez se realizó un análisis descriptivo, que se hizo a partir de la observación directa lo cual permitió establecer las características del tema abordado y llevarlos a un ordenamiento de estos fenómenos. Es decir, aquí, se registraron las observaciones del fenómeno en estudio como un conjunto de datos y conceptos los cuales fueron descritos de acuerdo a criterios establecidos del tema estudiado mediante un proceso de conocimiento que se inició con la observación. Por lo tanto, es importante decir que los informes y las conclusiones que fueron extraídas de las encuestas, tienen un alto grado de certeza debido a la representatividad de la forma técnica y práctica con que se aplicó. La encuesta fue diseñada en atención a los objetivos planteados, y sus preguntas se elaboraron para una fácil comprensión y análisis de los datos que se recogieron. Por medio de observación directa, se determinó, si estos procesos cuentan con la infraestructura adecuada para el manejo de los bovinos como son las instalaciones y su espacio utilizado; así mismo se pudo apreciar la actitud de los productores y su interés por mejorar las condiciones existentes en su área de trabajo, así como del aprovechamiento continuo del mismo para la generación de ingresos importantes para el desarrollo de vida.

La población objeto del proceso investigativo, fueron todos productores de bovinos de ceba en la Vereda Jiramena del Municipio de San Carlos de Guaroa en el Departamento del Meta, a los cuales se les aplicó las encuestas sobre el tema. Según los datos obtenidos son aproximadamente 60 productores a los cuales se les tomó una muestra. Para la realización de la muestra se seleccionó a los productores de bovinos de ceba. En dicha muestra se efectuó la medición y la observación de los factores de relevantes del tema. Para determinar el tamaño de la muestra se calculó a través de la fórmula con criterios estadísticos aplicando el método de muestreo aleatorio simple, es decir, al azar.

$$n = \frac{N \cdot C2 \cdot P \cdot Q}{e^2 \cdot (N - 1) + C2 \cdot p \cdot Q}$$

Donde: n = Tamaño de la muestra; N = Población (60 productores); C2 = 1,96 Constante que no debe ser menor del 95%; e2 = 0,05 Error máximo admisible; p = 0,50 Probabilidad a favor; q = 0,50 Probabilidad en contra

Al desarrollar la fórmula se obtuvo que:

$$n = \frac{58}{1.55} = 37$$

Luego, las encuestas que se realizaron fueron 37 a los productores de bovinos de ceba en la Vereda Jiramena del Municipio de San Carlos de Guaroa en el Departamento del Meta. Se llevo a cabo una observación directa, y a la vez en las visitas se indicó la importancia a los productores de recoger la información para este estudio, de los diferentes aspectos del manejo de alimentación de los bovinos de ceba y los recursos físicos con que se cuentan, el proceso de organización de los productores y otros aspectos más, que generaron una gran cantidad de variables que fueron apreciables en la realización del diagnóstico.

Los productores de bovinos están ubicados en diferentes fincas que se encuentran en este sector y corresponden a aquellas personas que están encargadas del manejo de los animales y por supuesto de su desarrollo. El presente diagnóstico se llevó a cabo con base en la recopilación y análisis de datos suministrados por los productores y la posible información documentada que poseen. Este diagnóstico, se apoyó en documentos, se obtuvo información fundamental de conceptos y datos a través de revistas, libros, folletos, periódicos documentos e Internet y normas relacionadas con el tema de investigación

La capacitación propuesta hacia los productores de bovinos de ceba en la Vereda Jiramena del Municipio de San Carlos de Guaroa en el Departamento del Meta, se realizó debido a la necesidad de generar la importancia de mejorar las condiciones del manejo alimenticio de los animales que ellos cuidan; porque de ello depende

su economía y su mejoramiento del nivel de vida. Se emplearon métodos que buscan que los participantes aseguren la participación activa con el fin de que se genere un cambio en sus actividades, a partir de la obtención de un conocimiento sobre alimentación complementaria como lo es el FVH, que es fácil de cultivar y con alto contenido proteínico que permite ganar en peso y calidad en los bovinos.

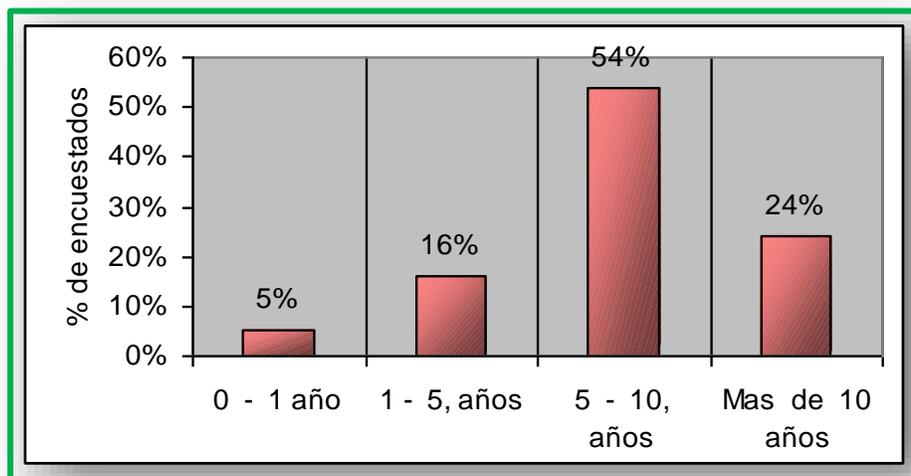
## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Se evaluó el manejo de la alimentación de los bovinos de ceba que emplean los productores de la Vereda Jiramena del Municipio de San Carlos de Guaroa en el Departamento del Meta, y su incidencia en el aspecto económico de los mismos, el número de animales producido, y su efecto en el medio ambiente, lo cual fue importante en la proyección de la propuesta de producción de FVH y de la capacitación al respecto para los productores como una alternativa viable para mejorar estos aspectos relacionados.

Se efectuó la recolección de información con la cual se llevó a cabo el análisis del manejo de la alimentación de los bovinos, señalando que el reglón económico para su sustento es la ganadería de ceba, la cual desarrollan sin ninguna tecnificación, indicando que existe un manejo inadecuado del desarrollo de las tareas de estos procesos, que sumado a una falta de complementación alimenticia de los bovinos, no permiten ganar un buen peso y además no permiten poseer una cantidad importante de ganado haciendo que la producción sea extensiva y no lucrativa ya que los terrenos son de dimensiones pequeñas.

También, se encontró que la capacitación sobre el tema es mínima y que existe muy poco apoyo del Estado, lo cual no permite mejorar la calidad de vida de la población, por lo tanto, siguen con unas condiciones no favorables para suplir sus necesidades básicas y expectativas de vida. Por otro lado, se definió también que no existen los equipos ni la infraestructura adecuada para el manejo de los bovinos y por lo tanto en muchos casos hay bajas en el número de semovientes, lo cual disminuye los ingresos empeorando la situación de las personas.

En el caso del FVH, la población posee pocos conocimientos y no conocen las ventajas de este cultivo como alimento complementario importante para el desarrollo de los animales, por lo cual la capacitación es fundamental como alternativa de solución a esta situación. Ahora, al realizar la comparación bromatológica del material utilizado para la ceba de bovinos, gramíneas de pastoreo tradicional y producción de FVH como alternativa para mejorar el proceso de alimentación, se encontró que porcentaje de proteína de una muestra de FVH a los quince días es de 18.22%, lo cual contribuye a mejorar el peso del animal en 677 gramos, 5.5 veces más que lo que produce la pastura normal, importante para solucionar la situación adversa.

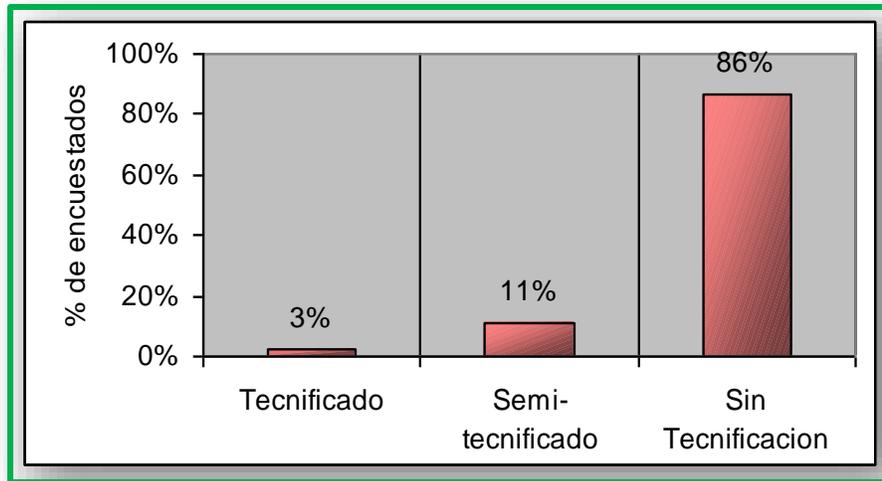


**Gráfica 1.** ¿Qué tiempo lleva cebando bovinos en la Vereda?

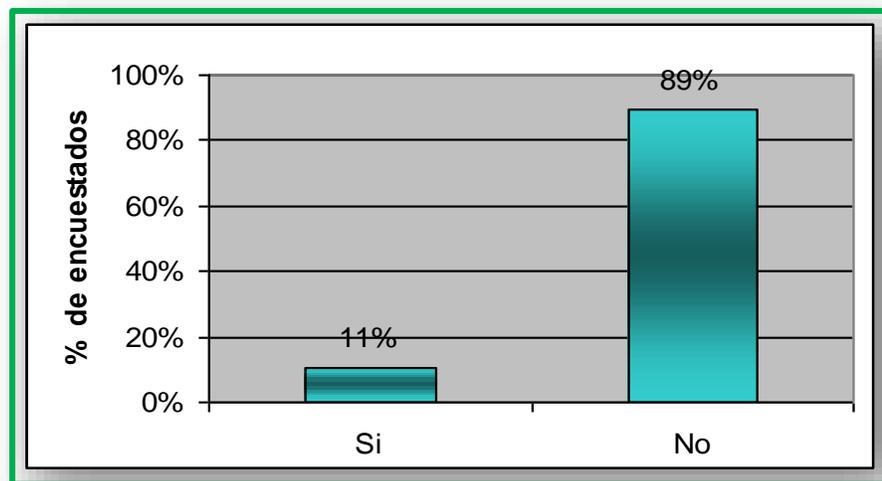
Se ve claramente que los productores de bovinos de ceba en un 54% llevan entre cinco a diez años laborando en estas tierras y desarrollando esta actividad importante para su económica. Así mismo se encontró que el 24% de los productores llevan más de 10 años cebando bovinos como medio para proporcionar los ingresos necesarios para subsistir.

La Gráfica 2 muestra que el 86% de los productores realizan la actividad de la ganadería sin ninguna tecnificación, lo que supone un manejo inadecuado del desarrollo de las tareas del proceso, lo que no permite aumentar la producción para mejorar sus condiciones de vida. Así mismo, se tiene que un 11% de los

productores tiene un método semitecnificado lo que indica que cuentan con algunos medios para una mejorar producción de bovinos de ceba.



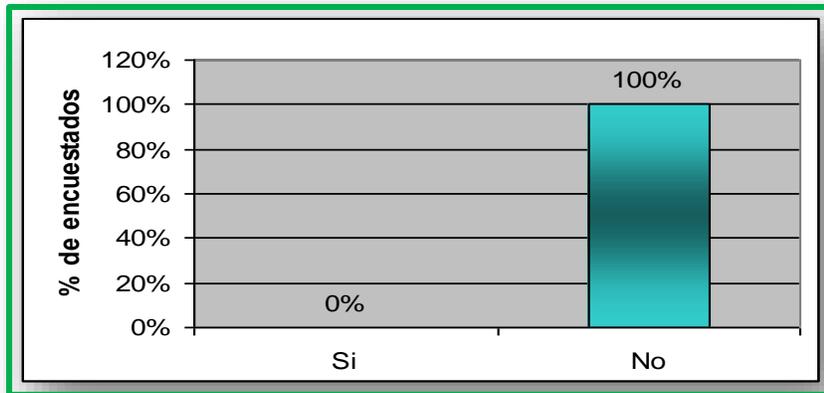
**Gráfica 2.** ¿El manejo de los bovinos se realiza?



**Gráfica 3.** ¿Desarrolla alguna variedad de pastos?

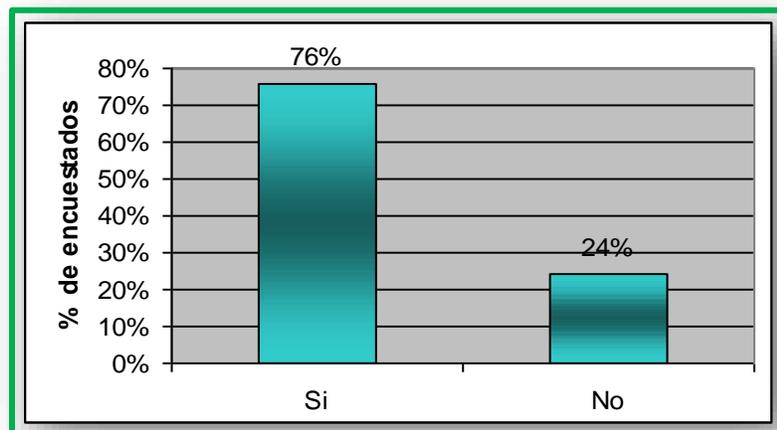
Según los resultados de esta pregunta, un 89% de los productores de bovinos dicen que, no desarrollan ninguna variedad de pastos, lo que significa que los bovinos se están cebando con las pasturas normales producidas por el terreno y que los están rotando constantemente para poder sostener la permanencia de los pastos en las áreas en las que se divide, para ello. También se encontró que un

11% de los encuestados producen alguna variedad y por lo general se utiliza el *Brachiaria*, pero indican que es muy costoso.



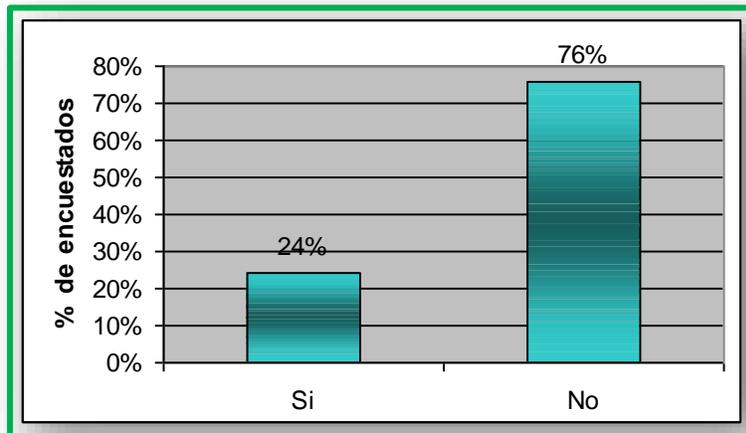
**Gráfica 4.** ¿Además de los pastos de pradera, les complementa la alimentación a los bovinos con otro forraje?

Los resultados a la pregunta, indican que el 100% de los productores no complementan la alimentación de los animales con otro forraje, por lo que solo emplean las pasturas que nacen de los campos propios y por eso es que la ganadería se hace extensiva, además de que los suelos no presentan las mejores condiciones para el desarrollo de los pastos que se producen en esta área geográfica.



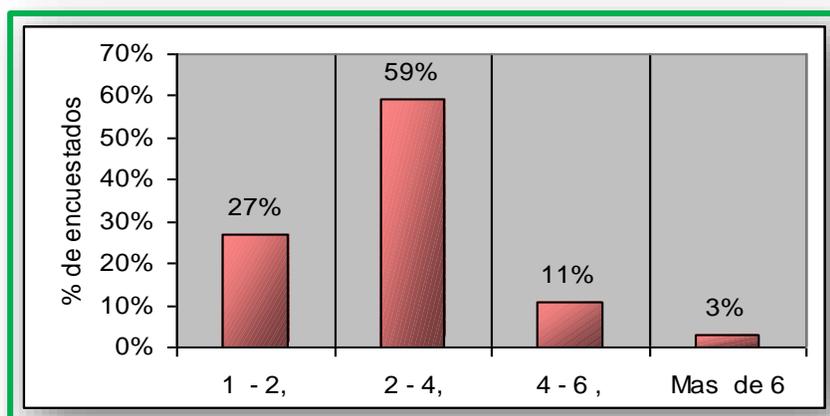
**Gráfica 5.** ¿La ganadería de ceba es la fuente de sus ingresos?

El 76% de los productores depende de esta actividad como fuente de sus ingresos, por lo que se hace propicio que se estimule el desarrollo y crecimiento de esta actividad con capacitación y apoyo del Estado para mejorar la calidad de vida ya que ese es el precepto que prevalece en la Constitución.



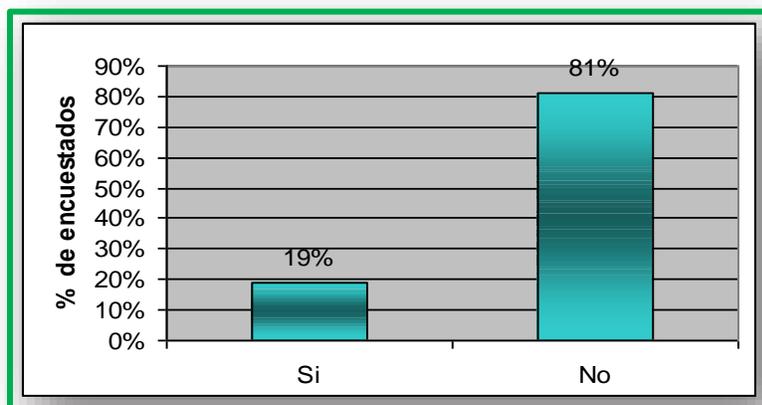
**Gráfica 6.** ¿Además de la ganadería de ceba, desarrolla otra actividad para generar ingresos?

El 76% de los productores de bovinos de ceba dicen que no desarrollan otra actividad para generar ingresos y que si lo hacen es para consumo familiar y que por lo tanto es indispensable avanzar en las técnicas del manejo de los animales que permitirán mejorar el nivel de vida de las personas encargadas de esta actividad.



**Gráfica 7.** ¿Cuántos animales, ceba por hectárea de pastos?

El 59% de los encuestados dicen que tiene entre 2 a 4 bovinos de ceba por hectárea y que es lo que comúnmente pueden producir siempre y cuando se realice una rotación para que los terrenos y pastos se mantengan. El 27% de los productores dicen que solo tiene en promedio entre 1 a 2 bovinos por hectárea porque las pasturas no permiten tener más.



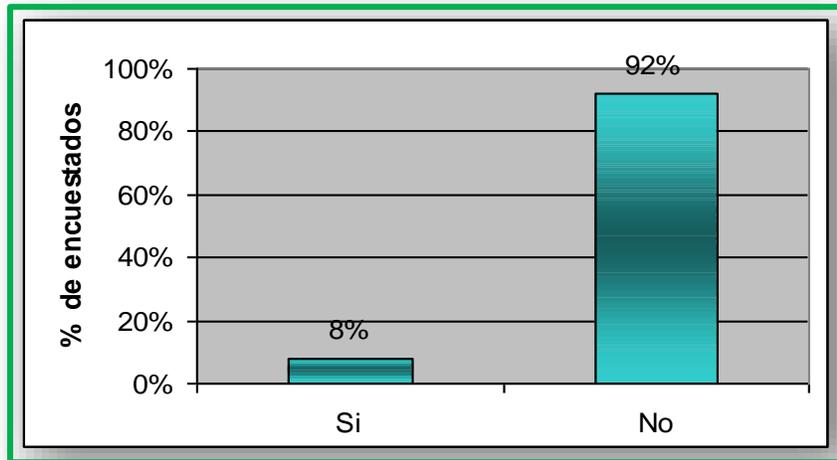
**Gráfica 8.** ¿Cuenta con los equipos e infraestructura adecuada para el manejo de bovinos?

El 81% de los encuestados afirman que no cuentan con los equipos e infraestructura adecuada para el manejo de bovinos y que en muchos casos hay bajas en el número de animales, lo que permite una disminución de ingresos. Así mismo, dicen que por los costos de la fabricación de establos y corrales, no se pueden desarrollar labores que se deben realizar para el cuidado de los animales lo cual indica que hay una falta de apoyo del Estado en este sector.

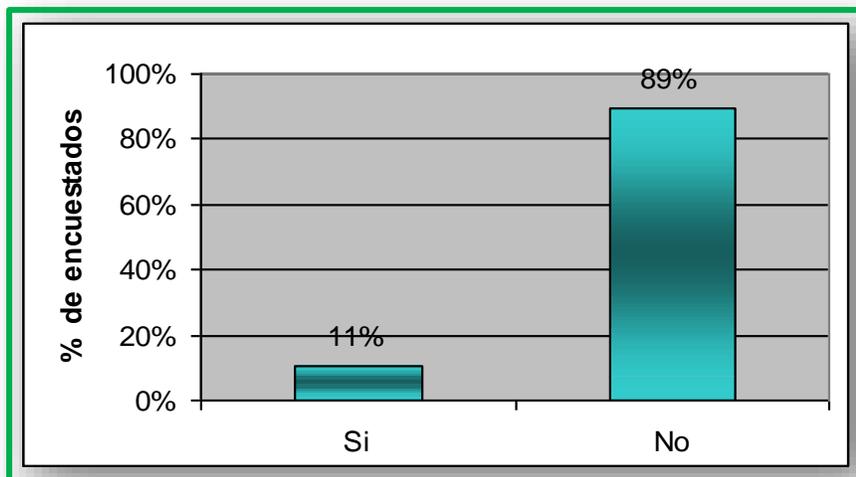
El 92% de los encuestados dicen que los suelos no son los adecuados para mejorar el rendimiento de los pastos ya que cada día las praderas se ven más disminuidas y erosionadas, debido a los altos costos y porque no existen conocimientos sobre el tema.

El 89% de los productores de bovinos dicen que no poseen capacitación sobre el manejo de bovinos de ceba y que todo lo que hacen es empírico y a veces con apoyo de veterinarios que contratan, pero muy de vez en cuando porque los

costos son altos. Es importante entonces, tener en cuenta este factor, para que las personas obtengan conocimientos que le proporcionen una visión diferente de la actividad que están realizando.



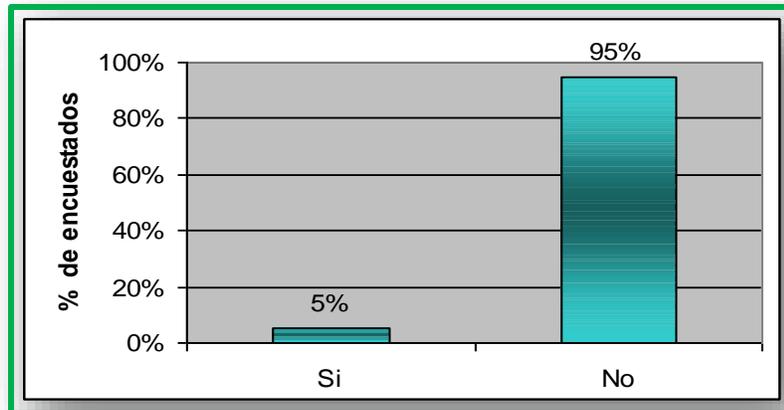
**Gráfica 9.** ¿Los suelos se adecuan para mejorar su rendimiento en pastos?



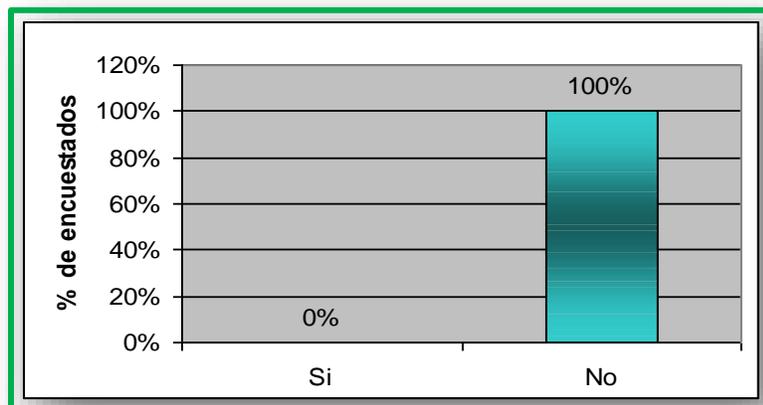
**Gráfica 10.** ¿Han recibido capacitación sobre el manejo de bovinos de ceba?

El 95% de los encuestados no conoce sobre el FVH, sin embargo el 5% que lo conocen dicen que es un alimento complementario importante para el desarrollo de los animales. Por lo cual se debe dar a conocer todos los aspectos sobre el

tema porque sería muy interesante que ellos lo produzcan con el fin de mejorar las condiciones de ceba y poder lograr mayor rendimiento de carne en menor tiempo.



**Gráfica 11.** ¿Conoce sobre forraje verde hidropónico?



**Gráfica 12.** ¿El Estado los apoya en el desarrollo de su actividad ganadera?

El 100% de los encuestados dicen que no hay apoyo del Estado por medio de los tantos organismos que existen para apoyar el campo y sus actividades. Y en este sentido se hace imprescindible despertar la importancia de exigir apoyo técnico y financiero para mejorar las condiciones de producción especialmente en la agricultura y ganadería que son los rengones económicos de los cuales depende la población de este sector.

La Vereda Jiramena del Municipio de San Carlos de Guaroa en el Departamento del Meta, está ubicada en una región tropical en la cual la base de la alimentación de los bovinos la constituyen los pastos y forrajes. Por lo anterior los bovinos siempre deben tener acceso a una pastura de excelente calidad. Por eso la importancia de implementar una alimentación complementaria que permita a los productores, mejorar el desarrollo de estos animales, ya que año tras año las pasturas tropicales son afectadas por los eventos de verano o época crítica que alteran las condiciones atmosféricas, generando que los pastos se sequen y el ganado tenga poco alimento para su desarrollo productivo.

Al recolectar la información, se pudo apreciar que los ganaderos saben que esta época es crítica tanto para ellos como para los animales, por lo que se convierte en un tiempo indeseable más no inesperado, ya que se tiene pleno conocimiento de ello. Sin embargo, algunos ganaderos asumen una actitud pasiva y dejan que la sequía reduzca drásticamente sus ingresos porque afecta negativamente la producción de leche, el peso corporal y la eficiencia reproductiva en detrimento de la rentabilidad, por lo tanto, se hace indispensable el desarrollo de un sistema que proteja esos intereses.

Pero además de lo anterior, es preciso admitir que en esta región los animales con su pisoteo, en adición a la falta de un programa de mejoramiento de tierras, cada día se está perdiendo la fertilidad del suelo permitiendo que las pasturas sean mínimas en su desarrollo y los campos se formen “peladeros”, en donde los animales para su alimentación diaria tienen que cubrir un área mayor y por lo tanto cada día se hace necesario tener más espacio para su producción.

En general los desbalances nutricionales ocurren en todas las épocas del año y fases productivas del animal, mientras que, en la mayoría de los agroecosistemas, la crisis nutricional se acentúa en la sequía, debido a la baja disponibilidad de forraje y a la calidad de la biomasa. Todos estos factores llevan a una baja condición corporal que trae como consecuencias el incremento del número de días abiertos, disminución del peso corporal, reducción de la tasa de preñez, incremento en el intervalo entre partos, reducción de la producción de leche,

reducción del peso de los terneros al destete, disminución de los ingresos y la rentabilidad. La condición corporal de los animales se puede mejorar realizando una complementación alimenticia con FVH, al igual que mejorar la calidad del forraje ofrecido en la pastura, mediante programas de rotación, fertilización, riego, etc.; complementariamente es necesario realizar control de ecto y endoparásitos, suministrar suplemento mineral adecuado, también debería suministrarse algún suplemento proteico.

En este sentido, los forrajes hidropónicos son una buena opción para la complementación alimenticia (energética-proteica) de los bovinos en la cual se aprovechan las épocas de lluvias para la siembra de pastos, maíz, millo o sorgo, que serán utilizados en el proceso hidropónico para ofrecer un forraje de buena calidad a los ganados en las épocas críticas o de verano. Los FVH aportan principalmente energía y nutrientes, lo cual es indispensable para suplir el gasto de energía de los animales. La complementación alimenticia con FVH contribuye a aumentar la digestibilidad de la fibra, permitiendo que, en las épocas críticas, el ganado no pierda peso, mientras que en período normal ayuda a la producción animal y por supuesto al aumento de peso.

El porcentaje de proteína de una muestra de FVH a los quince días es de 18.22%. Ahora, sumado a la cantidad de proteína del pasto tradicional que según los datos mencionados (Pérez y Lascano, 1989) el pasto *Brachiaria* en los Llanos Orientales de Colombia, tiene 3.5% de proteína y como consecuencia, las ganancias de peso son bajas y solo se puede llegar a mantener 1.0 unidad animal por hectárea dando un aumento de peso de 130 g/animal/día en promedio; lo que significa que el resultado sería de 807 g/animal/día complementándole la alimentación con FVH.

En resumen, se podría decir que un bovino alimentado con FVH, gana más peso a diario y por lo tanto el periodo de ceba se disminuye considerablemente lo que permitiría obtener mayores ingresos porque se estaría rotando más rápidamente la producción. En este sentido, la producción de FVH es una de las dos megatendencias mundiales en alimentos libre de químicos y mayor producción en menor espacio, por lo que tiene un valor agregado alimenticio fundamental en el

proceso de ceba de los animales bovinos, que además no tiene implicaciones ecológicas, pues las yerbas y plantas que servirán de alimento para el ganado pueden cultivarse sin sustancias químicas lo cual beneficiará a los animales y a los humanos que posteriormente los consuman.

## **CONCLUSIONES**

El FVH es un sistema de alimentación complementaria creado para eliminarle al ganadero la dependencia y limitación que generan la pobreza de suelo y condiciones climatológicas adversas, tales como sequías, falta de lluvia, friaje, inundaciones, etc.

La comparación bromatológica entre los pastos tradicionales y el FVH, establece una gran diferencia en cantidad de nutrientes que permiten una buena ganancia de peso en los animales de ceba, o en mantenerlos en tiempo de verano.

El FVH posibilita que el ganadero cuente con un forraje en la cantidad deseada según la necesidad, siendo de alta calidad y a un valor sustancialmente más económico que el forraje convencional; sustituyendo así los grandes espacios de terreno que son imprescindibles para obtener forraje, creando granjas competitivas de reducidas dimensiones y altas producciones en las zonas donde el suelo y el clima son adversos.

Es factible desarrollar los invernaderos del FVH, porque sus costos son recuperables y además permite generar utilidades propicias que les permiten suplir sus necesidades y expectativas de vida.

El sistema de FVH para este sector es un método de producción ideal para implementar en las fincas que poseen extensiones pequeñas, ya que los campos se encuentran estériles por lo que se logra una mayor utilización de las tierras y un mejor manejo de los bovinos de ceba, actividad que se desarrolla en esta área geográfica.

## RECOMENDACIONES

Realizar una asociación de ganaderos de la región con el fin de solicitar apoyo al Estado, el cual debe de proporcionar las condiciones adecuadas para el mejoramiento de vida de la población del sector, y entre ellas debe proporcionar capacitación, inversión y facilidad en obtener empréstitos que le permitan avanzar en su actividad económica. Con la misma organización, los productores podrían desarrollar un invernadero de grandes proporciones que satisfaga la necesidad de complementar la alimentación de los bovinos de ceba de todas las fincas, lo cual permitiría disminuir los costos y disponer de forraje verde en cualquier época del año, con el fin de mejorar la calidad del ganado que se maneja.

Se recomienda que en todo momento del proceso de producción de FVH, se realice un control fitosanitario eficiente con el fin de proteger la calidad del mismo y no permitir la proliferación de hongos, microorganismos que más afectan este tipo de producto.

Es importante seguir con la capacitación sobre este tema, con el objeto de optimizar el proceso y lograr los mayores resultados posibles en la producción del forraje, porque con ello se llegará a la generación de mayores utilidades y por lo tanto al incremento de la producción de bovinos de ceba.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acosta F. La huerta escolar autosuficiente. Libro texto universidad de los llanos. Villavicencio. p 150. 1997.
2. Acosté I. Sugerencias para enfrentar mejor la crisis. Revista del Plan Agropecuario N° 89. Montevideo, Uruguay. p 14. 1999.
3. Acosté F. La extensión agrícola rural. Material de consulta. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Roma. p 286. 1987.
4. Álvarez M., Villamizar G. Guía metodología para la formación de trabajo con grupos de pequeños productores. Programa de desarrollo tecnológico para el medio rural. Junta de acuerdo de Cartagena. Edición. Divulgación ICA Bucaramanga. p 31. 1989.
5. Arano C. Forraje verde hidropónico y otras técnicas de cultivos sin tierra. Editado por el propio autor. Providencia de Buenos. Aires, Argentina. p 78. 1998.

6. Beeth, G. System teory, the key to holimand reductionism. Bioscience. p 569-579. 1974.
7. Carámbula, M; Terra, J. Las Sequías: Antes, durante y después. INIA, Treinta y tres. Montevideo, Uruguay. p 15. 2000.
8. Carámbula M. Producción y manejo de pasturas sembradas. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. p 45. 1977.
9. Carrasco G., Izquierdo J. La empresa hidropónica de mediana escala: La técnica de la solución nutritiva recirculante ("NFT"). FAO - Univ. De Talca. Santiago, Chile. p 78. 1996.
10. Church D. C. Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Editorial Acribia. Zaragoza, España. p 45. 1974.
11. Chang M., Rodríguez D. A., Hoyos R. Producción de forraje verde hidropónico. S Manual práctico de hidroponía. Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral. UNALM. Lima, Perú. p 100. 2001.
12. Dosal A. J. M. Efecto de la dosis de siembra, época de cosecha y fertilización sobre la calidad y cantidad de forraje de avena producido bajo condiciones de hidroponía. p 99. 1987.
13. FAO. Forraje verde hidropónico, Manual técnico. Oficina regional para América Latina y El Caribe. Santiago, Chile. p 79. 2002.
14. Fox R. Fábrica de forraje. Boletín Informativo de la Red Hidroponía N° 8. Lima, Perú. p 12. 2000.
15. Gastal E. Sistemas de producto. En: Sistemas de producción agrícola, mesa redonda del consejo técnico consultivo. XXII Reunión. Santo Domingo. República Dominicana. IICA. p 45. 1977.
16. Harris W. Pasture as an ecosystem. Edit. R.H.M. Oxford, University. p 34. 1990.
17. Hidalgo M. L. R. Producción de forraje en condiciones de hidroponía. Evaluaciones preliminares en avena y triticale. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, sede Chillan. Chile. p 102. 1985.
18. INDAP. Consultoría de Forrajes Hidropónicos. Servicio de Información para la Agricultura. Chile. p 89. 2003.
19. Méndez A. C. E. Metodología, guía para elaborar diseños de investigación en ciencias económicas, contables y administrativas. Bogotá. Editorial Mc Graw Hill. p.123. 1998.
20. Pérez R. A., Lascano C. E. El pasto *Brachiaria* en los Llanos Orientales de Colombia. Boletín técnico N° 181. Divulgación ICA. Villavicencio., p 10-15. 1989.
21. Sánchez, A. Una experiencia de forraje verde hidropónico en el Uruguay. En Boletín Informativo Red Hidroponía No 7. CIHNM. UNALM. Lima, Perú. p 36. 2000.
22. Saravia A. Un enfoque de sistemas para el desarrollo agrícola. San José. Costa Rica. IICA., p 41-50. 1985.
23. Tarrillo, H. Producción de Forraje Verde Hidropónico en Arequipa, Perú. En: Boletín Informativo de Red Hidroponía. CIHNM, UNALM. Lima, p 20. 2002.

**Determinación *in vitro* del efecto antibacteriano de la miel de la abeja común (*Apis mellifera*) y de la abeja angelita (*Tetragonisca angustula*) ante el *Staphylococcus aureus* coagulasa positivo**

*In vitro* determination of the antibacterial effect of honey bee (*Apis mellifera*) and little angel bee (*Tetragonisca angustula*) against positive coagulase *Staphylococcus aureus*

Romero Rojas Yenny<sup>1</sup> y Gómez Leal Luz Adiel<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Médico Veterinario Zootecnista. Universidad de los Llanos  
<sup>2</sup>Bacteriologa Esp. Docente Universidad de los Llanos

[luz.gomez.leal@unillanos.edu.co](mailto:luz.gomez.leal@unillanos.edu.co)

Recibido 05 de Marzo 2013, Aceptado 15 de Abril 2013

## RESUMEN

El uso indebido e indiscriminado de los antibióticos en las últimas décadas, para profilaxis de enfermedades tanto en el hombre como en los animales, ha detonado una alarma en el mundo de la medicina microbiológica, ya que dichos microorganismos han respondido de una manera peligrosa, con la llamada resistencia bacteriana, por eso es necesario reconocer, investigar y aplicar en nuestro campo profesional, las opciones alternas que existen en medicina veterinaria. Los objetivos comprendidos en el presente estudio son los de establecer si la miel de la abeja *Apis mellifera* (abeja común de la miel) y la miel de la *Tetragonisca angustula* (abeja angelita o virgencita) obtenidas de nuestra flora regional, poseen alguna característica antibacteriana que logre inhibir el desarrollo microbiano en las diferentes concentraciones bacteriales de siembra, para posteriormente analizarlos y compararlos entre sí estadísticamente. A los resultados obtenidos se les hizo un análisis comparativo y descriptivo de la media poblacional, utilizando para esto el programa Software estad.graphad.instat versión 3.06 (2003). Se buscó las diferencias entre parejas estadísticamente significativas  $P < 0.005$  aplicando la prueba de rangos múltiples o Test de Tukey-Kramer. Las mieles puras tanto de la *Apis mellifera* como de la *Tetragonisca angustula* presentaron la mayor inhibición en concentraciones bacterianas *in vitro*

de  $1 \times 10^{-4}$  UFC. Las mieles diluidas de la *Apis mellifera* y *Tetragonisca angustula* al 20% no presentaron suficiente inhibición ante las concentraciones de  $1 \times 10^{-1}$ ,  $1 \times 10^{-2}$  y  $1 \times 10^{-3}$  UFC. El resto de las diluciones no presentaron una diferencia marcada entre sí por lo que se consideraron en general inhibitorias para las cuatro concentraciones. Todas las mieles estuvieron dentro de un rango de 21.2 mm como máximo y 11 mm como diámetro mínimo; el máximo obtenido, correspondió a la miel pura de la abeja *Apis mellifera* ante la concentración de  $1 \times 10^{-4}$  UFC y el mínimo correspondió a la miel de la *Tetragonisca angustula* en dilución al 20% ante la concentración bacteriana de  $1 \times 10^{-1}$  UFC. En todos sus estados la miel fue superior al control positivo: oxitetraciclina al 10%. En conclusión, se comprobó durante este estudio que la miel de la abeja *Apis mellifera* y de la *Tetragonisca angustula*, puras y diluidas al 50 y 20%, poseen propiedades antibacteriales que las hacen efectivas para detener el crecimiento de las colonias del *Staphylococcus aureus* coagulasa positivo, en un ensayo *in vitro* y que las concentraciones mínimas inhibitorias de la miel dependen de la concentración bacteriana y del estado puro o diluido de las mismas mieles. Se podría recomendar que, para próximos estudios de esta índole, sea necesario establecer antes, la presencia y cantidad de las enzimas catalasa y glucoxidasa en la miel sometida a estudio; además de obtener el porcentaje de humedad específico para la misma.

**Palabras clave:** Resistencia bacteriana, antibacteriano, concentración mínima inhibitoria, miel.

### ABSTRACT

The indiscriminate misuse of antibiotics in recent decades, for prophylaxis of diseases in man and animals, has triggered an alarm in the world of medicine microbiological, since these microorganisms have responded in a dangerous way, with called bacterial resistance, so it is necessary to recognize, investigate and apply in our professional field, there are alternative options in veterinary medicine. The objectives in the present study are to establish if the honey bee *Apis mellifera* (honeybee) and honey bee *Tetragonisca angustula* (angelita or virgin bee) obtained from our regional flora, possess some antibacterial feature inhibit

microbial growth achieved in different bacterial concentrations planting, later analyze and compare them statistically. The results obtained were asked comparative and descriptive analysis of the population mean, using this program estad.graphad.instat Software version 3.06 (2003). It looked for statistically significant differences between pairs  $P < 0.005$  using multiple range test or Tukey-Kramer test. Pure honeys both *Apis mellifera* and the *Tetragonisca angustula* showed the highest inhibition in vitro bacterial concentrations  $1 \times 10^{-4}$  UFC. The diluted honey of *Apis mellifera* and *Tetragonisca angustula* 20% did not present sufficient inhibition at concentrations of  $1 \times 10^{-1}$ ,  $1 \times 10^{-2}$  and  $1 \times 10^{-3}$  UFC. The remaining dilutions showed no marked difference from each other by what is generally considered to four inhibitory concentrations. All honeys were within a range of 21.2 mm and maximum diameter of 11 mm as minimum, maximum obtained corresponded to pure honey bee *Apis mellifera* to the concentration of  $1 \times 10^{-4}$  CFU and the minimum corresponded to honey the *Tetragonisca angustula* in dilution to 20% at the concentration of  $1 \times 10^{-1}$  bacterial CFU. In all states honey was superior to the positive control: oxytetracycline 10%. In conclusion it was found during this study that the honey bee *Apis mellifera* and *Tetragonisca angustula*, pure and diluted to 50 and 20%, possess antibacterial properties that make them effective in stopping the growth of colonies of coagulase-positive *Staphylococcus aureus*, in an in vitro assay and minimum inhibitory concentrations of honey depend on bacterial concentration and pure or dilute them honeys. It could recommend that future studies of this nature are required before the presence and quantity of the catalase and glucosidase enzymes in honey under study, besides obtaining the specific moisture for it.

**Keywords:** Bacterial resistance, antibacterial, minimum inhibitory concentration, honey.

## INTRODUCCIÓN

La miel es un producto de la colmena, elaborado por las abejas, en especial por la abeja melífera común, otros productos son: el polen, propóleo, jalea real, cera y apitoxina. Específicamente a la miel se le han reconocido propiedades medicinales

desde la antigüedad; como tratamiento terapéutico contra infecciones causadas por bacterias y hongos, en heridas abiertas, úlceras, quemaduras e infecciones oculares. Gracias a la historia y la arqueología se han hallado y corroborado hechos remotos del hombre de la edad de bronce, los cuales ejercían una medicina primitiva como se prueba en los cráneos encontrados con marcas de trepanación y en cuyo interior se evidencian restos de propóleo, producto al cual se le atribuyen actualmente propiedades antisépticas (Engel, 1998; PROFECO, 2001).

Los egipcios, chinos, persas, hindú, griegos y romanos (pueblos representativos de las civilizaciones clásicas) dejaron innumerables registros del consumo y el uso medicinal de los productos de la colmena. En Egipto las referencias indican el uso del propóleo ante diferentes afecciones y principalmente en el proceso de momificación de los faraones. Estas civilizaciones avanzadas, ubicadas a la orilla del río Nilo, contaban con unos 900 remedios en su medicina tradicional, de los cuales cerca de 500 eran hechos a base de miel de abejas, como dejaron constancia en el papiro de Ebers (3.500 a. C) y en el papiro de Beck Badog (Crane y Graham, 1985; Ulloa *et al.*, 2010). En los textos bíblicos vemos por ejemplo la temprana vocación que tenían los pueblos medio orientales hacia la apicultura, en especial el pueblo Israelita. En la India el Yadaur Veda, considerado el libro más antiguo de medicina en el código Manu, aseguraba que la posibilidad de longevidad era real, si se consumía todos los días pan de abejas (panales frescos de miel con polen).

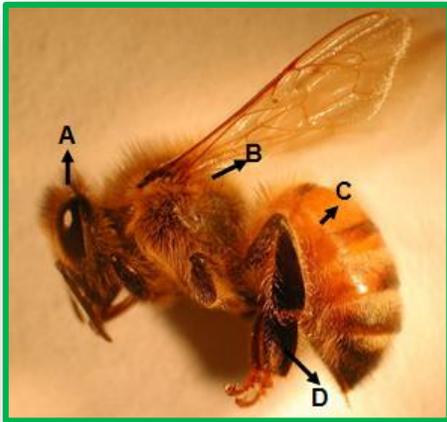
El padre de la medicina Hipócrates recomendaba el uso de la miel para prolongar la vida, dejando constancia de ello, ya que este galeno griego consumió los productos de la colmena y vivió hasta los 107 años. Un dato anecdótico registrado en la historia, fue el acontecido en Babilonia, cuando murió Alejandro el Grande (Magnus), cuyo cuerpo debía ser sepultado en su ciudad de origen Macedonia, pero como el viaje duraba alrededor de dos meses decidieron sumergirlo en una tina que contenía en su interior miel; así llegó su cuerpo a Macedonia sin mostrar ningún signo de descomposición (Crane, 1980; Asis, 2007).

Diferentes autores han reconocido que las características antibacteriales de la miel se deben en parte a su osmolaridad, su pH, la presencia de peróxido de hidrógeno (Molan, 1992) y algunos componentes fitoquímicos específicos de las diferentes clases de plantas, las cuales le transfieren sus cualidades al néctar recolectado por la abeja.

El presente estudio se inspiró y basó en una entrevista por parte del canal científico: National Geographic, en el año 2003 al doctor Peter Molan, docente de la Universidad de Waikato (Hamilton: Nueva Zelanda) y actual director del laboratorio para estudios de la miel. En un documental se hace referencia al caso de una paciente que sufría una infección cutánea severa en uno de sus antebrazos, causada por el *Staphylococcus aureus* y cuya acción de los antibióticos incluidos los de última generación, era anulada por dicha bacteria. Pasadas unas pocas semanas de haberse iniciado un tratamiento con miel de abejas, (miel de Manuka) la herida sanó de forma rápida y mostró una adecuada cicatrización.

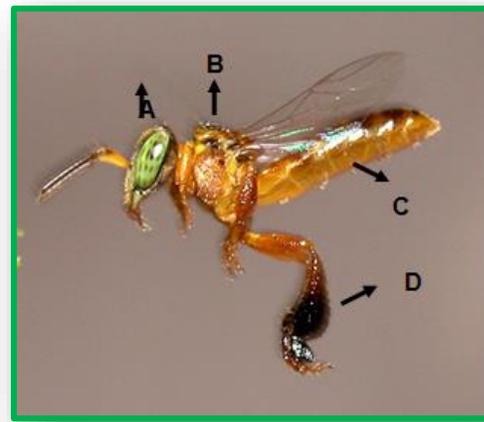
Los objetivos comprendidos en el presente estudio son los de establecer si la miel de la abeja *Apis mellífera* (Gráfica 1) (abeja común de la miel) y la miel de la *Tetragonisca angustula* (Gráfica 2) (abeja angelita o virgencita) obtenidas de nuestra flora regional, poseen alguna característica antibacteriana que logre inhibir el desarrollo microbiano en las diferentes concentraciones bacteriales de siembra, para posteriormente analizarlos y compararlos entre sí estadísticamente (Nates, 1996).

Es fundamental crear y tener conciencia que el uso indebido e indiscriminado de los antibióticos en las últimas décadas, para profilaxis de enfermedades tanto en el hombre como en los animales, ha detonado una alarma en el mundo de la medicina microbiológica, ya que dichos microorganismos han respondido de una manera peligrosa, con la llamada resistencia bacteriana (CEPEC, 2011), por eso es necesario reconocer, investigar y aplicar en nuestro campo profesional, las opciones alternas que existen en medicina veterinaria.



**Gráfica 1.** Abeja común de la miel (*Apis mellifera*)

(A) Cabeza, (B) tórax, (C) abdomen y (D) cestilla para la recolección del polen



**Gráfica 2.** Abeja (*Tetragonisca (Apis) angustula*)

Actualmente se tiene conocimiento de estudios realizados por parte de la Universidad del Tolima, la Universidad Nacional de Bogotá y la Universidad Nacional de Antioquia, acerca de los productos de la colmena, identificación de las razas de abejas y su flora nectararia correspondiente, usos del propóleo, clasificación del polen por zonas y acciones terapéuticas del veneno o apitoxina; sin embargo, no se ha encontrado un registro comparado con el estudio que se efectúa el presente trabajo.

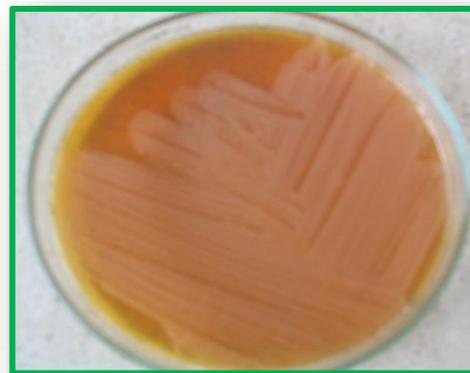
## METODOLOGÍA

Las mieles para este estudio se consideran multiflorales (néctar de origen diverso). La miel de la *Apis mellifera* provino de la vereda Puerto Colombia y se obtuvo por centrifugación de los panales, en una centrífuga de acero inoxidable con capacidad de cuatro cuadros, fue envasada sin sufrir calentamiento; la miel de la abeja *Tetragonisca angustula* provino de la vereda Altos de Buena Vista y fue extraída artesanalmente con jeringas estériles y envasada sin sufrir ningún tipo de tratamiento. Se utilizaron para el estudio muestras de miel diluida al 50 y 20% (v/v) y miel pura de ambas especies; como diluyente se empleó agua destilada esterilizada (Allen *et al.*, 1991), como control negativo agua estéril y como control positivo oxitetraciclina al 10%.

La cepa original de *Staphylococcus aureus* de la cual se obtuvieron las réplicas fue suministrada por el Laboratorio de Microbiología Animal de la Universidad de los Llanos (Gráficas 3 y 4). Después de confirmada la cepa joven con las pruebas de coagulasa y catalasa, se tomó 1 ml de la colonia y se introdujo en el tubo Cero de BHI (infusión cerebro - corazón), de éste se tomó 1 ml y se inoculó el tubo número uno que se rotuló con la concentración de  $10^{-1}$ ; así sucesivamente hasta el tubo seis y el ml sobrante se descartó (Gráfica 5). Estos cultivos se llevaron a incubar por 4 horas a  $37^{\circ}\text{C}$  o hasta detectar turbidez, pero no excediendo las 6 horas. Para determinar la actividad antibacteriana de la miel se empleó la técnica de difusión en agar, en este caso agar selectivo Müller Hinton, inoculando en el agar para cada concentración, 1 ml de la respectiva colonia desarrollada en los tubos BHI correspondientes (Gráfica 6).



**Gráfica 3.** Colonias de repique del *Staphylococcus aureus* en agar sangre



**Gráfica 4.** Colonias de repique del *S. aureus* en agar salado manita

Una vez vertido y solidificado el agar en las cajas de petri, calculando un grosor de 5 mm de la capa de agar para cada caja, se hicieron los pozos de 4 mm de diámetro, dos por caja, agregando 1 $\mu$ l a cada pozo de la miel pura de ambas especies respectivamente, de igual forma para las cajas con las diluciones al 50% y al 20% (Gráfica 7). La medida del pH se realizó con papel indicador (Merck) a las mieles puras, y diluidas de ambas especies. A la caja con los controles se le agregó a los pozos 1 $\mu$ l de agua estéril (negativo) e igualmente 1 $\mu$ l de oxitetraciclina

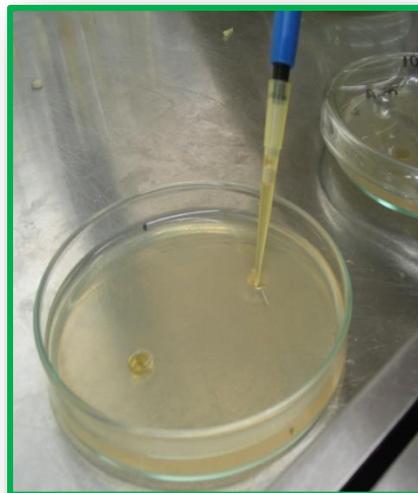
al 10% (positivo). Se hicieron cuatro réplicas por concentración, para un total de 96 cajas que se llevaron a incubación por 18 horas a 37°C.



**Gráfica 5.** Siembra en BHI



**Gráfica 6.** Inoculación cepa en el agar



**Gráfica 7.** Miel en los pozos

A los resultados obtenidos se les hizo un análisis comparativo y descriptivo de la media poblacional, utilizando para esto el programa Software estad.graphad.instat versión 3.06 (2003). Los datos son expresados +/- Error estándar de la media. Se buscó las diferencias entre parejas estadísticamente significativas  $P < 0.005$  aplicando la prueba de rangos múltiples o Test de Tukey-Kramer (Wayne, 2000).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico y la técnica para el reconocimiento de resistencia bacteriana que expresa en milímetros el diámetro de los halos inhibitorios medidos, arrojaron los siguientes resultados. Según los resultados de la Tabla 1 las mieles puras tanto de la *Apis mellifera* como de la *Tetragonisca angustula* presentaron la mayor inhibición en concentraciones bacterianas *in vitro* de  $1 \times 10^{-4}$  UFC. Las mieles diluidas de la *Apis mellifera* y *Tetragonisca angustula* al 20% no presentaron suficiente inhibición ante las concentraciones de  $1 \times 10^{-1}$ ,  $1 \times 10^{-2}$  y  $1 \times 10^{-3}$  UFC. El resto de las diluciones no presentaron una diferencia marcada entre sí por lo que se consideraron en general inhibitorias para las cuatro concentraciones. Todas las mieles estuvieron dentro de un rango de 21.2 mm como máximo y 11 mm como diámetro mínimo; el máximo obtenido, correspondió a la miel pura de la abeja *Apis mellifera* ante la concentración de  $1 \times 10^{-4}$  UFC y el mínimo correspondió a la miel de la *Tetragonisca angustula* en dilución al 20% ante la concentración bacteriana de  $1 \times 10^{-1}$  UFC (Tabla 1 y Figura 1).

Este resultado sugiere que la miel de abejas de ambas especies inhibe el crecimiento de la bacteria por la acción del peróxido de hidrogeno, producto de la acción enzimática de la glucoxidasas; esto concuerda con los resultados obtenidos por Molan en 1992, en los que se compara la acción antibacteriana del azúcar artificial y la miel de abejas, los resultados del poder antibacterial por inhibición obtenidos de la miel fueron mayores, a diferencia del azúcar artificial; debido según el autor, a la presencia y cantidad de enzimas que las abejas le agregan a la miel lo que hace más eficiente el peróxido de hidrogeno.

Concuerda también con los estudios hechos por Salazar en el año 2001, donde se evaluó la actividad antibacteriana *in vitro* de la miel de abejas utilizando cuatro clases de mieles ante el *Streptococcus mutans*, con los resultados determinaron que las diluciones de la miel al 30 y 35% (v/v) poseían características antibacteriales que interrumpían el crecimiento de la bacteria por la acción del producto conocido como peróxido de hidrogeno, el cual se presenta como resultado de la oxidación de la glucosa. El rango de dilución que utilizó Salazar se

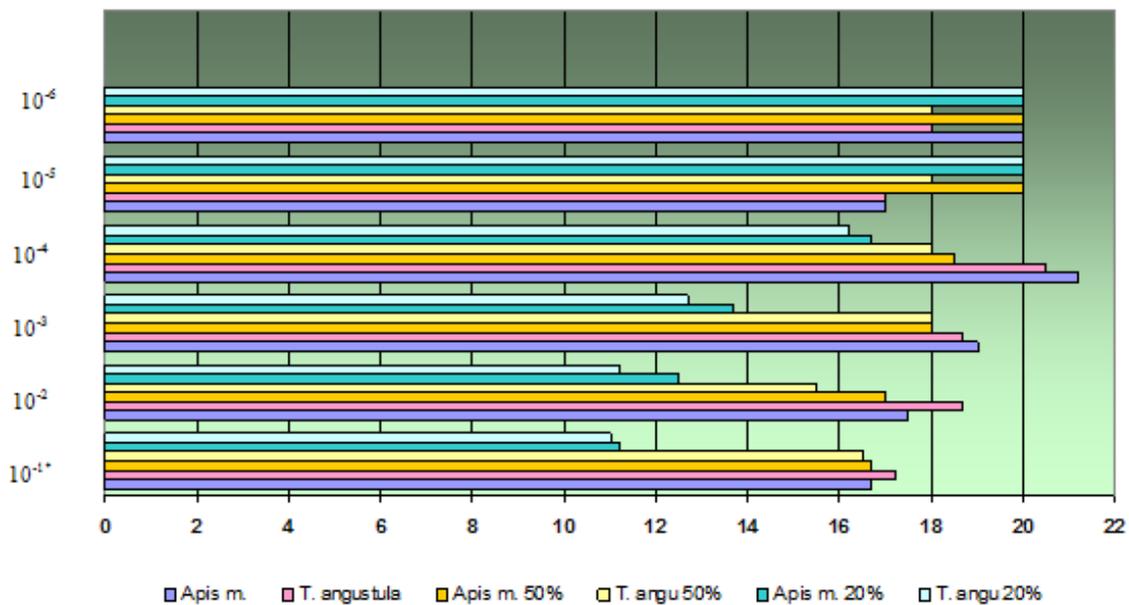
encuentra en el rango de las diluciones hechas al 50 y 20% (v/v) del presente estudio.

**Tabla 1.** Concentraciones mínimas inhibitorias (milímetros) de la miel *Apis mellifera* y la miel de la *Tetragonisca angustula* en sus presentaciones puras y diluidas al 50 y 20%, frente al *Staphylococcus aureus* coagulasa positivo.

Concentración Mínima Inhibitoria (Milímetros)					
Miel Pura		Dilución 50%		Dilución 20%	
[UFC]*	(mm)	[UFC]	(mm)	[UFC]	(mm)
A.m 10 <sup>-4</sup>	21.2	A.m 10 <sup>-4</sup>	18.5	A.m 10 <sup>-4</sup>	16.7
T.a 10 <sup>-4</sup>	20.5	T.a 10 <sup>-4</sup>	18	T.a 10 <sup>-4</sup>	16.2
A.m 10 <sup>-3</sup>	19	A.m 10 <sup>-3</sup>	18	A.m 10 <sup>-3</sup>	13.7
T.a 10 <sup>-3</sup>	18.7	T.a 10 <sup>-3</sup>	18	T.a 10 <sup>-3</sup>	12.7
A.m 10 <sup>-2</sup>	17.5	A.m 10 <sup>-2</sup>	17	A.m 10 <sup>-2</sup>	12.5
T.a 10 <sup>-2</sup>	18.7	T.a 10 <sup>-2</sup>	15.5	T.a 10 <sup>-2</sup>	11.2
A.m 10 <sup>-1</sup>	16.7	A.m 10 <sup>-1</sup>	16.7	A.m 10 <sup>-1</sup>	11.2
T.a 10 <sup>-1</sup>	17.2	T.a 10 <sup>-1</sup>	16.5	T.a 10 <sup>-1</sup>	11

MP (miel pura) A. m (Apis mellifera) T.a (Tetragonisca angustula) \* Resultados en mm

En otra investigación en el año 2001 por Molan, se estudiaron las características antibacteriales de la miel *in vitro* en diluciones al 10 y 5% ante el *Actinomyces pyogenes*, *Klebsiella*, *Nocardia sp*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus dysgalactiae* y *Streptococcus uberis*, bacterias causantes de mastitis bovina, los resultados indicaron que las 7 bacterias fueron inhibidas por la acción de la miel de Manuka en una dilución al 10% y 6 de 7 bacterias en la dilución al 5%, en comparación con los resultados de la miel monofloral, la cual inhibió las 7 bacterias en la dilución al 10% pero en la dilución al 5% solo 2 especies. La diferencia se basa en que los autores consideran que la miel de Manuka posee propiedades antibacteriales no dependientes del peróxido de hidrogeno, como si las tiene la miel monofloral del estudio y en general la mayoría de las mieles.



**Figura 1.** Comparación de la media de los resultados inhibitorios de la miel de *Apis mellifera* y de *Tetragonisca angustula*, en sus tres estados puras, diluidas al 50 y 20%. \* Concentración de *Staphylococcus aureus* coagulasa positivo por UFC

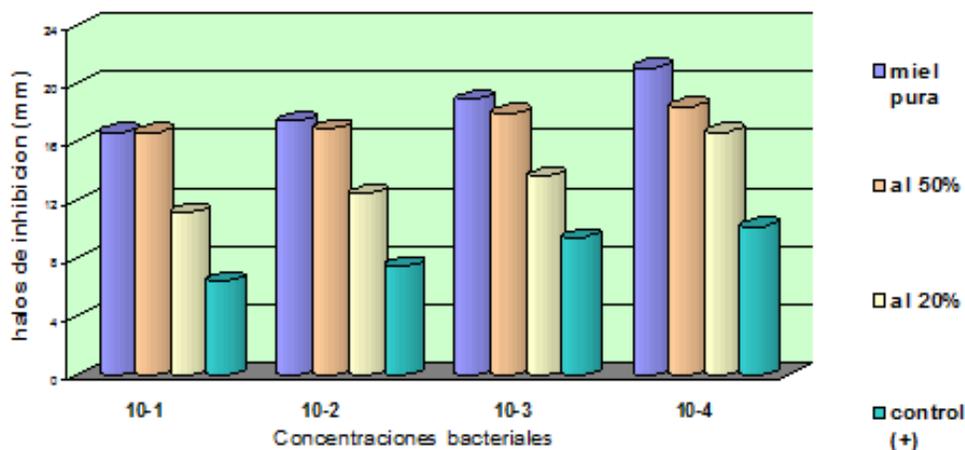
A pesar de no haberse obtenido resultados inhibitorios en este ensayo en las diluciones del 20% ante concentraciones bacteriales altas como lo son  $1 \times 10^{-1}$  y  $1 \times 10^{-2}$  (Tabla 1), se debe tener en cuenta que la mayoría de ensayos hechos con los productos de la colmena y específicamente con la miel de abejas, se han realizado a partir de concentraciones bacteriales de  $1 \times 10^{-6}$  en adelante; como lo reportó Cabrera *et al.*, en su proyecto de grado en el año 2003, donde el uso de concentraciones superiores a  $10^{-6}$  UFC se debe a que se acerca a la concentración bacteriana de una herida infectada, lo cual, según Díaz en el 2005, afirma que las heridas *in vivo* producidas bajo condiciones experimentales demostraron en un modelo biológico que la cantidad relativa de UFC (unidades formadoras de colonias bacteriales) presentes en una herida infecciosa normal, oscila entre las concentraciones de  $1 \times 10^{-8}$  y  $1 \times 10^{-9}$  UFC. Sin embargo, en este trabajo se utilizó las concentraciones más altas como lo son  $1 \times 10^{-1}$  hasta  $1 \times 10^{-6}$ , de las cuales se obtuvieron resultados más favorables de la miel como inhibidor del crecimiento bacteriano del *Staphylococcus aureus* en comparación con los resultados del antibiótico control.

En la Tabla 2 se detallan los resultados de las concentraciones mínimas inhibitorias de la miel de la *Apis mellifera* pura, diluida al 50 y 20% (v/v) y de la oxitetraciclina al 10% (control+). En la Figura 2 se observa que las colonias de *Staphylococcus aureus* coagulasa positivo fueron sensibles tanto en la miel pura como a la diluida al 50% de la *Apis mellifera* para las cuatro concentraciones, pero ante la dilución al 20% la bacteria mostró resistencia en las concentraciones de  $1 \times 10^{-1}$  y  $1 \times 10^{-2}$  UFC; no obstante, esta dilución fue medianamente sensible para la bacteria en las concentraciones de  $1 \times 10^{-3}$  y  $1 \times 10^{-4}$ . En todos sus estados la miel fue superior al control positivo: oxitetraciclina al 10% (Tabla 2, Figura 2).

**Tabla 2.** Concentraciones Mínimas Inhibitorias de la miel de la abeja *Apis mellifera* en su estado puro, diluido al 50 y 20% y de la oxitetraciclina 10% (control+). Datos expresados como media + error estándar de la media.

	Miel pura	Miel diluida al 50%	Miel diluida al 20%	Oxitetraciclina 10%
$10^{-1}$	16.7 + 0.4 <sup>b</sup>	16.7 + 0.7 <sup>b</sup>	11.2 + 0.2 <sup>cde</sup>	6.5 + 0.29 <sup>g</sup>
$10^{-2}$	17.5 + 0.2 <sup>b</sup>	17 + 0.7 <sup>b</sup>	12.5 + 0.2 <sup>cd</sup>	7.5 + 0.29 <sup>fg</sup>
$10^{-3}$	19 + 0.4 <sup>ab</sup>	18 + 0.4 <sup>ab</sup>	13.7 + 0.6 <sup>c</sup>	9.5 + 0.29 <sup>efg</sup>
$10^{-4}$	21.2 + 0.9 <sup>a</sup>	18.5 + 0.6 <sup>ab</sup>	16.7 + 0.6 <sup>b</sup>	10.25 + 0.25 <sup>def</sup>

\*a, b, c, d Medias con sobrescritos diferentes son estadísticamente diferentes (P < 0.05).



**Figura 2.** Inhibición del crecimiento bacteriano presentado por la miel de la abeja *Apis mellifera*, pura, diluida al 50 y 20% y la oxitetraciclina al 10%.

Estos resultados demuestran y sugieren que la miel pura de la *Apis mellifera* es más eficaz para las concentraciones bacterianas altas como lo fueron  $1 \times 10^{-1}$  hasta  $1 \times 10^{-4}$ , se sugiere que este efecto se puede dar por que la miel de abejas del género *Apis* en Colombia contiene un porcentaje mayor de humedad, según estudios de Salamanca en el año 1996, reporta un porcentaje superior al 17.7% entre el 18.8% y el 19.5%, para éstas mieles, lo cual se aleja del contenido de humedad estandarizado a nivel mundial, lo que la hace más diluida que la miel comúnmente usada en otros países para diversos experimentos.

Se sugiere que esto podría influir en el resultado debido a que, a pesar de utilizar una muestra pura, su alto contenido de humedad puede activar la oxidación de la glucosa, que se entiende está en mayor cantidad en la presentación pura que en las diluciones al 50 y 20%. Esto se puede comparar con los estudios de Weston en el año 2000, en los cuales propone que la actividad antibacteriana de la miel se debe a la cantidad de glucoxidasa, de catalasa, de peróxido de hidrogeno y de la respuesta enzimática por parte de la bacteria.

Sin embargo, se esperaría observar lo mismo en los resultados de la miel pura de la *Apis mellifera* y de la *Tetragonisca angustula* ante concentraciones bacteriales más bajas, como los eran las concentraciones de  $1 \times 10^{-5}$  a  $1 \times 10^{-6}$ , lo cual no se observó; por el contrario, las mieles diluidas de ambas especies fueron las que presentaron mayor inhibición (Tabla 4, Figuras 3 y 4). Este hecho fue observado y registrado por White en el año 1962 en su estudio conocido como: The identification of inhibine, the antibacterial factor in honey, as hydrogen peroxide and its origin in a honey glucose-oxidase system.

La respuesta principal sugerida a esta acción contradictoria, es que la miel sin diluir tiene una osmolaridad mayor a las mieles diluidas, es decir que la alta concentración de azúcares afectan el equilibrio intrínseco de la bacteria, así cuando la producción de peróxido es baja o nula en la miel no diluida, esta ejerce su propiedad higroscópica, deshidratando la bacteria. Chirife *et al.*, en el año 1983 basado en sus estudios define que la miel, como otros jarabes de azúcar y gomas saturadas de azúcar, tienen una osmolaridad suficiente para inhibir el crecimiento

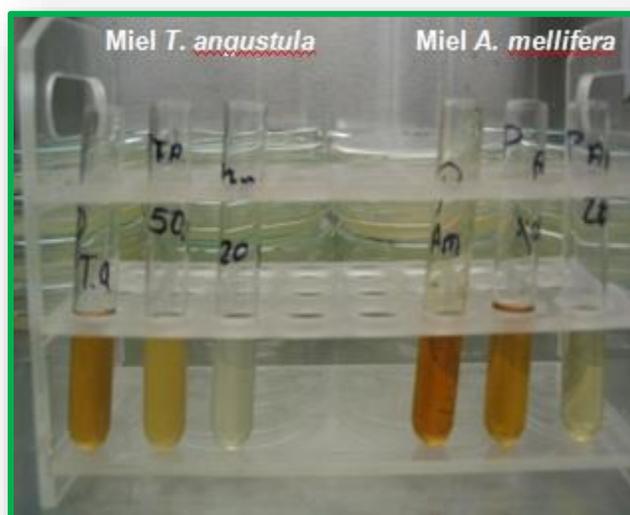
microbiano, pero cuando está es utilizada como capa protectora de la herida, se observa dilución de esta por el exudado de la herida, lo que reduce su osmolaridad a un nivel que deje de controlar la infección.

En otros estudios presentados por Allen *et al.*, en el año 2000 durante el primer Congreso Mundial de la Salud, realizado en Melbourne (Australia), los autores sostienen que durante la Fase 1 de la actividad antibacteriana de la miel ante el *S. aureus* meteciclino resistente (MRSA) presente en heridas causadas por quemaduras; es la osmolaridad la que tiene capacidad de absorción de líquidos. Según estos autores este tipo de actividad antibacteriana está basada en la deshidratación del citoplasma bacteriano que realiza, consiguiendo por un lado la lisis bacteriana y por otro, la incapacidad reproductora de las bacterias no lisiadas. Estas apreciaciones y los resultados observados en el presente trabajo se pueden comparar con las de Gheldof y Engeseth en el año 2002, los cuales reportaron en su estudio que aun cuando las propiedades antimicrobianas de la miel comúnmente son atribuidas a la presencia del peróxido de hidrogeno, estudios con mieles utilizadas en estado puro sin diluir del 100% v/v arrojaron resultados inhibitorios para la mayoría de los cultivos bacterianos, lo que se produce debido probablemente a su alta osmolaridad y acidez, por esta razón, concluyen los autores, la miel cuando es diluida, la producción de peróxido de hidrogeno es el principal agente antimicrobiano ya que ni la osmolaridad ni el pH son suficientes para detener el desarrollo de las bacterias.

Otra razón sugerida según los resultados en el presente trabajo, es que los compuestos de acción antibacterial están en mayor número en la miel pura que en la miel diluida, esto también fue observado por Weston, (2000) el cual dijo que algunos componentes fitoquímicos como los flavonoides y los fenoles, se encuentran en las mieles tanto productoras de peróxido de hidrógeno como en las no productoras de peróxido de hidrógeno, tienen ciertas cualidades antibacteriales que influyen en la inhibición.

Igualmente, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norte América en el área de Investigación Agrícola, publica en el 2001, que las mieles

con mayor cantidad de compuestos antioxidantes potencializan la acción antibacterial, además las mieles de color más intenso contienen una cantidad mayor de carotenos y flavonoides, los cuales tienen propiedades antibacteriales y sumado a esto la presencia de fenoles contribuye a la actividad antimicrobiana de la miel. Esta característica del color la encontramos en la miel de la *Apis mellifera* (Gráfica 8), por los estudios de los autores mencionados, se sugiere que, en las concentraciones muy altas de bacterias, la miel pura de ambas especies fue superior que los resultados obtenidos en las diluciones; presuntamente debido también por la mayor cantidad de compuestos antioxidantes. Descartamos que se deba al pH, ya que este no es disminuido por la adición del diluyente, por el contrario, se incrementa.



**Gráfica 8.** Color de las mieles

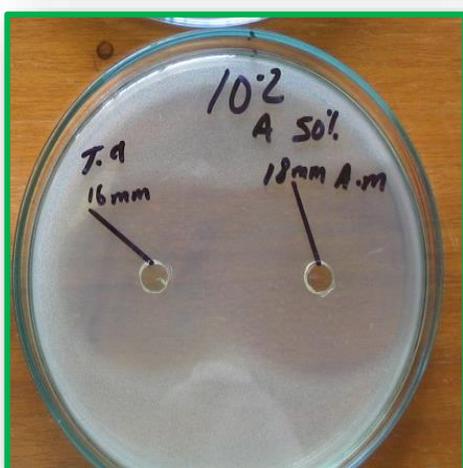
En cuanto a los resultados del antibiótico, la media de la inhibición para la concentración de  $1 \times 10^{-4}$  estuvo muy cerca de la obtenida por la miel al 20%, pero la diferencia radica en que la dilución al 20% se encontraba ante una concentración bacteriana de  $1 \times 10^{-2}$ , la cual era mayor que la del control, sin embargo, el *Staphylococcus aureus* coagulasa positivo, mostró resistencia con ambas presentaciones. En la Tabla 3 se detallan los resultados de las concentraciones mínimas inhibitorias de la miel de la *Tetragonisca angustula* pura, diluida al 50 y 20% (v/v). En la Figura 3 se tiene que las concentraciones de

*Staphylococcus aureus* coagulasa positivo de  $1 \times 10^{-1}$  a  $1 \times 10^{-4}$  UFC fueron sensibles a la miel pura de la *Tetragonisca angustula*, medianamente sensibles en las concentraciones  $1 \times 10^{-3}$  y  $1 \times 10^{-4}$  UFC ante la dilución al 50%; pero ante la dilución al 20% de las concentraciones de  $1 \times 10^{-1}$  hasta  $1 \times 10^{-3}$  UFC fue resistente, solo mostró mediana sensibilidad ante la concentración de  $1 \times 10^{-4}$  UFC de dicha dilución (Tabla 3 y Figura 3) (Gráfica 9 y 10).

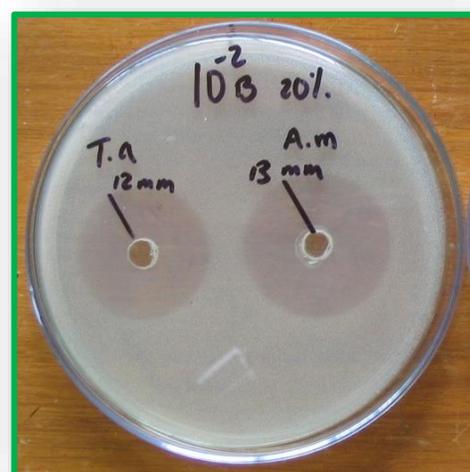
**Tabla 3.** Concentraciones mínimas inhibitorias de la miel de la abeja *Tetragonisca angustula* en su estado puro, diluido al 50 y 20% y de la oxitetraciclina 10% (control+). Datos expresados como media  $\pm$  error estándar de la media.

	Miel pura	Miel diluida al 50%	Miel diluida al 20%	Oxitetraciclina al 10%
$10^{-1}$	$17.2 \pm 0.8^{ab}$	$16.5 \pm 0.8^b$	$11 \pm 0.4^{de}$	$6.5 \pm 0.29^g$
$10^{-2}$	$18.7 \pm 0.4^{ab}$	$15.5 \pm 0.2^{bc}$	$11.2 \pm 0.2^{de}$	$7.5 \pm 0.29^{fg}$
$10^{-3}$	$18.7 \pm 0.8^{ab}$	$18 \pm 0.7^{ab}$	$12.7 \pm 1^{cd}$	$9.5 \pm 0.29^{efg}$
$10^{-4}$	$20.5 \pm 1.1^a$	$18 \pm 0.4^{ab}$	$16.2 \pm 0.4^b$	$10.25 \pm 0.25^{def}$

\*a, b, c, d Medias con sobrescritos diferentes son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).



**Gráfica 9.** Halos de inhibición  $10^{-2}$  UFC Miel diluida al 50%



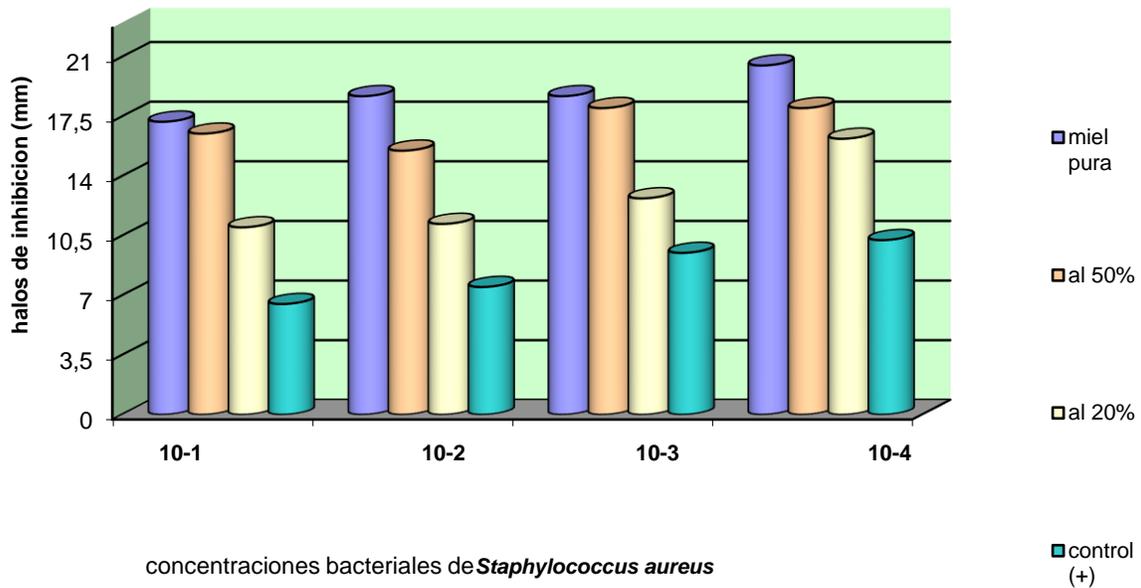
**Gráfica 10.** Halos de inhibición  $10^{-2}$  UFC Miel diluida al 20%

Estos resultados sugieren que la miel de la abeja *Tetragonisca angustula* logró inhibir el crecimiento de la bacteria gracias a su alto contenido de humedad, superior al de la abeja *Apis mellifera*, según Nates en el año 1996 establece que la miel de esta especie tiene un contenido de humedad del 25% y un pH más ácido que el pH de la miel de la abeja *Apis mellifera*, pero no fue suficiente para inhibir las altas concentraciones al 20% de su dilución, sin embargo comparada con los resultados del antibiótico control de las concentraciones  $10^{-4}$  y  $10^{-3}$ , fue superior su actividad aun cuando el *Staphylococcus aureus* presentó resistencia, el halo de la dilución al 20% de la miel de esta especie fue mayor a la del control ya que estaba enfrentada a la máxima concentración  $1 \times 10^{-1}$  UFC.

Igualmente se puede observar que la miel pura de la *Apis mellifera* fue eficaz para las concentraciones bacterianas altas como lo fueron  $1 \times 10^{-1}$  hasta  $1 \times 10^{-4}$ , se sugiere que esto se deba a su osmolaridad alta, a diferencia de la miel pura de la *Tetragonisca angustula* la cual demostró mayor inhibición ante las concentraciones  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$  que la presentada por la miel de la *Apis mellifera* en su estado puro. Se sugiere que este efecto se puede dar, como consecuencia de que la miel de abejas del género *Apis* tiene propiedades antibacteriales en su estado puro gracias a su osmolaridad alta, y la miel de la *Tetragonisca angustula* en las concentraciones bacterianas altas, actúa principalmente gracias a la producción de peróxido de hidrogeno en su estado puro que se encuentra más diluido que en el de la *Apis*, y en un segundo plano se esperaría que la osmolaridad también refuerce su actividad inhibitoria.

En las concentraciones bacterianas de  $1 \times 10^{-5}$  y de  $1 \times 10^{-6}$  no se produjo crecimiento bacteriano por lo cual no se obtuvieron resultados inhibitorios, conservándose la miel y los controles intactos dentro de los pozos, sin presencia de colonias contaminantes. Se sugiere que la bacteria no alcanzó un crecimiento exponencial en el tiempo estimado. Sin embargo, en un ensayo realizado posteriormente, basado en la misma metodología se repitieron los cultivos de estas dos concentraciones. En la Tabla 4 se muestran los resultados obtenidos de la segunda prueba realizada a las concentraciones de  $1 \times 10^{-5}$  y  $1 \times 10^{-6}$  UFC de la miel

pura, diluida al 50 y al 20% de las dos clases de mieles, que se realizaron después de no haberse obtenido los resultados esperados.

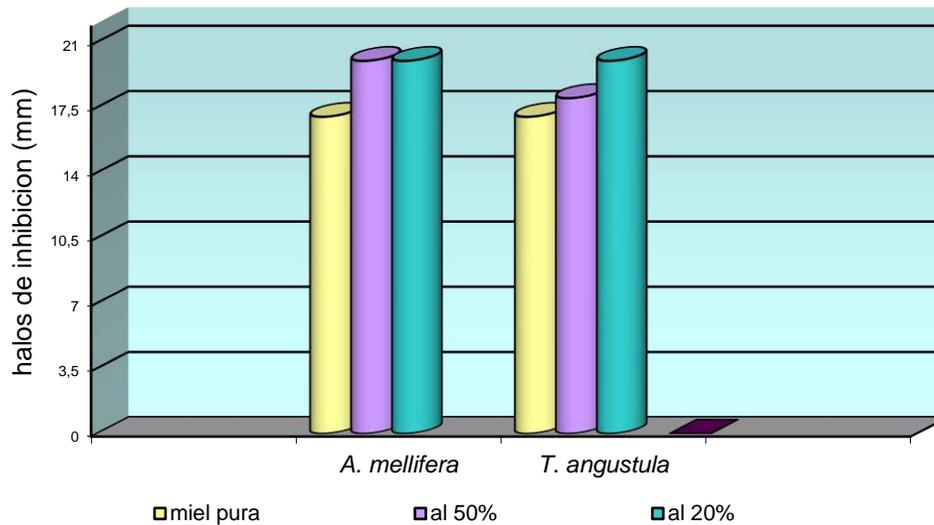


**Figura 3.** Inhibición del crecimiento bacterial presentado por la miel de la abeja *Tetragonisca angustula* pura, diluida al 50 y 20% y la oxitetraciclina al 10%.

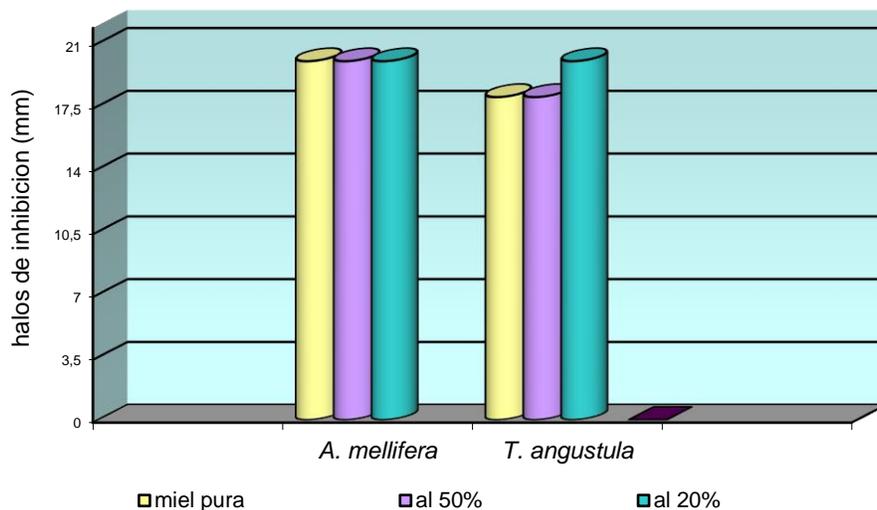
**Tabla 4.** Concentración mínima inhibitoria de la miel de la *Apis mellifera* y la miel de la *Tetragonisca angustula*, puras, diluidas al 50 y 20% en las concentraciones de  $1 \times 10^{-5}$  y  $1 \times 10^{-6}$  UFC

	$10^{-5}$ UFC		$10^{-6}$ UFC	
	<i>Apis mellifera</i>	<i>T. angustula</i>	<i>Apis mellifera</i>	<i>T. angustula</i>
Miel pura	17 mm	17 mm	20 mm	18 mm
Miel al 50%	20 mm	18 mm	20 mm	18 mm
Miel al 20%	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm

En las Figuras 4 y 5 se observa que el *Staphylococcus aureus* coagulasa positivo en concentraciones  $10^{-5}$  UFC y  $10^{-6}$  UFC es sensible a las mieles, tanto de la *Apis mellifera* como a la de *Tetragonisca angustula* y comprueba que los halos de mayor diámetro de inhibición, corresponden a las mieles diluidas al 50 y 20% de ambas clases de mieles respectivamente.



**Figura 4.** Inhibición del crecimiento bacterial presentado por la miel de la abeja *Tetragonisca angustula* y la miel de la *Apis mellifera* puras, diluidas al 50 y 20% ante la concentración bacterial de  $1 \times 10^{-5}$



**Figura 5.** Inhibición del crecimiento bacterial presentado por la miel de la abeja *Tetragonisca angustula* y la miel de la *Apis mellifera*, puras, diluidas al 50 y 20% ante la concentración bacterial de  $1 \times 10^{-6}$

El diámetro de los halos de la *Tetragonisca angustula* fue aumentando, sin embargo, ante las menores concentraciones bacteriales a medida que la miel era más diluida, a diferencia de las mieles de la *Apis mellifera*, las cuales mantuvieron los diámetros de los halos constantes a partir de la dilución al 20% de la concentración de  $1 \times 10^{-5}$  y en todas las pruebas en concentración  $1 \times 10^{-6}$ . En estos resultados podemos considerar que la miel de abejas tiene un poder inhibitorio más alto en las presentaciones diluidas que en las presentaciones puras, debido a la mayor producción de peróxido de hidrogeno y a la formación de ácido glucónico derivado de la reacción de la glucosa con el agua, por la acción de la glucoxidasa.

Pruitt y Reiteir en el año 1985, observaron y comunicaron que después de varios estudios está claro que el nivel de peróxido de hidrógeno en la miel es muy bajo, pero que sigue siendo eficaz como agente antimicrobiano y es más eficaz cuando es provisto por la acción continua de la glucoxidasa a diferencia de la presentación aislada usado en los tratamientos clínicos. Efem en 1988, recomendó la aplicación de miel en el tratamiento de úlceras, lesiones herpéticas, grietas y llagas; después del ensayo con 50 pacientes que presentaban ulceraciones de piel, todos fueron tratados con miel de abejas de los cuales el 70% sano completamente, el 22% sanaron parcialmente y un 8% no mostró mejoría alguna. Refiere el autor que, debido a sus múltiples propiedades como la hiperosmolaridad, la producción de peróxido de hidrogeno y pH ácido, la hacen un agente antimicrobiano natural de origen animal. Molan en el año 1992 explica que la actividad antibacteriana de la miel natural, es debido a las enzimas como la glucoxidasa, que es adicionada a la miel por las abejas y que regula la cantidad de peróxido de hidrógeno, cuyo efecto es reconocido como antibacteriano.

Weston en al año 2000 después de sus ensayos basados en las diferentes cantidades de catalasa en la miel hace referencia que la principal actividad antibacteriana se debe a la producción de peróxido de hidrogeno, y que pueden haber compuestos fitoquímicos que colaboren con esta, pero no son específicos para todas las clases de mieles.

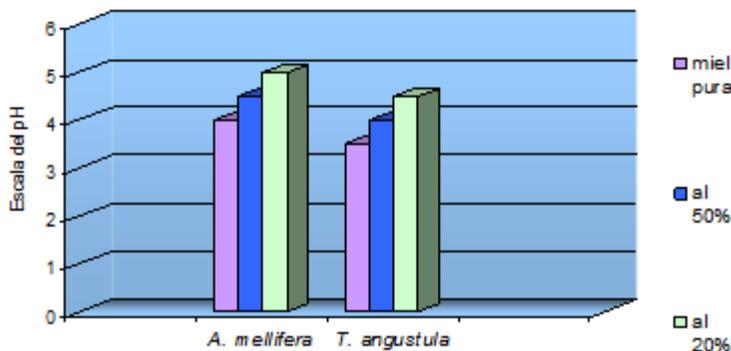
En el año 2003 Williams y Maureen, refieren que después de realizar estudios para determinar las cualidades antibacteriales de la miel de abejas en tratamientos impartidos a pacientes con heridas por quemadura, establece que un número de características inherentes a la miel pudieron contribuir a su capacidad de luchar contra dichas infecciones y de promover la curación y cicatrización, aclara que un alto contenido de los azúcares permite que la infección y el líquido exudado por las heridas disminuyan por un proceso llamado ósmosis, a la vez la miel previene el crecimiento bacteriano con su pH ácido y por una enzima del grupo de las oxidasas, que induce a la producción de pequeñas cantidades de peróxido de hidrógeno, concluye que un número considerable de estudios, han confirmado los efectos antibacterianos de la miel en ensayos de prueba, sin embargo hay que tener en cuenta que así como hay diversas mieles también hay diversos niveles de la actividad contra bacterias específicas.

Bangroo *et al.*, en el año 2005 compararon en un estudio con pacientes del pabellón de quemados del área de pediatría, la eficacia de la miel y la sulfadiazina de plata; los mejores resultados obtenidos fueron en los que se utilizó la miel de abejas, refiriendo que esta actividad antibacteriana se debida a los inhibidores presentes en miel, principalmente el peróxido de hidrógeno. Lo que está acorde con los resultados obtenidos en otros estudios publicados, que concuerdan en que la acción inhibitoria del crecimiento microbiano de las mieles, se debe a la presencia de peróxido de hidrogeno en las mieles diluidas (Allen y Molan, 2002; Bose, 1982; Cabrera *et al.*, 2002; Cooper y Molan, 1999; Efem, 1988; Molan, 1992; Ortiz, 1990; Salazar, 2001; Weston, 2000). Como se aprecia en la Tabla 5 y la Figura 6, la miel de la *Tetragonisca angustula* tiene un pH más ácido que el de la miel de la *Apis mellífera*, lo cual sugiere que su pH ácido favoreció al efecto inhibitorio en concentraciones bacteriales superiores a  $1 \times 10^{-3}$ , lo cual concuerda con estudios de otros autores los cuales se basan en que la acidez de la miel es inapropiada para que se desarrollen las bacterias debido a la desactivación de las enzimas bacterianas por causa de ésta.

**Tabla 5.** Comparación de los resultados del pH presentado por Miel de la abeja *Apis mellifera* y la miel de la abeja *Tetragonisca angustula* en estado puro y diluido al 50 y 20%.

Miel	<i>Apis mellifera</i>	<i>Tetragonisca angustula</i>
Pura	pH 4.0	pH 3.5
Diluida al 50%	pH 4.5	pH 4.0
Diluida al 20%	pH 5.0	pH 4.5

Nates, (1996) sostiene que las mieles de los meliponios tienen una actividad antibacteriana que va desde 2.50 (mediana) hasta 4.94 (máxima) en una escala de cinco, menor que la presentada por la miel de la *Apis mellifera*, lo que está acorde con los resultados inhibitorios de la miel de la *Tetragonisca angustula* presentados en este ensayo ya que en las concentraciones inferiores a  $1 \times 10^{-3}$  ni el peróxido de hidrógeno, ni la osmolaridad, ni la acidez, lograron producir un efecto significativo ante un número tan elevado de colonias.



**Figura 6.** Gráfica comparativa de los resultados del pH presentados por Miel de la abeja *Apis mellifera* y la miel de la abeja *Tetragonisca angustula* en estado puro, diluido al 50 y 20%.

Cisneros *et al.*, (1997) en sus estudios sostiene que es el cambio brusco en el pH lo que produce una alteración en la concentraciones de protones y por ende la alteración de las estructuras de la enzima bacteriana, inactivando sus propiedades catalíticas, lo cual si se observó en nuestro ensayo en las concentraciones de  $10^{-5}$  y  $10^{-6}$  ante las diluciones de ambas mieles al 50 y 20%; este pH también se vio

involucrado en la actividad antibacterial gracias a la formación de ácido glucónico resultante de la acción de la glucoxidasa, es decir que a medida que se diluía la miel, la glucoxidasa reaccionaba con la glucosa, obteniéndose de esta reacción: peróxido de hidrogeno y ácido glucónico (Tabla 5 y Figura 6).

## CONCLUSIONES

Se comprobó durante este estudio que la miel de la abeja *Apis mellífera* y de la *Tetragonisca angustula*, puras y diluidas al 50 y 20%, poseen propiedades antibacteriales que las hacen efectivas para detener el crecimiento de las colonias del *Staphylococcus aureus* coagulasa positivo, en un ensayo in vitro y que las concentraciones mínimas inhibitorias de la miel dependen de la concentración bacteriana y del estado puro o diluido de las mismas mieles.

Los compuestos de la miel y sus características como la acidez y la hiperosmolaridad, hacen de esta sustancia una alternativa para inhibir el crecimiento bacterial, como en este caso el del *Staphylococcus aureus* coagulasa positivo, por lo que se podría considerar a la miel como un agente antimicrobiano natural de origen animal.

La miel de la *Tetragonisca angustula* que se encuentra más diluida que la miel de la abeja común es una buena alternativa antimicrobiana por la mayor producción de peróxido de hidrógeno y mayor acidez; comparada con la miel de *Apis mellífera*.

Es fundamental tener en cuenta que las propiedades antibacteriales de la miel difieren debido a los múltiples tipos de néctar que existen, de la población de abejas en el momento de la recolecta, de la secreción de glucoxidasa por parte de las abejas pecoreadoras, y fundamentalmente que la miel de estudio, debe ser miel cruda, es decir sin sufrir ningún tipo de tratamiento con calor, debido a la destrucción de enzimas por la acción de este. Es recomendable en casos de que se requiera una muestra estéril de cualquier microorganismo, hacerlo por el método de irradiación, el cual no desnaturaliza los compuestos presentes en la miel.

Con una población bacteriana estimada en los procesos infecciosos, a partir de  $1 \times 10^{-8}$  UFC se sugeriría hacer un ensayo in vivo para compararlo con los resultados *in vitro* obtenidos en el presente trabajo.

Teniendo en cuenta la conclusión de los resultados, se podría recomendar que para próximos estudios de esta índole, es necesario establecer antes, la presencia y cantidad de las enzimas catalasa y glucoxidasa en la miel sometida a estudio; además de obtener el porcentaje de humedad específico para la misma.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Al-Jabri A. A., Al-Hosni S. A., Nzeako B. C., Al-Mahrooqi Z. H., Nsanze H. Antibacterial activity of Omani honey alone and in combination with gentamicin. Laboratories of the Department of Microbiology and Immunology, College of Medicine and Health Sciences, Sultan Qaboos University, Sultanate of Oman in 2004.
2. Allen, K. L., Molan, P. C. The sensitivity of mastitis causing bacteria to the antibacterial activity of honey. Hamilton, New Zealand: s. n. 2002.
3. Allen K. L., Hutchinson G., Molan P. C. The potential for using honey to treat wounds infected with MRSA and VRE. First World World Healing Congress; Melbourne, Australia. 2000.
4. Allen, K. L., Molan, P. C., Reid, G. Survey of activity of some New Zealand honeys. New Zealand: Apypharm. 1991.
5. Asis M. para todos editado en tía trini, S.A. México, 355 p. 2007.
6. Bangroo A. K., Ramji K., Smita C. Honey dressing in pediatric burns. Journal of the Indian Association Pediatric Surgeons; 10 (2):172-5. 2005
7. Bose, B. Honey or sugar in treatment of infected wounds. s. l.: s. n., 1982.
8. Cabrera, L. *et al.* Actividad antibacteriana de la miel de abejas multiflorales (*Apis mellifera scutellata*) de cuatro zonas apícolas del estado Zulia de Venezuela. Caracas (Venezuela): Universidad de Caracas, Laboratorio de alimentos, Facultad de Ciencias, 2002.
9. COMISION EUROPEA AL PARLAMENTO Y CONSEJO. Plan de acción contra la amenaza creciente de las resistencias bacterianas. Comunicación 748 final, 17 p. Bruselas, 2011.
10. Chirife J., Herszage L., Joseph A., Kohn E.S. In vitro study of bacterial growth inhibition in concentrated sugar solutions: microbiological basis for the use of sugar in treating infected wounds. *Antimicrob Agents Chemother*, 23 (5): 766-73. 1983
11. Cisneros, E.; Pupo, J.; Céspedes, E. Enzimas que participan como barreras fisiológicas para erradicar los radicales libres: III Glutacion peroxidasa. *En: Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*. 16 (1): 10-15. 1997.

12. Cooper, R. A.; Molan, P. C.; Harding, K. G. Antibacterial activity of honey against strain of *Staphylococcus aureus* from infected wound. *En: Society medical*. 1999.
13. Crane, E. A book of Honey. Estados Unidos: Oxford University, 1980.
14. Crane, E., Graham, J. Bee hives of the ancient world. *En: Chapter No. 66. Hamilton (Illinois): Dadant, 1985. p. 148-170.*
15. Díaz, S. L. Modelo de herida infectada. Instituto Superior de Medicina Militar. *En: Cubana de Medicina. La Habana 2005.*
16. Efem, S. E. Clinical observations on the wound healing properties of honey. s. l.; s. n., 1988.
17. Engel, M. Fossil honey bees and evolution in the genus *Apis* (*Hymenoptera: Apidae*). *Apidologie. En: Chapter Nos. 29-30. p. 265-281. 1998.*
18. García R., J. A.; Canton, R. Anton, R., García, S. E. Métodos básicos para el estudio de la sensibilidad a los antimicrobianos. *En: Acta Médica (Chile). 2000.*
19. Gheldof N., Engeseth N. Antioxidant capacity of honey from various floral sources based on the determination of oxygen radical absorbance capacity and inhibition of in vitro lipoprotein oxidation in human serum samples. *J Agric Food Chem.; 50: 3050-3055. 2002*
20. Molan, P. C. The antibacterial activity of honey. The nature of antibacterial activity. *Bee world. 1992.*
21. Molan, P. C. Potential of honey in the treatment of wounds and burns. s. l.: s. n., 2001.
22. Molan, P. C., Russel, K. M. Non-peroxide antibacterial activity in some New Zealand honeys. New Zealand: s. l: s. n., 1988.
23. NATIONAL HONEY BOARD. pH Acids in Honey. (The National Honey Board, 390 Lashley Street Longmont, CO 80501-6045 USA).
24. Nates, P. G. Abejas sin aguijón de Colombia (*H. melliponini*). Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, C. E Javeriano, 1996.
25. Ortiz, V. A. Actividad germicida de la miel (Factores). Castilla: Laboratorio de la Miel, Centro Apícola de Castilla, 1990.
26. Pruitt, K. M., Reiter, B. Biochemistry of peroxidasa system (antimicrobial effects). New York: s. n., 1985.
27. PROFECO. Calidad de miel de abeja, Revista del Consumidor No. 287, Enero 2001. 5 p. [consultado 22 de febrero 2013] Disponible En: [http://www.profeco.gob.mx/revista/pdf/est\\_01/miel.pdf](http://www.profeco.gob.mx/revista/pdf/est_01/miel.pdf)
28. Salazar, L. A. Actividad antimicrobiana in vitro de la miel de abejas sobre bacterias cariogénicas (*Streptococcus mutans*). Chile: Universidad de La Frontera, Ciencias básicas de la Facultad de Medicina, 2001.
29. Salamanca, G. Elementos para la interpretación de la Apicultura en Colombia. Universidad del Tolima, Facultad de Ciencias, Departamento de Química, 1996.
30. Turner, F. J. Hydrogen peroxide and other oxidant disinfectants. 3 ed. Philadelphia: s. n., 1983.
31. Ulloa J., Mondragón P., Rodríguez R. y Reséndiz J. La miel de abeja y su importancia. *Revista Fuente Año 2, No. 4, Septiembre 2010:11-18*

32. Wayne, W. D. Bioestadística, base para el análisis de las ciencias de la salud. 3 ed. México: Limusa, 2000.
33. Weston, R. J. The contribution of catalase and other natural products to the antibacterial activity of honey: a review. Food Chemistry. s. l: s. n., p. 235-239. 2000.
34. White, J. W. Composition of American Honey. Washington: Department of Agriculture, 1962.
35. Williams, N. D. The topical use of the honey is beneficial in the treatment of wounded and he/she burns, according to a critic in the newspaper of the wound, of Ostomy, and of the occupation of nurse of Contenance (2002; 29:295-300). Publication Health notes Newswire. 2003.

**Determinación de *Babesia canis* y *Ehrlichia canis*, en hemolinfa de garrapatas teleoginas de *Rhipicephalus sanguineus***

**Determination of *Babesia canis* and *Ehrlichia canis*, in hemolymph of teleogynous ticks of *Rhipicephalus sanguineus***

Gonzales Barbosa Liliana<sup>1</sup> y Lesmes Luis Alfonso<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Medico Veterinario Zootecnista, Universidad de los Llanos

[llesmes@laboratoriosprovet.com.co](mailto:llesmes@laboratoriosprovet.com.co)

Recibido 05 de Marzo 2013, Aceptado 02 de Abril 2013

**RESUMEN**

El presente estudio se llevó a cabo en el laboratorio de microbiología de la Universidad de los Llanos Orientales, ubicada a 4 km de la ciudad de Villavicencio (Meta), con una temperatura promedio de 28°C, humedad relativa del 80% y una altura de 440 msnm. El objetivo fue determinar la presencia de *Babesia canis* y *Ehrlichia canis*, por medio del extendido y coloración de Giemsa en la hemolinfa de garrapatas teleoginas de *Rhipicephalus sanguineus* (RS), mediante capturadas en perros de la ciudad de Villavicencio, utilizando la técnica de identificación propuesta por López (1980); con el fin de conocer si la técnica es aplicable para esta garrapata. Para el estudio se recolectaron 200 garrapatas teleoginas de RS, las cuales se tomaron de caninos infestados, en la ciudad de Villavicencio. Para el procedimiento del examen de hemolinfa se lavaron las garrapatas con agua y alcohol antiséptico al 70%, luego fueron secadas con toalla de papel introduciéndolas en cajas de petri para colocarlas a incubar a 28°C y 80% de humedad relativa por tres días. Se procedió a cortar los tarsos cuidadosamente de cada una de las garrapatas en incubación, extrayendo de estos una muestra de hemolinfa. Esta gota de hemolinfa se colocó en láminas porta objetos, se procedió a fijarla con alcohol metílico por 2 minutos, luego se inició la coloración con Giemsa por 45 minutos, posteriormente se observaron al microscopio (100x) y se identificaron las células de la hemolinfa. Las muestras analizadas de hemolinfa de RS, arrojaron un resultado del 100% negativas para los dos agentes patógenos en

estudio *Babesia canis* y *Ehrlichia canis*. Aunque no se determinó la presencia de *Ehrlichia canis* y *Babesia canis* en los extendidos de hemolinfa tomados del tarso de las teleoginas de RS en los muestreos realizados no se puede asumir que los hemoparásitos no se encuentran presentes en los caninos, por esta razón es recomendable realizar muestreos de las garrapatas en diferentes fases del ciclo de vida, con base en estudios realizados en la hemolinfa de RS variando la temperatura. Se concluye que la técnica descrita por López en 1980, no es aplicable para la determinación de *Babesia canis* y *Ehrlichia canis* en las condiciones desarrolladas en el presente trabajo.

**Palabras clave:** Hemoparásitos, *Babesia canis*, *Ehrlichia canis*, *Rhipicephalus sanguineus*.

### ABSTRACT

The present study was carried out in the laboratory of microbiology at the University of the Llanos Orientales, located 4 km from the city of Villavicencio (Meta), with an average temperature of 28°C, relative humidity of 80% and a height of 440 m.a.s.l. The objective was to determine the presence of *Babesia canis* and *Ehrlichia canis*, through extended and Giemsa in the hemolymph of engorged females of *Rhipicephalus sanguineus* ticks (RS) by dogs captured in the city of Villavicencio, using the proposed identification technique by Lopez (1980) in order to determine whether the technique is applicable to this tick. For the study collected 200 ticks engorged RS, which were taken from infected canines in the city of Villavicencio. For hemolymph-examination ticks were washed with water and 70% rubbing alcohol, then were dried with paper towel petri dishes fitting them in to place to incubate at 28°C and 80% relative humidity for three days. He proceeded to cut the shanks carefully each incubation ticks, extracting from them a sample of hemolymph. This drop of hemolymph was placed on slide slides, fixed with methyl alcohol for 2 minutes, then began staining with Giemsa for 45 minutes, then observed under a microscope (100x) and cells were identified by the hemolymph. The samples of hemolymph RS, yielded a negative result of 100% for both study pathogens *Babesia canis* and *Ehrlichia canis*. Although not determined the

presence of *Ehrlichia canis* and *Babesia canis* in hemolymph smears taken from the tarsus of the RS engorged in the samples taken cannot be assumed that blood parasites are not present in canines, for this reason it is advisable to perform sampling of ticks in different phases of the life cycle, based on studies in the hemolymph of RS varying the temperature. We conclude that the technique described by Lopez in 1980, does not apply to the determination of *Babesia canis* and *Ehrlichia canis* in the conditions developed in the present work.

**Keywords:** Hemoparasite, *Babesia canis*, *Ehrlichia canis*, *Rhipicephalus sanguineus*.

## INTRODUCCIÓN

En su labor, los Médicos Veterinarios se ven enfrentados a enfermedades bacterianas, virales, parasitarias, entre otras; muchas de éstas transmitidas por diferentes vectores, los cuales pueden servir como hospedadores intermediarios importantes, que permiten la prevalencia de la enfermedad y el incremento de las enfermedades zoonóticas. El laboratorio clínico, es una de las herramientas más utilizadas para el diagnóstico de las enfermedades hemoparasitarias, ya que ayuda al clínico a enfocar el diagnóstico, sin embargo, la identificación del agente etiológico de la enfermedad hemoparasitaria, junto con el análisis de los signos clínicos y los resultados de patología clínica, permite el diagnóstico definitivo de la enfermedad, situación que se logra en pocos casos.

La Babesiosis y la Ehrlichiosis, son dos enfermedades hemoparasitarias frecuentes en perros en los llanos orientales, transmitidas principalmente por *Rhipicephalus sanguineus* (RS) (López, 1999), con signos clínicos comunes con otras enfermedades, que hacen en la praxis que se incluyan varios diagnósticos diferenciales, esto obliga al Médico Veterinario a apoyarse en el laboratorio clínico, con el fin de orientar su diagnóstico.

La Babesiosis es una enfermedad infecciosa causada por un protozoo llamado *Babesia* intraeritrocítico (Cholich *et al.*, 2004). La babesiosis en el perro es causada por *Babesia canis*. Estudios recientes han demostrado que existen tres

genotipos en todo el mundo, *Babesia canis*, *Babesia canis vogeli* y *Babesia canis rossi*, de las cuales las tres pueden ser transmitidas por RS. La *Babesia canis* se observa como trofozoítos piriformes en glóbulos rojos, siendo observados también en macrófagos y células endoteliales de pulmón e hígado (Hendrix, 1999). El cuadro clínico varía desde cuadros fulminantes a leves, incluso autolimitante, por lo que la enfermedad suele pasar desapercibida y, en muchas ocasiones, ni siquiera se diagnostica (Couto y Nelson, 2000). El diagnóstico se realiza mediante un análisis de sangre que permite identificar a los parásitos en el interior de los glóbulos rojos: Frotis sanguíneo teñida con Giemsa. Si no se observa no se puede descartar y entonces la serología es la base del diagnóstico. El tratamiento de la enfermedad se escoge en función del cuadro clínico. Si el cuadro es severo hay que actuar con urgencia y establecer fluidoterapia intravenosa e incluso transfusión en caso de anemia severa. Si el animal está estable se utiliza dipropionato de imidocarb con una dosis de 5 mg/Kg de peso vía intramuscular con previa aplicación de Atropina y se repite la dosis a los 15 días. La forma de prevención principal de esta enfermedad es el tratamiento contra las garrapatas (Aguirre *et al.*, 2004)

La Ehrlichiosis es otra enfermedad infecciosa causada por un microorganismo parásito obligado intracelular perteneciente a la familia *Rickettsiaceae* denominado *Ehrlichia canis*. Este es un microorganismo pleomórfico, cocoide gram (-), aeróbico que no crece en medios bacteriológicos estándares. Se caracteriza por la sobrevivencia intracelular obligada localiza dentro del citoplasma y se reproduce por fisión binaria tanto en el hospedero vertebrado como en el vector invertebrado (Simone *et al.*, 2005). Existen diferentes especies dentro de este grupo siendo *Ehrlichia canis* la principal responsable de los cuadros clínicos en el perro. Estos agentes son transmitidos por la picadura de garrapatas y en casos esporádicos, por transfusión de sangre (Dalglish *et al.*, 1998). Básicamente existen tres presentaciones clínicas de Ehrlichiosis canina (EC). Estas se diferencian porque las especies causantes tienen afinidad variable por distintos tipos de células sanguíneas (Couto y Nelson, 2000). Las principales son E. monocítica: afecta a células sanguíneas mononucleares produciendo un descenso en el número de

todas ellas. Las especies productoras de este proceso (entre ellas *E. canis*) son las responsables de los cuadros clínicos más importantes y típicos de la enfermedad. *E. granulocítica*: afecta principalmente a los neutrófilos y los signos clínicos son cojera, inflamación de articulaciones y fiebre. Trombocitopenia cíclica: sin signos clínicos evidentes, únicamente se encuentra descenso en el número de plaquetas. La EC es transmitida por RS o garrapata café del perro por lo que la enfermedad podría presentarse donde quiera que este parásito se encuentre, principalmente donde el clima es tropical (Barrera *et al.*, 2005). Se ha determinado que en zonas endémicas la seroprevalencia no difiere significativamente entre perros mascotas clínicamente sanos con perros callejeros o que presenten sintomatología clínica (Woody y Hoskins, 1991). La transmisión se realiza mediante un vector biológico y por lo tanto la Ehrlichiosis puede ocurrir donde quiera que se encuentre el vector. Una vez infectada la garrapata puede transmitir la enfermedad por lo menos 155 días después que se separa del hospedero, es decir, que puede ocurrir en cualquier estado de desarrollo de la garrapata (larva, ninfa, adulto). La diseminación entre ellas no es transovárica sino a través de un perro infectado. La infección en el canino se desarrolla cuando la garrapata se alimenta de la sangre y su secreción salival contamina el sitio donde pica (Cordovés, 1997). La gravedad y presentación de los signos clínicos dependen del propio sistema inmunitario de cada animal y de la virulencia del agente infeccioso, éste se multiplica en células mononucleares circulantes y en células de defensa del hígado y bazo (sistema fagocítico mononuclear). De estas células puede transportarse a otros órganos como pulmones, meninges, riñones. Del tipo de lesión y localización en los diferentes órganos y sistemas derivan los signos clínicos que manifiesta el animal infectado (Hendrix, 1999). El diagnóstico se realiza en una primera etapa, con base en la sintomatología clínica y al cuadro hematológico, donde encontramos pancitopenia, anemia aplásica y trombocitopenia; ésta última es considerada como la alteración más consistente en la infección por *Ehrlichia canis*. El examen serológico mediante Inmunofluorescencia Indirecta (IFAT) constituye el método de elección para el diagnóstico de EC. Por último, está el diagnóstico citológico que se realiza por la

observación de la mórula de *Ehrlichia canis* en los monocitos. Los exámenes hematológicos no siempre entregan una información clara, suele observarse leucopenia seguida por leucocitosis con monocitosis y linfocitosis. Generalmente la anemia es no regenerativa. Estas anomalías hematológicas rara vez se presentan en forma simultánea, son más frecuentes diversas combinaciones (de Tami y Tami, 2004). El tratamiento consiste en la administración de tetraciclina u oxitetraciclina y en el caso de infecciones crónicas con evidencia de falla renal, la doxiciclina (Hoskins, 1991). Oxitetraciclina por vía oral en dosis de 33 mg/kg. TID durante 2 - 4 semanas, dependiendo del caso en particular, más administración de tratamiento de sostén (transfusión sanguínea, electrolitos, vitaminas) de acuerdo a la necesidad (Ristic y Holland, 1992). Doxiciclina en dosis de 10 mg/kg/día BID por un mes en casos agudos y en casos crónicos por dos meses (Greene, 1995).

Este trabajo busca determinar la presencia de *Babesia canis* y *Ehrlichia canis*, por medio del extendido y coloración de Giemsa en la hemolinfa de garrapatas teoginas de RS, capturadas en perros de la ciudad de Villavicencio, utilizando la técnica de identificación propuesta por López (1980); con el fin de conocer si la técnica es aplicable para esta garrapata.

Evaluar y desarrollar técnicas de identificación de los agentes hemoparasitarios en su hospedador, permite el desarrollo de investigación básica, con el fin que más adelante sea correlacionada la evidencia de los hospedadores contaminados, con los animales positivos a la enfermedad hemoparasitaria, lo que puede convertir la evaluación de la garrapata, en una prueba diagnóstica indirecta y económica en el caso que la parasitemia por *Babesia canis* y *Ehrlichia canis* en el perro sea baja y no permita su identificación en los extendidos de sangre periférica.

## METODOLOGÍA

El presente estudio se llevó a cabo en el laboratorio de microbiología de la Universidad de los Llanos Orientales, ubicada a 4 km de la ciudad de Villavicencio (Meta), con una temperatura promedio de 28°C, humedad relativa del 80% y una altura de 440 msnm (IDEAM, 2003). Para el estudio se recolectaron 200

garrapatas Teleoginas de RS, las cuales se tomaron de caninos infestados (Figura 1), en la ciudad de Villavicencio. Las Teleoginas adultas de RS que se colocaron en una caja de petri para luego llevarlas a la cámara húmeda y se dejaron en incubación a 28°C y un 80% de humedad relativa por cinco días para *Babesia canis*.

Para el procedimiento del examen de hemolinfa en la garrapata RS se continuó con el siguiente protocolo: se lavaron las garrapatas con agua y alcohol antiséptico al 70% (Figura 2), luego fueron secadas con toalla de papel introduciéndolas en cajas de petri para colocarlas a incubar a 28°C y 80% de humedad relativa por tres días ya que a los cinco días lo invertebrados se encontraban ovopositados.



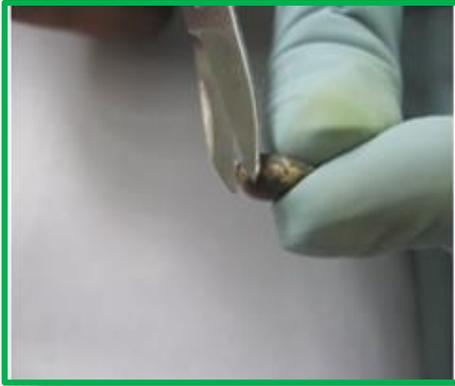
**Figura 1.** Animal para extracción de las garrapatas



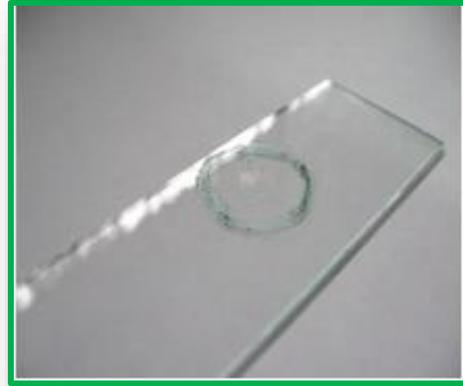
**Figura 2.** Lavado de la garrapata con agua y alcohol antiséptico al 70%

Se procedió a cortar los tarsos cuidadosamente de cada una de las garrapatas en incubación (Figura 3), extrayendo de estos una muestra de hemolinfa. Esta gota de hemolinfa se coloca en láminas porta objetos, previo diseño del círculo con esmalte en la parte anterior de la laminilla (Figura 4), para tener un mejor reconocimiento dado la escasez de la muestra.

Cuando se tuvo la muestra de hemolinfa dentro del círculo, se procedió a fijarla con alcohol metílico por 2 minutos (Figura 5). Luego se inició la coloración con Giemsa por 45 minutos (Figura 6), tiempo para terminar la fijación, cuando las láminas secaron completamente se observó al microscopio (100x) y se identificaron las células de la hemolinfa.



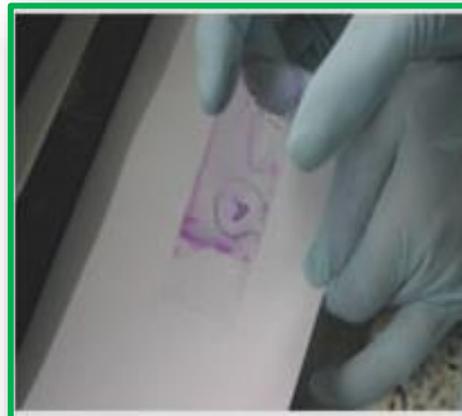
**Figura 3.** Corte con tijeras para obtención de los tarsos



**Figura 4.** Demarcación lamina para muestra de Hemolinfa



**Figura 5.** Fijación de la Hemolinfa con alcohol metílico



**Figura 6.** Coloración Giemsa

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro del desarrollo de la toma de muestras y ejecución del proyecto se tomaron 200 garrapatas a las cuales se les realizó el corte de sus tarsos para la extracción de hemolinfa, representadas en animales infestados con la enfermedad y aparentemente sanos. Las muestras analizadas de hemolinfa de RS, arrojaron un resultado del 100% negativas para los dos agentes patógenos en estudio *Babesia canis* y *Ehrlichia canis*. Se redujo el tiempo de incubación de 5 días a 3 días ya que las garrapatas se encontraban ovopositadas en el primer lapso de tiempo.

*Babesia canis* no se determinó en los extendidos de hemolinfa tomados de la garrapata RS, la no evidencia de este hemoparásito puede indicar que la garrapata en ninguno de sus estados del ciclo de vida se infectó con los kinetos los cuales van al lumen del intestino y de allí de una forma no establecida van hacia las glándulas salivales donde se transforman en esporozoitos infectivos, de igual manera se desplazan a todas las estructuras de la garrapata incluyendo la hemolinfa.

*Ehrlichia canis* no se determinó en los extendidos de hemolinfa tomados de la garrapata RS, lo que puede indicar que estas garrapatas en ninguna fase de su ciclo fueron infectadas con este hemoparásito, puesto que de lo contrario se evidenciaría el hemoparásito en el extendido de hemolinfa, ya que la transmisión de *Ehrlichia canis* en la garrapata es de tipo trans-estadial, es decir, de larva a ninfa y de ninfa a adulto, sin que se haya podido demostrar hasta el momento la existencia de transmisión transovárica (Woody y Hoskins, 1991).

La no evidencia tanto de *Babesia canis* como de *Ehrlichia canis* también puede estar ligada a las condiciones medioambientales ya que se sabe que afectan el ciclo de la garrapata directamente, tal como lo evidencio Benavides, (1982) coincidiendo con lo encontrado por López, (1980) por este motivo se plantea la posibilidad de que también altere el ciclo biológico de los protozoos.

Con respecto a la técnica descrita por López, (1980) la cual consiste en determinar la presencia de los hemoparásitos por medio del extendido de hemolinfa procedente del corte del tarso de la garrapata, previo lavado e incubación por 5 días, no se pudo llevar a cabalidad esta técnica puesto que las garrapatas recolectadas, después del lavado se colocaban a incubar por los cinco días que se describen pero se observó que éstas comenzaban ovoposición entre los 2 a 3 días con lo cual, las garrapatas al día 5º llegaban con alto grado de deshidratación y un alto porcentaje de ovoposición y la muestra obtenida de hemolinfa no fue suficiente para hacer el extendido en la mayoría de los casos, esto se le atribuyó a las condiciones que se dieron a las garrapatas como humedad y temperatura constantes, favoreciendo que su desarrollo de ovoposición fuese más rápido; esto

contradice lo mencionado por (Barreira, 2005) el cual afirma que entre el 5º y el 17º día de incubación son los indicados para la obtención de muestras de hemolinfa. Por tal razón se decidió hacer la modificación de la técnica descrita por López en el tiempo de incubación y tomar las muestras al tercer día puesto que las garrapatas al quinto día se encontraban ovopositadas.

En animales posiblemente infectados y asintomáticos, no se realizó diagnóstico confirmativo de los mismos con respecto a babesiosis y ehrlichiosis, lo que obliga a realizar el mismo estudio en garrapatas procedentes de animales con diagnóstico de babesiosis y ehrlichiosis confirmados y con garrapatas en diferentes estados de desarrollo que permita aclarar si la técnica aplica para RS.

### CONCLUSIONES

Aunque no se determinó la presencia de *Ehrlichia canis* y *Babesia canis* en los extendidos de hemolinfa tomados del tarso de las teleoginas de *Rhipicephalus sanguineus* en los muestreos realizados no se puede asumir que los hemoparásitos no se encuentran presentes en los caninos, por esta razón es recomendable realizar muestreos de las garrapatas en diferentes fases del ciclo de vida, basados en estudios realizados en la hemolinfa de *Rhipicephalus sanguineus* variando la temperatura y observando cambios en la línea de células encontradas en la fase de larva, tal como lo reportan Carneiro y Daemon en 2003.

La no evidencia de los hemoparásitos pudo estar ligada a que los perros de donde se tomaron las garrapatas estaban aparentemente sanos y no presentaban sintomatología compatible con las entidades, también a que la técnica descrita en la metodología no se realizó en su totalidad pues la incubación de las garrapatas solo duraba entre dos y tres días antes de que se muestrearán las garrapatas.

La técnica descrita por López en 1980, no es aplicable para la determinación de *Babesia canis* y *Ehrlichia canis* en las condiciones desarrolladas en el presente trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguirre, D. H., Cafrune M. M., Rada, M., Torioni de E. S. Babesiosis clínica en caninos. Cerillos, Argentina. p. 124-125. 2004.
2. Almeida K. Garrapatas un peligro para la salud animal. En: [www.scielo.com](http://www.scielo.com) Instituto Butantan, São Paulo, Brasil. 2003.
3. Baker A. S. Mites and ticks of domestic animals. An identification guide and information source. 1<sup>st</sup> ed. The Natural History Museum. The Stationary office. London. 240 p. 1999.
4. Barreira J., Rossi M. I., Pires, F. A. *et al.* Dynamic of infection of *Babesia bovis* in engorged females and eggs of *Boophilus microplus*. *Cienc. Rural*, 35 (5): 1131-1135. 2005.
5. Barriga O. O. Veterinary Parasitology. The Ohio State University. 297 p. 1994.
6. Benavides O. E. Biología ovoposicional de la garrapata *Boophilus microplus* en condiciones de los Llanos orientales de Colombia. En: Revista ICA. 1984.
7. Breitschwerdt E. B., Hegarty B. C., Hancock S. I. Sequential evaluation of dogs naturally infected with *Ehrlichia canis*, *Ehrlichia chaffeensis*, *Ehrlichia equi*, *Ehrlichia ewingii*, or Bartonella vinsonii, *J. Clin. Microbiol*, 36: 2645-2651. 1998.
8. Castillo A., López J., Hallazgos de Ehrlichia canis en Chile, Valdivia, Chile volumen 31 n.2. 1999.
9. Codner E. C., Farris S. L. L. Characterization of the subclinical phase of ehrlichiosis on dogs, *Am. J. Vet. Res.*, 50: 1544. 1989.
10. Cordero del C. *et al.* Parasitología Veterinaria, Mc Graw Hill, 1999.
11. Cordovés, C. O. Carrapato controle ou erradicao. 2<sup>a</sup> ed. Livraria Editora Agropecuária, Guaíba Rs-Brasil. 1997.
12. Couto G., N. R. Medicina interna pequeños animales. 2<sup>a</sup> ed. Editorial Intermédica, Buenos Aires, Argentina, 2000.
13. Cholic L. A., Moriena R. A., Álvarez J. D. Identificación de hemoprotozoarios causante de la babesiosis canina en la ciudad de Corrientes. En: Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, São Paulo, Brasil. 2004.
14. Greene R. T. Canine ehrlichiosis: Clinical implications for humoral factors. En: Bonagura J. D.: Kirk's Current Veterinary Therapy, Small Animal Practice XII. W.S. Saunders, Philadelphia, U.S.A. 1995.
15. Guglielmone AA, Bechara, GH, Szabó, MP, Barros, DM, Faccini JL, Labruna MB, *et al.* Garrapatas de importancia médica y veterinaria: América Latina y el Caribe. International Consortium on Ticks and Tick-borne Diseases (ICTTD-2). The Netherlands: p. 4. 2004.
16. Hendrix, Ch. M., Diagnóstico Parasitológico Veterinario, 2<sup>a</sup> Ed. Harcourt Brack. México, 1999.
17. Hoskins, J. D. Ehrlichial diseases of dogs: diagnosis and treatment, *Can. Pract.* 16: 13-21. 1991.
18. López, V., G. Control de garrapatas. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA Regional 4, Medellín. Compendio N. 39. 1980.
19. López, J. Ehrlichiosis canina. MEVEPA 13 (2): 34-35. 1999.

20. Ristic M., Holland C. Ehrlichiosis canina. En: Manual de las enfermedades infecciosas en pequeños animales. 1ª ed., Editorial Médica Panamericana, S.A. Buenos Aires, Argentina. 1992.
21. Magela M. S., Machado R., Lygia Friche Passos, Detection of *Ehrlichia canis* in bone marrow aspirates of experimentally infected dogs, 35 (4). 2005.
22. de Tamí I del C., Tamí M. I. M. Identification morphological of Ehrlichia sp. In the plaquets of patients En: Pan American Journal of Public Health, Venezuela. 16 (5): 345-349. 2004
23. Wood B. J., Hoskins J. D. Ehrlichial diseases of dogs. Vet Clin. N. Am., 21: 75-98. 1991.

**Identificación y efectos de los diferentes métodos del amamantamiento restringido sobre la funcionalidad ovárica posparto en hembras bovinas mestizas doble propósito**

**Identification and effects of different methods of restricted suckling on postpartum ovarian function in female cattle crossbred dual purpose**

Vargas Ángel Gino Odair<sup>1</sup> y Jaramillo Hernández Dumar Alexander<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Medico Veterinario Zootecnista Esp.

<sup>2</sup>Medico Veterinario Zootecnista, Dipl. Esp., (c)MSc. Docente Universidad de los Llanos. Grupo de Investigación en Farmacología Experimental y Medicina Interna – ÉLITE

[dumar.jaramillo@unillanos.edu.co](mailto:dumar.jaramillo@unillanos.edu.co)

Recibido 05 de Marzo 2013, Aceptado 02 Abril 2013

**RESUMEN**

El anestro posparto es una de las causas principales que limitan la eficiencia productiva y reproductiva de las ganaderías doble propósito en las regiones tropicales donde se utiliza el ternero como apoyo somatosensorial para la producción de leche. El amamantamiento continuo y la presencia constante del ternero inhiben la secreción de GnRH en el Hipotálamo debido al incremento de los opioides endógenos y del estradiol en hipotálamo e hipófisis, afectando negativamente la especificidad de la GnRH. El amamantamiento restringido es utilizado como una opción de manejo para reducir los efectos negativos mamogénicos del ternero sobre la actividad ovárica posparto. Los diferentes modelos de amamantamiento restringido (destete precoz, destete temporal, amamantamiento una vez por día, enlatado) utilizados en ganaderías Doble propósito se diferencian en la técnica y procedimiento, obteniendo en muchos casos diferentes resultados.

**Palabras clave:** Amamantamiento restringido, efecto mamogénico, ovarios, ganadería doble propósito.

## ABSTRACT

In tropical regions, postpartum anestrus is one of the main causes that limit production and reproductive efficiency of the double purpose cattle raising where the calf is used as somatosensory support for milk production. The continuous breastfeeding and the constant presence of the calf inhibit the secretion of GnRH in the hypothalamus due to increased endogenous opioids and estradiol in the hypothalamus and pituitary, negatively affecting the specificity of GnRH. The restricted breastfeeding is used as a management option to reduce the negative suck originated effects of the calf on postpartum ovarian activity. Different models of restricted feeding (early weaning, weaning time, feeding once per day, canned) used in double purpose cattle rising is different in technique and procedure, often obtain different results.

**Keywords:** Restricted suckling, suck originated effect, ovaries, dual-purpose cattle.

## INTRODUCCIÓN

La ganadería doble propósito en el departamento del Meta se encuentra ubicada en un 90% en el piedemonte llanero, con alto índice de mestizaje en los animales que la integran. La actividad ganadera (carne y leche) representó, para el año 2008, el 25% del valor de la producción agropecuaria nacional y el 62% del sector pecuario; siendo así, el sistema doble propósito el constituyente más dinámico de la ganadería colombiana, aportando el 57% de la producción nacional de leche; y en el piedemonte llanero el 90% de la producción de leche (Secretaría de Agricultura y Ganadería, Cadenas Productivas del Meta, 2008).

En el departamento del Meta la población de hembras mayores de tres años, en el 2007, fue de 474.248, el 58% de estas hembras están en ordeño, las cuales producen 962.274 litros de leche día, con una producción promedio de 3,5 litros de leche vaca día; pero esa producción no es la misma que se comercializa, porque los terneros, que en el 2007 ascendieron a 274.010 menores de un año, se toman 749.244 litros de leche/día en el sistema de explotación cría y doble propósito.

Con base en esta inferencia, la leche que se comercializa equivale a 213.030 litros día en el departamento del Meta (Secretaría de Agricultura y Ganadería del Meta, Evaluaciones agropecuarias, 2007).

La nutrición y lactancia son dos factores importantes que controlan la duración del período de anestro posparto (Randel, 1990; Williams, 1990); como acción estratégica la nutrición y la lactancia deben mejorar el desempeño reproductivo de las vacas, buscando un equilibrio entre producción láctea, condición corporal de las vacas durante la lactancia y alcanzar un buen peso al destete de terneros; es allí, donde el punto de equilibrio entre estos dos factores debe permitir el rendimiento necesario para mantener una ganadería productiva, si alguno de estos puntos pierde su nivel óptimo de eficiencia, el sistema doble propósito perdería su productividad. Esto indudablemente involucra el efecto mamogénico del ternero sobre su madre y el amamantamiento restringido como alternativa del manejo del ternero, para lograr el equilibrio combinado entre ganancia peso ternero-madre, ternero año y producción láctea (Preston y Vaccaro, 1989). En este orden de ideas, este trabajo realiza un proceso crítico reflexivo sobre la estrategia del amamantamiento restringido como alternativa de manejo de hatos doble propósito y su impacto sobre el desempeño reproductivo de las vacas en periodo posparto; mostrando la posibilidad de implantación de actividades que mejoren los rendimientos productivos y reproductivos del sistema de producción doble propósito bovino en Colombia (Galeano, 2010).

## **EFFECTO DEL AMAMANTAMIENTO RESTRINGIDO SOBRE EL DESEMPEÑO REPRODUCTIVO POSPARTO EN LAS HEMBRAS BOVINAS MESTIZAS DOBLE PROPÓSITO**

### **Etología, relación vaca-ternero conducta del animal**

La conducta animal es una consecuencia genético-ambiental, por ello se le estudia desde los puntos de vista evolutivos y adaptativo; por otra parte, la etología es una ciencia que estudia la conducta animal, sus fundamentos genéticos y neuroendocrinos; aunque como ciencia, es un campo relativamente nuevo. Hoy en

día se aceptan los términos: psicología humana y psicología animal, como ramas de la etología, incluso habiéndose derivado de ésta otras ramas como la ecología de la conducta (*behavioral ecology*) y el bienestar animal (*animal welfare*); en este orden de ideas, el bienestar animal y las buenas prácticas ganaderas se enfocan sobre la solución a problemas causados al animal doméstico por el abuso del hombre (Landaeta, 2011).

Los sistemas de producción animal intensivos, desarrollados por los países con alta tecnología, han conllevado al confinamiento y prácticas de manejo inadecuado, que se traducen en daños a la integridad física y psicológica del animal doméstico. Estos daños se expresan en disminuciones en la productividad, representados en términos de calidad y cantidad, incluso llegando a estar comprometida la salud pública. Para el caso de los países subdesarrollados y tropicales, con predominio del pastoreo, presencia de sangre cebú, mestizaje indiscriminado, prácticas de manejo rudimentarias y bajo nivel cultural; siendo esta última característica, la causa que promueve la permanencia y el afloramiento de conductas ancestrales, las cuales influyen en la toma de decisiones en los sistemas de producción animal. Es por ello, que el estudio de la etología y bienestar animal viene siendo el pilar de desarrollo y evolución del manejo animal en los sistemas de producción; introduciéndose hoy día, esta ciencia en la formación académica de los profesionales del campo (Landaeta, 2011).

La organización social del rebaño puede afectar aspectos reproductivos como: el retorno a la ciclicidad, la expresión de celo y la eficiencia reproductiva. El retorno a la ciclicidad es afectado directamente, puesto que el acceso limitado a alimentos (especialmente en las primíparas) y la consecuente pérdida de peso conlleva a prolongar el intervalo parto-celo. En cuanto a la expresión del celo, las vacas cebuínas dominantes tienden a expresar menos el celo que las subordinadas; ello ocurre, porque aún estando en celo, las vacas dominantes tardan en dejarse montar pues no permiten que vacas de rangos sociales inferiores las monten. Por el contrario, en estudios con ganado Angus, las vacas dominantes en presencia o ausencia del toro son montadas en las primeras tres a seis horas de iniciado el

celo, observando una menor influencia de segregación entre las hembras del hato bovino estudiado (Landaeta, 2011). Aún este tipo de estudios no han sido desarrollados en zonas tropicales. Tanto en hembras de razas *Bos taurus* como *Bos indicus*, la expresión del celo parece variar según la presencia o ausencia del toro; cuando el toro está ausente, las vacas se montan más y por mayor tiempo, que cuando el toro está presente. En este sentido, el uso de toros calentadores resulta de mayor ayuda como efecto bioestimulante, que como detector de celo (Landaeta, 2011).



**Fotografía 1.** Madre mestiza amantando su ternero después del ordeño en el trópico

Fotografía: María Ligia Roa Vega, (2011)

La conducta materna se define como la suma de todos los patrones de comportamiento que la madre exhibe en función de asegurar la sobrevivencia de la cría, por lo que se extiende desde el parto hasta el destete de la cría; pero es un estado que varía entre especies, razas e individuos. En términos zotécnicos, la conducta materna tiene repercusiones en la lactancia (en vacas de genotipos tropicales) y en la eficiencia reproductiva.

El amamantamiento es el comportamiento del ternero para propiciar la obtención de leche de una mamila o teta; esta conducta incluye el localizar y reconocer a un potencial proveedor de leche (generalmente la madre). Los primeros movimientos del ternero luego de haber nacido, por lo general consisten en dirigirse hacia la madre y localizar las tetas, en ocasiones con movimientos aparentemente aleatorios de su hocico (Hafez, 1996); por otra parte, en el ganado productor de carne, los terneros recién nacidos inician su amamantamiento aproximadamente 90 minutos después de nacer (Lidfors y Jensen, 1994).

En particular con las razas cebuínas, la falta de conducta materna puede conllevar a la muerte del becerro y en consecuencia al cese de la lactancia, lo cual es un problema. La inducción de la habilidad materna ha sido reportada en ovejas mediante el uso combinado de hormonas (estradiol y oxitocina), elementos sensoriales de la conducta (visión, olfato) y manipulación de genitales, tales resultados no han podido ser replicados en vacunos (Landaeta, 2011). En cuanto a la eficiencia reproductiva, la sensibilidad hipotalámica de la vaca posparto y en consecuencia, la reactivación ovárica posparto puede ser influenciada por el amamantamiento; el establecimiento del vínculo vaca-ternero con una representación de comportamiento estrecho, de interacción fuerte, tiende a generar problemas como el anestro, el cual se complica en ausencia del toro. Los órganos de los sentidos como la visión y el olfato son fundamentales para el reconocimiento del ternero por parte de su madre dando origen a la interacción del vínculo vaca-ternero conllevando a la inhibición de la hormona luteinizante (LH) (Landaeta, 2011).

Fundamentalmente, existen dos maneras de prevenir el efecto negativo del vínculo vaca-ternero: A) mediante el uso intenso de la bioestimulación (efecto de la presencia del macho), y B) mediante el manejo de la vaca y el ternero con el fin de reducir al mínimo el contacto (vista y olfato) de la vaca con el ternero. En el primer caso, se busca que en presencia del reproductor o de toros calentadores, se estimule a la reanudación de la ciclicidad posparto hasta 30-45 días posparto. En el segundo caso, es determinante que la vaca no observe ni huela a su becerro, tan solo en el momento de apoyo para la estimulación de descarga de oxitocina, a la hora del ordeño. Una vez instaurado el anestro, la separación temporal del ternero (48-72 horas) es una estrategia para lograr el retorno a la ciclicidad (Landaeta, 2011).

### **Fisiología de la hembra bovina posparto**

La hembra bovina debe tener un intervalo entre partos de 12 a 13 meses, destetar un becerro por vaca cada año y producir una cantidad adecuada de leche para su venta. Para lograr el primer objetivo, las vacas deben restablecer su actividad

ovárica cíclica entre 65 y 85 días después del parto, con la finalidad de tener al menos dos oportunidades de servir las y la concepción se presente entre los días 85 y 115 posparto. Obtener un parto por vaca cada año en los hatos doble propósito, es difícil de lograr con las condiciones actuales de manejo extensivo que se desarrollan en la región Orinoquia, esta condición es causada por prolongados períodos de anestro posparto; afectando la eficiencia reproductiva y productiva de las ganaderías doble propósito de la región tropical (Pérez *et al.*, 2001). Esto se refleja en tasas anuales de parición de 45 a 55% (Román, 1995) e intervalos entre partos promedio mayores a 540 días (Villa y Arreguín, 1993). La duración del anestro postparto en tales condiciones se prolonga hasta 150-250 días (Santos *et al.*, 1995; Ruiz y Olivera, 1999; Villagómez *et al.*, 1999) y es el principal factor que afecta el intervalo entre partos (Williams *et al.*, 1996; Ruiz y Olivera, 1999).

Uno de los diferentes períodos de mayor importancia en el ciclo reproductivo, considerado el factor más limitante en la eficiencia reproductiva, es el periodo comprendido entre el parto y la concepción o días abiertos (Salgado *et al.*, 2007).

El puerperio es un proceso fisiológico de modificaciones que ocurren en: útero, cérvix, vagina, vulva y ovarios en la fase inmediata después del parto, cuando estos órganos se recuperan de las transformaciones sufridas durante la gestación y el parto deben prepararse para una nueva gestación. Malven (1984) limitó la finalización del puerperio al primer estro posparto en el que se puede restablecer la gestación; para ello la involución anatómica e histológica uterina debe haber completado y además el eje hipotálamo-hipófisis-gonadal debe funcionar normalmente para permitir el estro, la ovulación, la concepción, la implantación embrionaria, la formación y persistencia del cuerpo lúteo de gestación y la preñez a término.

### **Puerperio propiamente dicho**

Está caracterizado por la regresión del útero a su condición normal pregestacional, esto ocurre por eliminación, disolución y reabsorción decidual que determina

evidentemente disminución del volumen del órgano; según Villagómez *et al.*, (1999) se divide en tres subfases:

- a. Puerperio temprano: desde la eliminación de las secundinas hasta el día noveno, la regresión uterina está concluida, las barreras defensivas se han completado.
- b. Puerperio clínico: hasta el día 21 por parto, el útero involuciona hasta aproximadamente el tamaño del órgano no grávido.
- c. Puerperio total: aproximadamente seis semanas posparto, donde las modificaciones del endometrio causadas por la gestación ya no existen, se ha concluido la regeneración histológica completa.

### **Modificaciones que suceden durante el puerperio en la vaca**

El aparato reproductor de la hembra sufre modificaciones circunstanciales luego del parto, siendo sometido a cambios fisiológicos que buscan un restablecimiento para su normal funcionamiento y acondicionamiento de una nueva gestación (Corbellini *et al.*, 2011).

**Restablecimiento de la forma del cérvix.** El cérvix es una barrera importante contra la invasión de bacterias desde el exterior hacia la cavidad uterina; por lo tanto, es obvio que el cierre del canal cervical es necesario y la recuperación de su estructura después del parto debe ser rápida para que en breve tiempo se instaure una nueva gestación (Perea *et al.*, 1997). Hay solo un estudio que midió el cierre cervical describiendo el proceso durante los primeros 10 días del posparto y se observó que la disminución del diámetro cervical iba de 25 a 5,2 cm, esta disminución se produce en los primeros dos días (Wehreden *et al.*, 2003).

En un estudio de Van Engelen *et al.*, (2009) en el cual se midió el cérvix, en vacas inducidas al parto y/o aborto, encontrando a partir de la primera hora de expulsado el feto y hasta los tres días posparto el cérvix tenía un diámetro de 6.2 ( $\pm 0.7$ ) cm; a las 14.8 horas posparto el diámetro era de 9.0 ( $\pm 1.0$ ) cm; a las 33.2 horas posparto el diámetro era de 5.3 ( $\pm 1.0$ ) cm y a las 48 horas posparto era de 2.0 a 9.0 cm. A

partir de la expulsión del feto y las membranas fetales, la involución cervical se puede separar en varias etapas (Hafez, 2000):

- a. Entre las 4 y 16 horas posparto se produce una reducción progresiva de la luz cervical.
- b. Al segundo día posparto se produce una lenta reducción sin una reconstrucción de los anillos y sus pliegues, pero se nota a la palpación vaginal que está formado con una pequeña elevación anular, permitiendo el pasaje de uno a dos dedos. A la palpación rectal es una estructura que comienza a hacerse firme (Hafez, 2000).
- c. Alrededor del séptimo día posparto se ha mantenido su lenta reducción con una formación de los anillos y pliegues que son más evidentes, difícilmente es franqueable por un dedo.
- d. Entre el día 10 al 14 posparto presenta una discreta reapertura, estando ésta en relación directa con la primera ovulación posparto con gran presencia de granulocitos y eosinófilos en la túnica mucosa; las estructuras anulares y los pliegues ya están formados. Ya se encuentra en cavidad pelviana, dependiendo a veces de la cantidad de partos y del tamaño de la hembra bovina (Hafez, 2000).
- e. Alrededor de los días 25 a 30 posparto alcanza ya su estado pregestacional; con todas las formaciones anulares completas y con una ubicación pélvica (Hafez, 2000).

**Involución uterina.** La involución uterina es la recuperación del órgano de un estado pregestacional, luego de los cambios que presenta durante el período gestacional y el parto; se puede describir como un regreso a la normalidad en cuanto a su tamaño, consistencia, tono y ubicación. Entre los días 15 y 17 posterior al parto, el tamaño del útero es ligeramente superior al del útero no preñado. En cada ciclo reproductivo (después de cada parto) el útero aumenta de tamaño debido a los cambios que sufre durante la preñez, pero nunca alcanza de manera total a su estado pre gravídico; este aumento siempre guarda una relación de 1:1,2 (Domínguez *et al.*, 2008).

El cuerno uterino no gestante regresa a su tamaño pregestacional casi completamente mientras el cuerno que llevó adelante la gestación, así como el cérvix, permanecen ligeramente más grandes que antes de la gestación (Domínguez *et al.*, 2008).

**Involución caruncular y reparación endometrial.** Durante el parto las continuas variaciones de la presión intrauterina causadas por las contracciones actúan sobre los placentomas, ejerciendo fuerzas de presión y descompresión, despegando el epitelio de las vellosidades de las criptas maternas ramificadas (Sumano *et al.*, 1996). Durante la fase expulsiva proximal a los pedúnculos de las carúnculas se producen los primeros fenómenos de desprendimiento. Estos son debidos a la presión ejercida por los placentomas contra el feto y las variadas contracciones (Cavestany, 1985).

**Ciclo de eliminación de los loquios.** Los loquios están formados principalmente por acumulación de fluidos placentarios, sangre, restos tisulares y exudación endometrial. La sangre proviene de hemorragias capilares en el sitio donde se necrosan las carúnculas (Gaona *et al.*, 2008). Las contracciones uterinas son más frecuentes que intensas y participan activamente al vaciamiento del útero. Un cierre parcial del cérvix sucede en este período y se produce el día 10 del posparto. A partir del día 10 hasta el 15 posparto la involución y el tono uterino aumentan y coincide con la primera onda folicular, que favorece la expulsión de restos de loquios a través del cuello uterino (Gaona *et al.*, 2008). Después del día 18 a 20 posparto, las descargas uterinas son raras. (Tennant *et al.*, 1967) observó que 30 a 35% de las vacas presentan una descarga vulvar de 50 a 200 ml entre el día 10 y 20 posparto, contra sólo 2 a 5% entre el día 30 a 50 posparto; en estas últimas eso es probablemente debido a la persistencia de una infección uterina.

**Reinicio de la ciclicidad ovárica después del parto.** La gestación se caracteriza por concentraciones elevadas de progesterona; en la fase final de la misma, hay una gran producción de estrógenos placentarios que inhiben a nivel hipotalámico el ritmo secretorio pulsátil de GnRH, como consecuencia ante la ausencia de pulsos de GnRH se produce una rápida disminución de la cantidad y contenido de

mRNA necesario para la síntesis de las subunidades  $\alpha$  y  $\beta$  de la hormona LH, con una disminución gradual de la misma a nivel hipofisiario; se estima que durante la gestación las reservas hormonales de LH disminuyen hasta un 95% (Montañés *et al.*, 2005).

Normalmente pocos días después del parto tiene lugar la liberación de la hormona folículo estimulante (FSH) por parte de la hipófisis anterior, lo que conduce al posterior reinicio de la función cíclica ovárica (Bertha, 2002). Lamentablemente aquellos folículos dominantes (FD) que son los que logran un mayor desarrollo y que se jerarquizan en las primeras de las dos o tres ondas foliculares ováricas fallan en alcanzar el tamaño ovulatorio debido a insuficientes niveles de secreción pulsátil de la hormona luteotrópica (LH) secretada por la misma glándula hipofisiaria. Por el contrario, la FSH presente en la circulación desde los primeros días después del parto (dos a tres días), alrededor del quinto día posparto sus niveles plasmáticos se elevan y se evidencian fluctuaciones (Ptazynaska, 2007). Estas descargas de FSH, en los primeros días son suficientes para producir el reclutamiento, selección y dominancia de los folículos antrales, permitiendo al mismo tiempo la formación de vasos en las tecas, creando nuevos receptores para FSH en la granulosa, Interviniendo en el mecanismo de la esteroideogénesis (Gigli *et al.*, 2006).

Debido a los estrógenos producidos por las células de la granulosa de los folículos, se estimula la adenohipófisis para producir más LH, hasta obtener un pico ovulatorio de gran amplitud pero de duración breve, pero que induce a la ovulación. El primer folículo dominante en el posparto en general aparece en el ovario contralateral al correspondiente al cuerno uterino pregrávido. Posiblemente debido a un efecto inhibitorio local por la regresión del cuerpo lúteo de gestación en el ovario ipsilateral al cuerno uterino gestante. Los primeros ciclos son cortos (8-15 días), caracterizados por una fase luteínica irregular, la regresión precoz del cuerpo lúteo aparentemente se debe a la liberación prematura de  $\text{PGF}_{2\alpha}$ , que a su vez es el resultado de la falta anterior de progesterona entre el parto y la primera ovulación (Gigli *et al.*, 2006).

### **Efecto mamogénico sobre la función ovárica**

El amamantamiento juega un papel importante en gobernar los ciclos reproductivos de las hembras y su efecto indeseable debe ser debido a factores directos como el estímulo de la glándula mamaria y la liberación de algunas hormonas o inhibición de la liberación de otras, lo que interfiere con el reinicio de la actividad ovárica (Sergio, 2006). El amamantamiento puede atrasar el inicio de la actividad ovárica o la presentación del primer estro posparto en vacas de leche y de carne, de manera independiente o interactuando con otros factores (Acosta *et al.*, 1983; García *et al.*, 1984; Hinshewood *et al.*, 1985; Henao *et al.*, 2000).

La primera ovulación posparto de la mayoría de las vacas productoras de carne que amamantan a su becerro no se acompaña de conducta de estro (Werth *et al.*, 1996) y frecuentemente es seguido por un cuerpo lúteo de vida media corta (Werth *et al.*, 1996; Yavas *et al.*, 1999). Se ha reportado que los cuerpos lúteos de vida media corta se presentan en la mayoría de las vacas productoras de carne (66-100%) (Stagg *et al.*, 1995), de manera independiente de la duración del anestro (Mukasa *et al.*, 1991); y se caracterizan porque el cuerpo lúteo que se forma es pequeño, secreta menor cantidad de progesterona (Yavas *et al.*, 1999), responde en menor grado a las gonadotropinas y sólo presentan una oleada folicular (Stagg *et al.*, 1995; Yavas *et al.*, 2000). Estos ciclos estrales cortos, son una de las principales causas de la baja tasa de concepción a primer servicio en vacas con baja condición corporal (Stagg *et al.*, 1995).

La duración del anestro posparto es una causa principal que afecta la eficiencia reproductiva y productiva de las explotaciones bovinas de doble propósito en las regiones tropicales. Su duración se incrementa por efecto del amamantamiento y la presencia continua del becerro, al inhibir la secreción de GnRH y LH. Existen evidencias que indican que la FSH y el desarrollo folicular, no limitan el restablecimiento de la actividad reproductiva posparto. Se sabe que el amamantamiento inhibe la secreción de GnRH en hipotálamo porque incrementa los efectos negativos de los opioides endógenos y del estradiol en hipotálamo e hipófisis (Pérez *et al.*, 2001). Desde un punto de vista fisiológico, este atraso en la

ciclicidad ha sido asociado con la presencia de ciertos péptidos (endorfinas), los cuales inhiben la secreción de GnRH y en consecuencia, la liberación de LH. En la medida que aumenta el periodo vacío posparto el efecto bloqueador de estos péptidos disminuye y las vacas reinician su actividad reproductiva (González *et al.*, 2006). La secreción tónica de LH por efecto del amamantamiento está en los centros neurales y es atribuido específicamente a sinapsis somato sensorial, originado a nivel de la teta y único para terneros amamantando. Se desconoce el mecanismo por el cual el amamantamiento inhibe la secreción pulsátil de LH, pero se postula que la presencia de la cría es importante. Según Hoffman *et al.*, (1996) estímulos sensoriales aún no bien determinados, inducidos por el amamantamiento o la presencia del ternero, atenúan la liberación hipotalámica de GnRH a la circulación portal o la capacidad de la hipófisis para responder apropiadamente al estímulo de la GnRH. Estudios realizados por Griffith y Williams, (1996) con vacas normales ciegas y anósmicas que amamantaban sus propias crías o crías ajenas o que no amamantaban, confirman la disminución de la secreción de LH en vacas que amamantan, solamente cuando la madre reconoce su cría. Las vacas ciegas y anósmicas que amamantaron sus crías y las intactas que amamantaron crías ajenas presentaron aumentos de la frecuencia de pulsos de LH durante el tratamiento ( $4.6 \pm 0.3$  pulsos en cinco horas) comparado con frecuencias bajas de los pulsos de LH ( $1.2 \pm 0.01$  pulsos en cinco horas) en las vacas intactas que amamantaron sus crías. La eliminación de la visión y del olfato impidió a las vacas identificar sus crías y sufrir el efecto negativo del amamantamiento sobre la secreción de LH. En este sentido Myers *et al.*, (1989) anularon el efecto del amamantamiento sobre la disminución de LH al aplicar un inhibidor de opioides endógenos (naloxona) y sugirieron que el amamantamiento, al menos parcialmente, inhibe la secreción de LH a través de un mecanismo que involucra a los opioides endógenos.

Ferreira, (1990) reporta un intervalo de parto al primer estro de 104 días para vacas amamantando contra 74 días para aquellas ordeñadas dos veces al día. Según Short *et al.*, (1972) observaron el primer estro posparto en vacas Aberdeen Angus a los 65 días para vacas amamantando y 25 días para vacas cuyas crías

fueron separadas a los dos meses. Las vacas tipo carne (Angus x Hereford) que no amamantan ni tienen contacto con sus crías, pueden presentar su primera ovulación postparto más temprano (14.3 días postparto) que las que no amamantan, pero tienen contacto visual, táctil y olfativo con ellas (22.5 días) y las que amamantan libremente (35.4 días). Esto sugiere que la presencia de la cría, independientemente del amamantamiento prolonga el periodo anovulatorio (Hoffman *et al.*, 1996). De manera similar, las vacas gemelas que se ordeñan y no tienen contacto con sus crías, presentan aumentos del nivel de LH más temprano y desarrollan un anestro postparto más corto que sus gemelas amamantando, indicando un efecto del amamantamiento y no de la lactancia sobre el nivel de LH y primera ovulación postparto (Smith *et al.*, 1981).



**Fotografía 2.** Las vacas con buena condición corporal al parto pueden perder determinado peso al inicio de la lactancia

Fotografía: María Ligia Roa Vega (2011)

En la mayoría de los mamíferos, después del parto, el estímulo del amamantamiento de la cría induce un período sin ciclos estrales, conocido como anestro postparto, cuya finalidad es permitir que la madre se recupere de los efectos de la preñez y que asegure la supervivencia de su cría (McNeilly, 1997).

Durante el posparto, el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas-útero debe recuperarse en su total funcionamiento, para que se instale la nueva gestación. La extensión de este período con frecuencia resulta en pérdidas económicas para los productores y es responsable, en parte, de la baja eficiencia reproductiva de las vacas de doble propósito en el trópico (Villa y Arreguín, 1993; Williams *et al.*, 1996).

Es suficientemente conocido que la interrupción de la lactancia provoca un doble efecto positivo sobre el comportamiento reproductivo posterior de los vientres. Por un lado, el menor drenaje de nutrientes se expresa en una rápida mejora de la condición corporal, alcanzándose altos índices de preñez y menores intervalos entre el parto y la concepción siguiente. Por otra parte, en el caso de los destetes definitivos o con apartes (adelantados, precoces o temporarios) se anulan los procesos inhibitorios, derivados de la presencia del ternero al pie, que afectan la reanudación temprana de los ciclos estrales en el posparto (Stahringer, 2006). Según Warren *et al.*, (1988) las vacas con buena condición corporal al parto pueden perder determinado peso al inicio de la lactancia, por la movilización de reservas corporales, sin sacrificar la eficiencia reproductiva con manifestaciones tempranas de estro, independientemente del amamantamiento.

Una de las pocas ventajas fisiológicas en el inicio de la actividad reproductiva posparto es que se favorece el proceso de involución uterina, así como la reducción en la incidencia de infecciones uterinas. Sobre este particular, se puede señalar el efecto de la hormona oxitocina, liberada durante los episodios del amamantamiento, ya que podría contribuir en el proceso de involución uterina a través de la estimulación de las contracciones del músculo uterino. La respuesta contráctil del útero solamente puede darse en presencia de receptores específicos a la oxitocina. La formación de estos receptores se puede estimular por las bajas concentraciones circulantes de estradiol (estrógenos) provenientes de los pequeños folículos ováricos durante el periodo de acíclia. En forma contraria, las contracciones uterinas pueden ser deprimidas por otra hormona ovárica como la progesterona, liberada por el cuerpo lúteo después de una temprana ovulación posparto. Salgado *et al.*, (2003) en un estudio realizado en doble propósito

reportaron efecto del amamantamiento sobre la tasa de gestación hasta los cuatro meses posparto, encontrando valores de 70 y 20% para vacas con amamantamiento restringido, versus, tradicional, respectivamente. Igualmente, encontraron efecto del sistema de amamantamiento sobre los días abiertos, con valores de  $109 + 52.93$  y  $161.87 + 60.14$  para las vacas con amamantamiento restringido, versus, tradicional, respectivamente.

### **SISTEMAS DE AMAMANTAMIENTO RESTRINGIDO**

Durante el análisis de los diferentes datos reproductivos en la ganadería doble propósito se estima que los días abiertos son de las principales circunstancias de pérdida económica para este sector, es por ello que se utilizan diferentes métodos de amamantamiento restringido con el fin de disminuir los días abiertos y poder conseguir ternero por año.

#### **Destete precoz**

La leche es al comienzo de la vida, el único alimento que consume el ternero y luego gradualmente va perdiendo importancia al aportar progresivamente menos a la dieta, por lo cual las ganancias de peso pasan a depender más de la calidad y cantidad de pasto que ingiere (Rovira, 1997). A mayor consumo de leche durante la etapa de cría, mayor será el peso del ternero al momento del destete convencional, demostrándose la habilidad materna. La práctica del destete precoz consiste en la separación de los terneros de las madres en forma anticipada al destete tradicional, la edad habitual de destete en este sistema doble propósito oscila entre los seis y ocho meses, con el objetivo de favorecer la recuperación del vientre productivo; permitiendo liberar a las hembras de los exigentes requerimientos de lactación y mejorar así la performance reproductiva. El ternero debe ser atendido buscando la manera de satisfacer sus requerimientos en ausencia de la leche materna. Para poder llevar adelante esta práctica con éxito se requiere un alimento que cubra todos los requerimientos del ternero en las etapas iniciales de su desarrollo. Ello permite que la vaca destine la energía de la producción de leche a otras funciones, como la actividad sexual. Se acepta como

norma el hacerlo cuando el ternero tiene dos meses de edad y pesa no menos de 70 kg entre los 60 y 110 días de edad (Pérez *et al.*, 2001).

Laster *et al.*, (1973) destetaron precozmente los terneros 8 días antes del inicio de la temporada de servicio con edades que variaban entre 34 y 76 días. El destete incrementó la tasa de concepción en 26% en vaquillonas de primera parición. Otros también lograron reducir la duración del anestro posparto en vacas pluríparas (Bellows *et al.*, 1974; Houghton *et al.*, 1990). Aun cuando fue implementado en condiciones climáticas rigurosas, el destete precoz mejoró significativamente la eficiencia reproductiva (Ray *et al.*, 1973).

El destete precoz es más para la vaca que para el ternero. El inconveniente de este sistema es el manejo del ternero destetado precozmente, que requiere una suplementación lo que significa un incremento de costo para alimento balanceado y mano de obra (Monje, 2006). Asimismo, puede haber una reducción de la ganancia de peso del ternero, no alcanzando pesos comparables a los terneros que permanecieron al pie de la madre hasta la edad del destete tradicional (Arias *et al.*, 1999).

### **Destete temporal**

El destete temporal es otro sistema mediante el cual se ha intentado mejorar los índices reproductivos posparto. En esta modalidad de amamantamiento, el becerro a los 30, 60 o 90 días de edad, se separa de la madre por períodos variables (48, 72 o 96 h). Esta separación del becerro de su madre, incrementa la secreción de LH e induce la ovulación y el estro (Williams *et al.*, 1993). Los resultados obtenidos con este sistema han sido variables. Así por ejemplo, algunos autores encontraron que mientras un grupo de vacas posparto sometido a un destete temporario de 48 horas de duración presentaba un 44% de hembras preñadas 21 días después del tratamiento, el grupo testigo sólo alcanzó un 17% de preñez (Smith *et al.*, 1979). Otros observaron que, si bien el destete temporario por 48 horas no incrementaba los porcentajes de preñez al final de la temporada de servicio, lograba incrementar el número de vacas en celo a los 21 días

posteriores al tratamiento (Tervit *et al.*, 1982). Sin embargo, otros investigadores no lograron demostrar incrementos en los porcentajes de preñez utilizando este sistema (Makarechian y Arthur, 1990; Pace y Sullivan, 1980).

Diversos experimentos utilizando destete temporal se han sido realizados en la EEA INTA Balcarce (Alberio *et al.*, 1984). En estos trabajos se logró mejorar los índices de preñez con la utilización de un destete temporal de 72 horas. Sin embargo, los resultados del destete temporal estaban afectados por diversos factores, como el intervalo parto-tratamiento, la condición corporal (primíparas vs pluríparas), por lo que el mismo no se ha encontrado muy extendido en las producciones cubanas, aunque pudiera hallarse con alguna frecuencia en algunos lugares de Europa así como en América Latina, sin constituirse esta técnica en la más aplicada en estas regiones.

La aplicación de la interrupción temporal del amamantamiento en fincas de la microrregión Sabanas de Bolívar, Córdoba y Sucre, permitió aumentar el número de vacas en calor y preñadas, obteniéndose en el sistema "doble propósito" 19 crías y 19 lactancias adicionales por cada 100 vacas sometidas a tratamiento y en el sistema "cría" 19 terneros adicionales por cada 100 vacas sometidas al tratamiento, lo que representó un aumento en el ingreso neto (Prieto *et al.*, 2000).

La respuesta al destete temporal es muy variable, pues depende del tiempo posparto en que se realiza, de la condición corporal de la vaca y la duración del destete. Para eliminar de manera total, los efectos negativos del amamantamiento del becerro, es necesario separar completamente al becerro de la vaca por más de 96 h, pues cuando el becerro se separa por 48 o 72 h, al retornar el becerro con su madre los efectos negativos del amamantamiento se vuelven a presentar. (Shively y Williams, 1989)

### **Amamantamiento una vez por día**

Otro sistema utilizado para reducir la duración del anestro posparto es el amamantamiento una vez por día por un período de 30 a 60 minutos. Randel, (1981) restringiendo el período de amamantamiento a 30 o 60 minutos por día

(amamantamiento restringido) observó una disminución del intervalo parto-celo de 168 a 69 días en vaquillonas de primera parición con ternero al pie. Reeves y Gaskins, (1981) han descrito reducciones de la duración del anestro posparto de 20 días; sin embargo, observaron un incremento de la incidencia de celos cortos en los animales sometidos al amamantamiento una vez por día. Si bien estos autores observaron un efecto negativo sobre la ganancia de peso del ternero cuando se efectuaba un amamantamiento diario; Randel, (1981) no encontró un efecto de este amamantamiento restringido sobre la ganancia de peso del ternero. En trabajos posteriores Browning *et al.*, (1994) mostraron que existe una menor ganancia de peso del ternero en la primera semana del amamantamiento una vez por día, pero aumentan a la segunda semana encontrando pesos al destete similares entre terneros que amamantaron una vez por día y los que lo hicieron *ad libitum*, por lo que esta técnica se avizora como una de las más prometedoras para su uso en el trópico, donde su uso se viene extendiendo desde hace algunos años.

### **Enlatados “destetadores”**

Otro método para acortar el anestro posparto es la restricción del amamantamiento mediante la aplicación de placas nasales por un período variable, también conocido como tabla destetadoras. Trabajos llevados a cabo en Zimbabwe, mostraron que el enlatado de terneros por un período de ocho días redujo el intervalo posparto en vacas con alto nivel nutricional (Holness y Hopley, 1978) y el intervalo entre partos (Holness *et al.*, 1980). Con un período de enlatado de 21 días mostraron incrementos en los índices de preñez, especialmente en establecimientos con índices reproductivos bajos (AACREA, 1991). En la Estación Experimental Agropecuaria INTA Colonia Benítez en Argentina se realizaron también trabajos para evaluar sistemas de manejo para disminuir el efecto negativo del amamantamiento del ternero sobre los índices reproductivos de la vaca de cría. Este estudio se realizó espacialmente con esta técnica del enlatado. La tecnología empleada por ellos consistió en una restricción temporaria del amamantamiento mediante la colocación en los ollares del ternero de una

máscara plástica o metálica (lata) por períodos variables, que van desde los 7 hasta los 21 días. A través de estos trabajos se buscó evaluar los efectos del enlatado sobre algunos parámetros reproductivos de la vaca de cría, como así también sobre parámetros productivos del ternero. Los trabajos se llevaron a cabo con grupos de 40 a 50 vacas cruzadas con cebú primíparas (un período) y pluríparas (dos períodos). El enlatado se realizaba a partir de los 60 días de edad del ternero y una vez iniciada la temporada de servicio. Esto es muy importante, ya que a partir de esa edad, el ternero alcanza una maduración suficiente de sus compartimientos gástricos que le permite procesar alimentos fibrosos. Estos trabajos arrojaron resultados muy similares a los obtenidos en Zimbabwe y que se reflejan en la primera parte de esta referencia.

Como se evidencia esta tecnología pudiera convertirse en una posibilidad en un futuro, pero para Cuba y otros países del área, ésta se comporta aun como una posibilidad futura ya que como plantea Stahringer, (2006) para la implementación de esta tecnología con resultados satisfactorios, se requiere de un equipamiento médico veterinario y material significativo lo cual constituye una limitante importante a la hora de su establecimiento como principal medida para contrarrestar el anestro posparto en el ganado bovino de carne.

### **Amamantamiento retrasado**

El amamantamiento retrasado consiste en realizar el amamantamiento del becerro ocho horas después del ordeño y surge de la necesidad de reducir los períodos prolongados de anestro postparto en vacas *Bos taurus* x *Bos indicus* manejadas en el sistema de doble propósito, sin afectar la producción de leche ni el desarrollo del becerro. Para lograrlo, las vacas se ordeñan de manera total en la mañana, previo apoyo del becerro. Después del ordeño, las vacas se van a pastorear a la pradera y los becerros permanecen en un corral con acceso a una pradera pequeña, donde consumen forraje y agua a libre acceso. A las ocho horas después del ordeño, las vacas y becerros se reúnen por 30-60 minutos, para que el becerro consuma toda la leche sintetizada en las ocho horas existentes entre el ordeño y el amamantamiento. Con este manejo de vacas y becerros, se simula

realizar dos ordeños, pero la leche de la mañana es para el productor y la de la tarde para el becerro. Se recomienda iniciar el retraso del amamantamiento a partir de los siete días de edad de los becerros, para que éstos consuman calostro y leche a libre acceso en la primera semana de edad y disminuir la incidencia de enfermedades.

Con esta modalidad de amamantamiento realizado con vacas *Bos taurus* x *Bos indicus* manejadas en el sistema de doble propósito, se ha disminuido el intervalo parto primera ovulación de 77,1 + 20 días en vacas con amamantamiento restringido por dos horas al día, a 57,3 + 20 días (Pérez *et al.*, 1991). Además, en este mismo estudio se encontró que el amamantamiento retrasado permitió que el 100% de las vacas presentaran su primera ovulación en los primeros 100 días postparto, comparado con 84% en las vacas con amamantamiento restringido. Resultados similares han sido obtenidos por Gallegos *et al.*, (1990). Estos resultados apoyan la hipótesis de que las vacas de doble propósito que amamantan a su becerro después del ordeño, están sujetas a dos fuertes estímulos inhibitorios que se presentan uno después del otro. El primero, es causado por el proceso del ordeño (sujeción de la vaca, apoyo del becerro para el descenso de la leche y ordeño manual con el becerro al lado y el segundo, es provocado por el amamantamiento del becerro (por 30, 60 ó 120 minutos, después del ordeño). Al separar la presentación de estos dos estímulos, mediante el amamantamiento retrasado, se disminuye el intervalo parto primera ovulación y se incrementa la proporción de vacas que ovulan en los primeros 100 días posparto. El intervalo parto primera ovulación en vacas con amamantamiento retrasado se ha reducido aún más ( $P < 0.05$ ; 46.0 + 12.1 días), si además de retrasar el amamantamiento del becerro, las vacas se exponen al toro con pene desviado desde 7 días posparto (Pérez *et al.*, 1993). La cantidad de leche ordeñada obtenida en vacas con amamantamiento retrasado, es cerca de 2 kg mayor que la de vacas con amamantamiento restringido (7.04 + 0.5 kg/día vs 5.19 + 0.7 kg/día), cuando se proporcionan 2 a 3 kg/vaca/día de complemento alimenticio con 17% de proteína cruda (Gallegos *et al.*, 1993). Por el contrario, la producción es similar, si las vacas reciben sólo 1 kg/vaca/día de complemento alimenticio (6.5 + 0.9

kg/día vs  $5.8 + 0.9$  kg/día; Pérez *et al.*, 1993). La producción de leche total, obtenida al sumar la leche ordeñada y la consumida por el becerro, se incrementó en alrededor de 2 kg/día en vacas con amamantamiento retrasado con respecto a vacas con amamantamiento tradicional, cuando las vacas se suplementan con 1 kg/animal/día de concentrado comercial con 16% de proteína cruda al momento del ordeño y 2 kg/animal/día de complemento alimenticio, elaborado con melaza, gallinaza, sal común y sal mineral, al momento del amamantamiento ( $11.3 + 1.6$  kg/día Vs  $9.2 + 1.9$  kg/día) (Martínez *et al.*, 1995).

La mayor producción de leche obtenida en vacas con amamantamiento retrasado con respecto a amamantamiento restringido, se debe a que el amamantamiento retrasado simula la realización de dos ordeños con presencia del becerro, lo cual debe incrementar la secreción de oxitocina. Esta sugerencia se apoya en: 1) cuando las vacas se exponen a un becerro ajeno, éstas secretan menos cantidad de oxitocina, con respecto a vacas expuestas con su propio becerro (Silveira *et al.*, 1993); 2) al combinar el amamantamiento del becerro con el ordeño, a principios de la lactancia, se incrementa la producción de leche total (Bar *et al.*, 1995); y 3) ordeñar las vacas por la mañana, con máquina y amamantar al becerro por la tarde, durante las primeras ocho semanas de la lactancia, aumenta la producción de leche total en 18%, en lactancias de 300 días y dos ordeños diarios (Fulkerson *et al.*, 1978).

El amamantamiento retrasado no disminuye la ganancia de peso de los becerros, sino que por el contrario, la incrementa (Gallegos *et al.*, 1993). Cuando a los becerros se les proporciona alimento complementario a libre acceso, como se sugiere realizar en becerros de vacas con amamantamiento restringido, los becerros con amamantamiento retrasado ganan más peso ( $827 + 34.8$  g/días), con respecto a becerros de vacas con amamantamiento restringido ( $702 + 26.2$  g/días) (Gallegos *et al.*, 1991; 1993). Sin embargo, los resultados, de la mejora en la ganancia de peso de los becerros con amamantamiento retrasado son más evidentes cuando la alimentación de los becerros se basa en leche que consumen de la madre y forraje en la pradera, sin ningún complemento alimenticio (como la

mayoría de los productores realiza en las explotaciones de doble propósito) (Orihuela *et al.*, 1990). Al respecto Pérez *et al.*, (1991; 1993) encontraron que los becerros con amamantamiento retrasado tuvieron mayor ganancia diaria de peso (779 + 862 g/día), comparado con becerros con amamantamiento restringido (576 + 608 g/día). A su vez, la ganancia de peso de becerros con amamantamiento retrasado (724 + 100 g/día) son similares a la de becerros que permanecen con sus madres durante 8 horas al día en la pradera (637 + 200 g/día) y por lo tanto, tienen la oportunidad de mamar a libre acceso (amamantamiento tradicional) (Martínez *et al.*, 1995). Los resultados anteriores, en conjunto, indican que, a diferencia del amamantamiento restringido, en donde se disminuye el desarrollo del becerro, a menos de que se proporcione adecuada suplementación con alimento de buena calidad, el amamantamiento retrasado 8 horas después del ordeño no disminuye el crecimiento del becerro, sino que por el contrario la mejora (Gallegos *et al.*, 1990 y 1993; Pérez *et al.*, 1991; 1993) y permite obtener pesos de 114-124 kg a los 100 días de edad. Los becerros con amamantamiento retrasado maman menos tiempo (19.5-32 minutos) y en menor frecuencia (1.1-3.2 veces), con respecto a becerros con amamantamiento restringido (22.9-39 min y 3.3-3.8 veces) (Gallegos *et al.*, 1991). Esta menor frecuencia e intensidad de amamantamiento de los becerros a las vacas con amamantamiento retrasado explican, en parte, su más pronto restablecimiento de la actividad ovárica posparto y cuestionan la necesidad de dejar al becerro junto con su madre por períodos mayores de 30 minutos después del ordeño.

## CONCLUSIONES

Los efectos negativos del amamantamiento sobre la función reproductiva posparto, se producen principalmente en el hipotálamo, donde disminuyen la secreción de GnRH y LH en hipófisis. Existen claras evidencias indicando que la FSH y el desarrollo folicular en el ovario, no limitan el restablecimiento de la actividad reproductiva postparto. La presencia constante del becerro sin mamar incrementa la secreción de cortisol y oxitocina; pero no se conoce la participación

de estos cambios endocrinos en el restablecimiento de la actividad reproductiva de las vacas postparto.

El amamantamiento continuo o la interacción constante de la vaca con su becerro prolongan el período de anestro posparto. La sola presencia del becerro sin mamar inhibe el restablecimiento de la actividad reproductiva y prolonga el anestro postparto; por lo cual, las estrategias de manejo para disminuir el anestro posparto, deben enfocarse a manipular el amamantamiento del becerro y separar, lo más posible, al becerro de la vaca y romper el efecto de la asociación vaca-becerro.

El destete precoz elimina de manera total el estímulo del amamantamiento y reduce el período de anestro postparto; sin embargo, su implementación es difícil para los ganaderos del sistema productivo doble propósito, a menos que dispongan de mayor nivel tecnológico y de vacas que no requieran del estímulo del becerro para la eyección de la leche, actualmente en la región Orinoquia los cruces *Bos indicus* x *Bos taurus* repercuten en el efecto sensorial para el descenso de la leche. Adicionalmente, destetar el becerro a los pocos días de edad, disminuye la producción de leche, reduce la duración de la lactancia y el desarrollo corporal del becerro.

El amamantamiento retrasado es una opción viable que el productor de ganado bovino de doble propósito puede implementar para disminuir el anestro posparto, sin afectar negativamente la producción de leche y los cambios de peso corporal de las vacas. Además, el amamantamiento retrasado permite un desarrollo adecuado de los becerros, sin necesidad de alimentación extra.

Para implementar alguna de las estrategias de manejo del amamantamiento y mejorar la eficacia productiva y reproductiva de las explotaciones bovinas de doble propósito en trópico, se debe considerar la no disminución del desarrollo del becerro y el mantenimiento o incremento de la duración de la lactación y la producción de leche por parte de la vaca.

Es necesario realizar evaluaciones de tipo económico, directamente con los productores, para determinar las opciones de manejo del amamantamiento que permitan aumentar los ingresos económicos, mediante una mejor eficacia productiva y reproductiva de las explotaciones. También se requiere determinar si mediante una adecuada suplementación de vacas y becerros se puede disminuir aún más la duración del anestro postparto y mejorar la producción de leche y el desarrollo del becerro de las vacas con amamantamiento retrasado.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AACREA. Uso de "enlatado temporario" de terneros durante la época de servicio. Resumen de experiencias. Manejo de campo natural y otros temas. Vol. 1:36-38. XII Reunión Zonal. AACREA Regional. 1991.
2. Acosta G., Tarnavsky K., Platt E., Hamernik L., Brown L., Schoeneman, Reeves J. Nursing enhances the negative effect of estrogen on lh release in the cow. J ANIM. SCI. 57: 1.530-1.536. 1983.
3. Albeiro H., Butler M., Palma G., Mihura H., Torquati O. Efecto de un destete temporario sobre la reactivación sexual postparto de vacas de cría multíparas. Rev. Arg. Prod. Anim. 1984.
4. Arias M., Soni A., Stahringer C., Sampedro D., Slobodzian A. Optimizando la eficiencia biológica en la reproducción. Jornada Ganadera del NEA. 1999.
5. Bar P. U., Maltz E., Bruckental I., Folman Y., Kali Y., Garcitua H., Lehrer R., Knight H., Robinzon B., Voet H., Tagari H. Relationship between frequent milking or suckling in early lactation and milk production of high production dairy cows. J. Dairy Sci. 1995.
6. Bellows A., Short E., Urick J., Pahnish F. Effects of early weaning on postpartum reproduction of the dam and growth of calves born as multiples or singles. J. Anim. Sci. 39. 1974.
7. Berardinelli G., Joshi S. Initiation of postpartum luteal function in primiparous restricted-suckled beef cows exposed to a bull or excretory products of bulls or cows. American Society of Animal Science. 2005.
8. Bertha P., Mireya V. Fisiología de la reproducción: Hormona liberador de gonadotrofinas. Rev Fac Med UNAM. Vol. 45. 2002.
9. Browing R., Robert B. S., Lewis A. W., Randel R. D. Effects of postpartum nutrition and once-daily suckling on reproductive efficiency and preweaning calf performance in fall-calving Brahman (*Bos indicus*) cows. J Anim Sci. 1994.
10. Cavestany D. Fisiología del puerperio. Serie de reproducción animal, tema 1: post-parto en la hembra bovina. Publicación Miscelánea (IICA). No. 644. Montevideo (Uruguay). 1985.
11. Corbellini C., Busso F. La Vaca lechera antes y después del parto. 1ª ed. Buenos Aires, Ediciones INTA. 2011.
12. Corbellini C., Busso V. La vaca lechera antes y después del parto: puntos a seguir para lograr una transición efectiva. Edición Rambeaud. 1ª ed. Ediciones INTA: Buenos Aires. 2011.

13. Domínguez C., Ruiz Z., Pérez R., Martínez R., Drescher K., Pinto L., Araneda R. Efecto de la condición corporal al parto y el nivel de la alimentación sobre la involución uterina, actividad ovárica, preñez y la expresión hipotalámica y ovárica de los receptores de leptina en vacas doble propósito. Universidad experimental Rómulo Gallegoz. 2008.
14. Ferreira M. Efeito da amamentação e do nível nutricional na atividade ovariana de vacas mestiças leiteiras. Viçosa. Dissertação (doutorado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa. 1990.
15. Fulkerson W., Hooley R., Findlay J. Improvement in milk production of first calf heifers by multiple suckling. Australian Journal of Agricultural Research. 1978.
16. Galeano R. Evaluación genética del recurso animal de los sistemas de producción de bovinos en doble propósito en Colombia. Tesis Maestría, Universidad Nacional de Colombia. 2010.
17. Gallegos J., Pérez H., Solaris M., García M., Osorio M. Comportamiento productivo y reproductivo de vacas de doble propósito en dos sistemas de amamantamiento en el trópico. Instituto de recursos genéticos y productividad, Colegio de posgraduados. México. 1991
18. Garcia M., Imakawa J., Day L., Zalesky D., Kittock J., Kinder E. Effect of suckling and ovariectomy on the control of luteinizing hormone secretion during the postpartum period in beef cows. Biol. Reprod. 31, 771-778. 1984.
19. Gaona C., Rómulo H., Erika A. Relación nutrición fertilidad en Bovinos: un enfoque bioquímico y fisiológico. Palmira: Universidad Nacional de Colombia. 2008.
20. Gareth W., Xue J., Joanne C., Joanne A. Harrold. Anabolic neuropeptides, Diabetes and Endocrinology Research Group, Department of Medicine, University of Liverpool, Duncan Building, Daulby Street, Liverpool. Physiology & Behavior 81. 2004.
21. Gigli I., Russo A., Agüero A. Consideraciones sobre la dinámica ovárica en equino, bovino y camélidos sudamericanos. InVet v.8 Facultad de Ciencias Veterinarias, Buenos Aires. 2006.
22. GOBERNACIÓN DEL META, SECRETARÍA TÉCNICA REGIONAL. Cadenas productivas del Meta. Villavicencio. 2008.
23. GOBERNACIÓN DEL META, SECRETARÍA DE AGRICULTURA. Evaluaciones Agropecuarias, Secretaría de Agricultura y Ganadería. 2007.
24. Gómez D. F. Destete precoz, vigor y salud del ternero. Cartilla INIA, Uruguay. 2008
25. González C., Goicochea J., Rodríguez A., Madrid N., González D. Incorporación al servicio en novillas mestizas doble propósito. Arch. Latinoam. Prod. Animal. 14 (1): 1-9. 2006.
26. Griffith K., Williams L. Roles of maternal vision and olfaction in suckling-mediated inhibition of LH secretion, expression of maternal selectivity, and lactational performance of beef cows. Biol. Reprod. 54, 761-768. 1996.
27. Hafez, E. Reproducción e inseminación artificial en animales. 6ª ed., Interamericana McGraw-Hill, México. 1996.
28. Hafez B. Reproduction in Farm Animals. Seventh edition. Donna Balado USA. 2000.
29. Henao G., Trujillo L., Maldonado G. Liberación de gonadotropinas hipofisarias y factores que la afectan durante el posparto bovino. Rev Col Cien Pec., 13 (1). 2000

30. Hinshewood M., Dierschke D., Hauser E. Effect of suckling on the hypothalamic - pituitary axis in postpartum beef cows, independent of ovarian secretions. *Biol. Reprod.* 32: 290-300. 1985.
31. Hoffman D. P., Stevenson J. S., Minton J. E. Restricting calf presence without suckling compared with weaning prolongs postpartum anovulation in beef cattle. *J Anim Sci.* 1996.
32. Holness H., Hopley H. The effects of plane of nutrition, live weight, temporary weaning and breed on the occurrence of oestrus in beef cows during the postpartum period. *Anim. Prod.* 26: 47. 1978.
33. Holness H., Hale H., Hopley H. Ovarian activity and conception during post - partum period in Afrikaner and Mashona cows. *Zimbabwe J. Agric.* 1980.
34. Houghton L., Lemennager P., Horstman A., Hendrix S., Moss E. Effects of body composition, pre - and postpartum energy level and early weaning on reproductive performance of beef cows and preweaning calf gain. *J. Anim. Sci.* 68. 1990.
35. Izaguirre F., Martínez J. J., Sá O. L., Ramón C., Hernández P. H., Priego M. G. Influencia del amamantamiento y presencia del toro en el comportamiento productivo y reproductivo de vacas pardo suizo en el trópico húmedo. *Rev. Cient. (Maracaibo)*. 17 (6). 2007.
36. Knowles T., Edwards D. A comparison of the effects of restricted suckling and artificial calf rearing systems on dam and calf performance. *Malays. Agric. J.* 54: 1-9. 1983.
37. Landaeta H. Etología y producción animal. Universidad del Zulia, Facultad de Ciencias Veterinarias, Departamento de Producción e Industria Animal. Unidad de Investigaciones Zootécnicas. Zulia. *Mundo Pecuario*, VII (3): 116-129. 2011.
38. Lascano C. E., Holmann, F. Conceptos y metodología de investigación en fincas con sistema de producción animal de doble propósito. Publicación CIAT No. 296. Cali: Consorcio Tropicheche, 55. 1997.
39. Laster B., Glimp A., Gregory E. Effects of early weaning on postpartum reproduction of cows. *J. Anim. Sci.* 36. 1973.
40. Lidfors M., Jensen P., Algers B. Suckling in free-ranging beef cattle - temporal patterning of suckling bouts and effects of age and sex. *Ethology*. 1994
41. Little A., Anderson M., Durkin W. Influence of partial suckling of crossbred dairy cows on milk offtake and calf growth in the Ethiopian Highlands. *Trop. Anim. Health Prod.* 23: 108-114. 1991.
42. Makarechian P., Arthur F. Effects of body condition and temporary calf removal on reproductive performance of range cows. *Theriogenology*. 1990.
43. Malven V., Parfet R., Gregg W. Relationships among concentrations of four neuropeptides and luteinizing hormone-releasing hormone in neural tissues of beef cows following early weaning. *Journal of Animal Science*. 1984.
44. Margerison K., Preston R., Phillips C. Restricted suckling of tropic dairy cows by their own calf or other cows' calves. School of Agricultural and Forest Sciences, University of Wales, Bangor, Gwynedd LL57 2UW, United Kingdom; I center Inter-institutional for the Agricultural Development in the Valley of Cauca, Cali, Colombia; and Department of Clinical Veterinary Medicine, University of Cambridge, Cambridge CB3 0ES, United Kingdom. *American Society Animal of Science*. 2002.
45. McNeilly S. Lactation and fertility. *J. Mammary Gland Biol. Neoplasia* 2. 1997.

46. Monje A. Destete precoz en cría vacuna. Recuperado en junio del 2006, Disponible En: [www.inta.gov.ar/concepcion/info/documentos/ganaderia/destete1.htm](http://www.inta.gov.ar/concepcion/info/documentos/ganaderia/destete1.htm)
47. Montaña E., Ruíz Z. ¿Por qué no ovulan los primeros folículos dominantes de las vacas cebú posparto en el trópico colombiano? Facultad Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia. 18 (2): 127-138. 2005.
48. Myers R., Myers A., Gregg W., Moss E. Endogenous opioid suppression on release of luteinizing hormone during the suckling and postpartum anestrus beef cows. Dom Anim Endocrinol, 6: 183-190. 1989.
49. Orihuela A. Effect of calf stimulus on the milk yield of zebu-type cattle. Appl. Anim. Behav. Sci. 1990.
50. Pace M., Sullivan J. Effect of Synchro-Mate-B treatment (SMB) and calf separation on beef cattle estrus and pregnancy rates. J. Anim. Sci, 51. 1980.
51. Perea G. F., Cruz R., Gonzales R., Soto B. E., Gonzales E., Rincón E. Evaluación ultrasonográfica de la involución del cuello uterino en vacas mestizas tropicales. Universidad de Zulia. Facultad de Ciencias Veterinarias, Producción Animal. 1997.
52. Pérez P., Becerril M., Lamothe Z., Glafiro H., López S., Gallegos J. Efecto del amamantamiento retrasado en la actividad posparto de las vacas y en los becerros de doble propósito. Interciencia, 31 (10). 2006.
53. Pérez H., Sánchez del R. J., Gallegos S, Anestro posparto y alternativas de manejo del amamantamiento en vacas de doble propósito en trópico. Universidad Autónoma de México Colegio de Postgraduados, Especialidad de Ganadería, Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo, (México) Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim. 16 (2). 2001.
54. Petryna A., Bavera G. A. Etología Cursos de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC. 2002.
55. Preston R., Vacarro L. Dual purpose cattle production systems. In: New techniques in cattle production. Butterworths: Phillips J, 20-32. 1989.
56. Ptazynaska M. La importancia del periodo posparto y su impacto en la reproducción. 2007. Disponible En: [www.cigal.biz](http://www.cigal.biz).
57. Randel D. Effect of once-daily suckling on postpartum interval and cow-calf performance of first-calf Brahman X Hereford heifers. J. Anim. Sci. 1981.
58. Randel D. Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. J. Anim. Sci. 1990.
59. Ray E., Roubicek B., Lane A., Hansen J., Theurer B., McGinty D. Supplementation or early weaning with beef heifers. Proc. West. Sect. Am. Soc. Anim. Sci. 1973.
60. Reeves J., Gaskiins T. Effect of once-a-day nursing on rebreeding efficiency of beef cows. J. Anim. Sci. 1981.
61. Román H. Situación actual y retos de la ganadería bovina en el trópico. XX Simposium de Ganadería Tropical: Alternativas de alimentación del ganado bovino en el trópico. México. 1995.
62. Rovira J. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo; destete. Montevideo, Uruguay: Hemisferio Sur. 1997.
63. Ruiz C. T., Olivera Á. M. Ovarian follicular dynamics in suckled zebu (*Bos indicus*) cows monitored by real time ultrasonography. Anim. Reprod. Sci. 54. 1999.
64. Salgado O., Simanca J., Gómez C. Amamantamiento restringido y suplementación sobre la eficiencia reproductiva en vacas del sistema doble propósito. Revista MVZ Córdoba, 12. 2007.

65. Salgado O., Roger, Torregroza S., Lino Alvarez P., Martínez H., Rugeles P., Vergara G., Maza A. Amamantamiento restringido y suplementación sobre los perfiles metabólicos en vacas del sistema doble propósito. Revista MVZ. Universidad de Córdoba. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Ciencias Pecuarias. 2006
66. Salgado R., Álvarez J., Bertel M., Gonzáles M, Maza L., Torregroza L., Efecto de la época del parto y del sistema de amamantamiento sobre la eficiencia reproductiva de vacas del sistema doble propósito. Universidad de Córdoba, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Departamentos de Medicina Animal y de Zootecnia. Universidad de Sucre, Montería, Colombia. 2003.
67. Sandoval E., Valle A., Flores R., Medina R. Crecimiento ponderal en becerros de doble propósito sometidos a un sistema integral de crianza. Estación Experimental Falcón. Coro. Estado Falcón. CENIAP. Departamento de Estadística e Informática. Maracay. Estado Aragua. 1992.
68. Santos R., Arreguín A., Villa G. A., Román H. Interacción de la condición corporal y la frecuencia del amamantamiento sobre la actividad ovárica postparto en vacas cebú. El desarrollo folicular ovárico. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. México. 1995.
69. Sergio G. Resolución del anestro en el ganado bovino de carne. Programa de Reproducción Animal del C.E. Aldama-INIFAP-SAGAR. 2006.
70. Shively E., Williams L. Patterns of tonic luteinizing hormone release and ovulation frequency in suckled anestrous beef cows following varying intervals of temporary weaning. *Domest. Anim. Endocrinol.* 1989.
71. Short E., Bellows A., Moody L., Howland E. Effects of suckling and mastectomy on bovine postpartum reproduction. *J. Anim. Sci.* 34 (70). 1972
72. Short E., Bellows A., Staigmiller B., Berardinelli G., Custer E. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *J Anim Sci.* 1990.
73. Silveira A., Spoon A., Ryan P., Williams L. Evidence for maternal behavior as a requisite link in suckling-mediated anovulation in cows. *Biol. Reprod.* 1993.
74. Smith F., Burrell C., Shipp D., Sprott R., Songster N., Wiltbank N. Hormone treatments and use of calf removal in postpartum beef cows. *J. Anim. Sci.* 1979.
75. Stagg K., Diskin G., Sreenan M., Roche F. Follicular development in long-term anoestrous suckler beef cows fed two levels of energy postpartum. *Anim. Reprod. Sci.* 38: 49-61. 1995
76. Stahringer R. Anestro posparto y pubertad en bovinos de cría. 2006. Recuperado en junio del 2011. Disponible En: <http://www.paraguayganadero.com/articulo.php?ID=158>
77. Sumano H., Ocampo L. Farmacología clínica de los Bovinos. México, D. F.: Trillas. 1996
78. Tegegne P., Osuji O., Lahlou K. A., Mukasi M. E. Effect of dam nutrition and suckling on lactation in Borana cows and growth in their Borana x Friesian crossbred calves in an early weaning system in Ethiopia. *Anim. Prod.*, 58: 19-21. 1994.
79. Tennant B., Kendendrick, Peddicord G. Uterine involution and ovarian function in the postpartum cow. A retrospective analysis of 2,338 genital organ examinations. *Cornell Vet.* 57: 543. 1967.
80. Tervit R., Smith F., Kaltenbach C. Postpartum anestrus in beef cattle: a review. *Proc. N. Zeal. Soc. Anim.* 1977.

81. Van Engelen, G. M., Breeveld V., Everts M., Van Der Weyden, T. M., Rutten V. Cervical ripening and parturition in cows are driven by a cascade of pro-inflammatory cytokines. *Reproduction in Domestic Animals*, 44: 834-841. 2009.
82. Villa A., Arreguín A. Tecnología disponible y principales líneas de investigación para resolver el anestro posparto en vacas de doble propósito. XVI Simposium de Ganadería Tropical: 4º Ciclo de conferencias sobre bovinos de doble propósito. INIFAP. Veracruz, México. 1993.
83. Villagomez G., Arreguin A. Tecnología disponible y principales líneas de investigación para resolver el anestro postparto en vacas de doble propósito. En: XVI Simposium de ganadería tropical. 4º Ciclo de conferencias sobre bovinos de doble propósito. INIFAP. Veracruz, México. pp. 55-84. 1993.
84. Villagómez E., Zárate M., Arellano M., Villa A., González E. Efectos de la suplementación energética y del amamantamiento sobre el desarrollo folicular y el anestro de vacas de doble propósito. XXXV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Yucatán, México. 1999.
85. Warren C., Spitsler C., Burns L. Beef cow reproduction as affected by postpartum nutrition and temporary calf removal. Department of Animal Science Clemson University Clemson, SC 29634-0361, USA. 1988.
86. Wehreden A. Centimetry and ultrasonographic observation of the cervix regression in Dairy cows Turing the first 10 days post partum. *J Vet.Med A Physiol Pathol Cin Med*. 2003.
87. Werth A., Whittier C., Azzam M., Deutscher H., Kinder E. Relationship between circulating progesterone and conception at the firts postpartum estrus in young primiparous beef cows. *J. Anim. Sci.* 74: 616-619. 1996.
88. Williams G. L. Suckiln as regulator of postpartum rebreeding catlee. *J Anim Sci*. 1990.
89. Williams L., McVey R., Hunter F. Mammary somatosensory pathways are not required for suckling-mediated inhibition of luteinizing hormone secretion and delayed of ovulation in cows. *Biol.* 1993.
90. Williams L., Gazal S., Guzmán V. A. y Stanko L. Mechanism regulating suckling-mediated annovulation in the cow. *Anim. Reprod. Sci.* 1996.
91. Yavas Y., Johnson H. y Walton S. Modification of follicular dynamics by exogenous FSH and progesterone, and the induction of ovulation using hCG in postpartum beef cows. *Theriogenology* 52: 949-963. 1999.
92. Yavas Y., Walton S. Postpartum acyclity in suckled beef cows: a review. *Theriogenology* 54: 25-55. 2000.

## **Agroforestería para la conservación del suelo y otros recursos naturales**

### **Agroforestry for soil conservation and other natural resources**

Ruiz Velez Jessica Fernanda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Licenciada en Producción Agropecuaria, Universidad de los Llanos

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

Recibido 05 de Marzo 2013, Aceptado 15 de Abril 2013

### **RESUMEN**

Una definición de agroforestería que abarca varios aspectos es: ciencia interdisciplinaria, con tradición, innovación productiva y conservación de la naturaleza donde existen formas de manejo y aprovechamiento de sistemas y desarrollo de saberes tradicionales y novedosos, fortalecimiento de la identidad cultural, interacciones ecológicas totales de complementariedad del sistema, diversificación del paisaje, uso adecuado de recursos naturales, privilegio del trabajo humano, utilizando tecnologías de bajo impacto ecológico y en la que se presentan relaciones sociales, ambientales y económicas de bienestar, equidad y justicia. El hecho de disminuir las hectáreas de bosque en Suramérica, ha generado pérdida de la biodiversidad, degradación de los recursos naturales (agua, aire y suelo), y desplazamiento de algunas tribus indígenas, lo que ha ocasionado una baja en la productividad agrícola y animal, y como si fuera poco, un alto índice de pobreza, de las poblaciones de campesinos que están dedicados a estas actividades. Lo anterior se debe, a la costumbre que poseen los países suramericanos, de poner en práctica modelos con una alta dependencia de agroquímicos, donde los sistemas de producción se basaron en monocultivos, con la importación de paquetes tecnológicos, implementación de maquinaria agrícola no apta para el trópico; que contribuyeron a empeorar la crisis ambiental por la que hoy estamos pasando. Se han planteado una serie de argumentos, orientados hacia la sostenibilidad considerando estrategias para la conservación de recursos naturales, y energía en su ciclicidad; en lo cual la “Agroforestería”, desempeñaría un papel importante debido a la gran variedad de especies arbóreas que existen

en el trópico de Suramérica, buscando con ello sistemas amigables con el medio ambiente y así brindar una calidad de vida óptima para los campesinos y su entorno, ya que aumenta la productividad animal y vegetal, así como el mejoramiento de los paisajes.

**Palabras clave:** Sostenibilidad, sistemas agroforestales.

### **ABSTRACT**

A definition of agroforestry that covers various aspects is interdisciplinary science with tradition, innovation production and conservation of nature where there are forms of management and use of systems and development of traditional and novel, strengthening cultural identity, total ecological interactions complementarity system, landscape diversification, proper use of natural resources, human labor privilege, using technologies with low environmental impact and which are social, environmental and economic welfare, equity and justice. The fact decrease hectares of forest in South America, has produced loss of biodiversity, degradation of natural resources (water, air and soil), and displacement of indigenous tribes, which has caused a decline in agricultural and animal productivity, and last but not least, a high poverty rate, rural populations who are dedicated to these activities. This is due, custom to have the South American countries, to implement models with a high dependence on agrochemicals, where production systems are based on monocultures, with imported technology packages, implementation of agricultural machinery unsafe the tropics, which contributed to the worsening environmental crisis which we are now passing. A series of arguments have been raised, oriented towards sustainability considering strategies for the conservation of natural resources, and energy in its cyclicity, in which the "agroforestry", play an important role due to the large variety of tree species found in the tropics of South America, seeking to friendly systems environment and so provide an optimal quality of life for farmers and their environment, increasing plant and animal productivity and improving landscapes.

**Keywords:** Sustainability, agroforestry system.

## INTRODUCCIÓN

Suramérica, es rica en su biodiversidad que se encuentra distribuida en diferentes tipos de terrenos que en su mayoría son aptos para la producción agropecuaria; parte de ellos, se encuentran ubicados en el trópico ecuatorial, y es allí donde se sitúan algunas zonas boscosas; pero debido al constante proceso en el cambio de uso de suelos para la ganadería, donde se han establecido grandes zonas para el cultivo de pastizales, adicionalmente se están implantando la producción intensiva de biocombustibles, los bosques con que cuenta, están siendo afectados, debido a la tala descontrolada, aumentándose la cantidad de sabanas, que prácticamente son en 80% monocultivos, lo cual no favorece desde ninguna perspectiva la conservación de la flora y la fauna en detrimento de las poblaciones nativas, que habitan determinada región (OLADE, 2003).

El hecho de disminuir las hectáreas de bosque, ha generado pérdida de la biodiversidad, degradación de los recursos naturales (agua, aire y suelo), y desplazamiento de algunas tribus indígenas, lo que ha ocasionado una baja en la productividad agrícola y animal, y como si fuera poco, un alto índice de pobreza, de las poblaciones de campesinos que están dedicados a estas actividades. Lo anterior se debe, a la costumbre que poseen los países suramericanos, de poner en práctica modelos con una alta dependencia de agroquímicos, donde los sistemas de producción se basaron en monocultivos, con la importación de paquetes tecnológicos, implementación de maquinaria agrícola no apta para el trópico; que contribuyeron a empeorar la crisis ambiental por la que hoy estamos pasando (FAO, 2009).

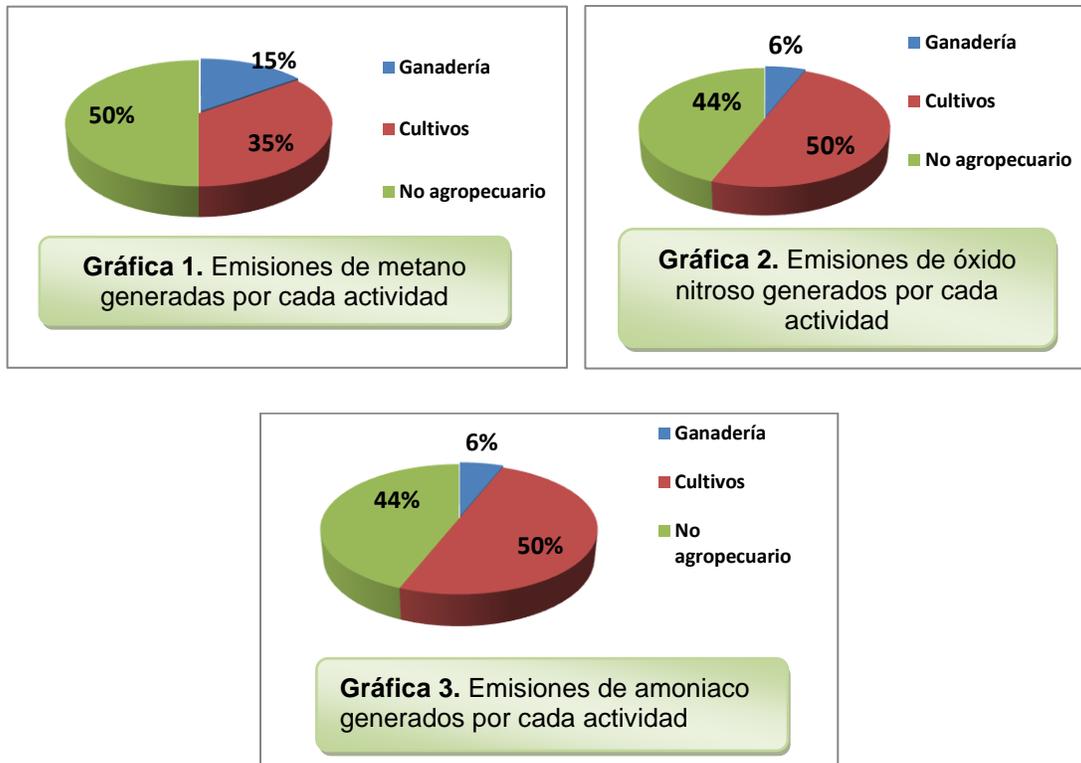
Sin embargo, es de considerar, que en la actualidad, por las consecuencias que hemos generado con nuestras acciones, el hombre ha comenzado un proceso de toma de conciencia, y ha ideado una serie de estrategias, llamadas según Delgado, (2004) medidas agronómicas para la conservación del suelo, donde se considera manejo de la vegetación, rotación y asociación de cultivos, coberturas de tipo mulch, labranza de conservación y agroforestería, siendo esta última, la que mejor se adapta a las condiciones del trópico.

En su proyecto de desarrollo económico CEPAL/GTZ, (2003) han planteado una serie de argumentos, orientados hacia la sostenibilidad planteando estrategias para la conservación de los recursos naturales, y la energía en su ciclicidad; en lo cual la “Agroforestería”, desempeñaría un papel importante debido a la gran variedad de especies arbóreas que existen en el trópico de Suramérica, buscando con ello sistemas amigables con el medio ambiente y así brindar una calidad de vida óptima para los campesinos y su entorno, ya que aumenta la productividad animal y vegetal, así como el mejoramiento de los paisajes.

### **ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA**

El mundo se encuentra en una alta dependencia de combustibles fósiles, un mal manejo de la tierra, y un acelerado incremento de la población, lo cual ha ocasionado una disminución en la diversidad biológica y además ha contribuido en la degradación de los recursos naturales, que hacen posible el sostenimiento de la vida. Una de las causas principales de degradación del ambiente, es la tala de bosques con el fin de ser convertidos en áreas de producción agropecuaria, por ejemplo, en Colombia se talan anualmente de 360 a 600 mil hectáreas de bosque, debido principalmente a procesos de colonización, la utilización de la leña como recurso energético y la expansión de la industria forestal. Estos procesos llevan consigo la pérdida de la diversidad biológica, la alteración de los sistemas hídricos, la erosión de los suelos y la pérdida del equilibrio ecológico global (FAO, 2009).

En Colombia, tratando de maximizarse la rentabilidad de las empresas pecuarias, se ha optado por producir intensivamente, y según cifras del Paredes y Mojica, (2005) la producción avícola ha ascendido del año 1990 con un número de pollos de engorde de 223 millones a 485 millones en el 2004. El DANE, (2002) reporta que la ganadería ascendió del año 2002 de 3.275.799 cabezas de ganado a 3.926.628 en el 2006; este hecho genera “un dramático aumento en las emisiones atmosféricas de amoníaco, lo cual se ha reportado en los últimos años en las zonas de agricultura intensiva de animales. Lo descrito se ve representado, en las Gráficas 1, 2 y 3, adaptadas de Coma y Bonet, (2004); Gay y Knowlton, (2005).



Otra de las causas, de degradación del ambiente, es la producción agrícola, que utiliza el 72% del agua para consumo, y la cual es contaminada por los agroquímicos aplicados durante los ciclos productivos de los cultivos. De acuerdo a lo anterior, el problema consiste en las formas de producción implementadas a partir de la revolución verde y los modos de vida tan arraigados que no generan sostenibilidad, ni conservación, sino por el contrario producen un ambiente mal sano, (Coma y Bonet, 2004).

### ¿QUE ES LA AGROFORESTERÍA?

Para poder hacer referencia a ella como una alternativa mucho más eficiente de producción, conservación del suelo y otros recursos naturales, es menester conocer algunos enfoques, como el que hace referencia a sistemas y tecnologías de uso del suelo en los cuales las especies leñosas perennes (árboles, arbustos, palmas, y otros) se utilizan deliberadamente en el mismo sistema de manejo con cultivos agrícolas y producción animal, en alguna forma de arreglo espacial o secuencia temporal (Nair, 1985; Ospina, 2003).

Petit, (1993) y Ospina, (2000) afirman que es un sistema de producción o formas de uso y manejo de los recursos naturales en los que las especies leñosas (árboles, arbustos y palmas), son utilizadas en asociación deliberada con cultivos agrícolas o animales en el mismo terreno, de manera simultánea o en secuencia temporal.

Palomeque, (2009) lo define como una ciencia interdisciplinaria, también una tradición e innovación productiva y de conservación de la naturaleza, desarrollada fundamentalmente por culturas agroforestales en tierras tropicales, donde existen formas de manejo y aprovechamiento de sistemas y desarrollo de saberes tradicionales y novedosos, fortalecimiento de la identidad cultural, interacciones ecológicas totales de complementariedad del sistema, diversificación del paisaje, uso adecuado de recursos naturales, privilegio del trabajo humano, utilizando tecnologías de bajo impacto ecológico y en la que se presentan relaciones sociales, ambientales y económicas de bienestar, equidad y justicia.

### **CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES**

Los sistemas agroforestales se clasifican según Correa *et al.*, (2006) en: silvopastoriles (árboles asociados con ganadería), agrosilvoculturales (árboles combinados con cultivos), agropastoriles (cultivos combinados con ganadería) y sistemas agrosilvopastoriles (árboles con cultivos y ganadería). En la zona tropical de Suramérica existen gran variedad de gramíneas, leguminosas y otras especies (Tabla 1) que tienen alta aceptación por parte del ganado por su alto contenido nutricional en proteína, calcio y fósforo, además han demostrado gran rusticidad y elevada tasa de producción de biomasa, lo cual hace que, en muchas producciones pecuarias, las utilicen como bancos forrajeros para complementar la alimentación de los animales en pastoreo. Se ha demostrado que algunas especies no leguminosas están en la capacidad de mejorar las condiciones del suelo, aunque no es del todo claro, como hacen sí, asociándose con hongos formadores de micorrizas que capturan fósforo o ácidos orgánicos en las raíces para permitir la asimilación de nitrógeno, tal cual lo hacen las leguminosas (Jama *et al.*, 2000).

**Tabla1.** Algunas especies que se pueden asociar en los sistemas agroforestales

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>
<b>Gramíneas</b>	
Pasto guinea o india	<i>Panicum máximum</i>
Pasto marandú	<i>Brachiaria brizantha</i>
Pasto amargo o común	<i>Brachiaria decumbens</i>
Pasto la libertad	<i>Brachiaria brizantha</i>
Caña forrajera	<i>Sacharum officinarum</i>
<b>Leguminosas</b>	
Maní forrajero	<i>Arachis pintoii</i>
Capica	<i>Stylosanthes capitata</i>
Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>
Cachimbo	<i>Erithryna fusca</i>
Guandul	<i>Cajanus cajan</i>
Acacia Roja	<i>Delonix regia</i>
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>
Cratilya	<i>Cratilia argéntea</i>
<b>Otras especies arbóreas</b>	
Nacedero	<i>Trichanthera gigantea</i>
Achupalla	<i>Tournefortia sp</i>
Botón de oro	<i>Thitonia Diversifolia</i>
Acalifa	<i>Acalypha macrostacya</i>
Cayeno	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>
Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>

**Fuente:** Otálvaro, 2001; Lemus y Lemus 2004

## **JUSTIFICACIÓN DE LA AGROFORESTERÍA EN LOS SISTEMAS AGROPECUARIOS**

América Latina goza de una vasta zona tropical, donde se posee una gran riqueza de biodiversidad, y además es territorio clave para la expansión de la frontera agrícola y ganadera; pero para que esto suceda, existen unos factores determinantes en la producción tropical, como lo es el clima, el suelo y los recursos naturales. El clima, modelado por la cordillera de los andes, determina un

régimen de lluvias bastante amplio, y con ello un vasto número de fuentes de agua dulce, aptas para la agricultura, la alimentación humana y animal, por otro lado, la zona de trópico se caracteriza por tener una marcada intensidad lumínica, lo que permite una variada gama de especies vegetales, a lo que se suma, el recurso suelo, el cual es ácido y casi infértil; según CEPAL/GTZ, (2003) en América tropical el 33.6% de los suelos potencialmente agrícolas son Oxisoles y el 21.4% son Ultisoles; y estos suelos son los que sostienen los sistemas de pastoreo extensivo, que extraen los pocos nutrientes con que cuenta el sustrato; ahora bien es de analizar, que este sistema bastante frágil, y con el aumento de la población, y el agotamiento de combustible fósil, es necesario implementar sistemas productivos mucho más eficientes, para suplir las necesidades actuales (Clapperton, 2003).

Con lo anterior se plantea que no se debe seguir implementado el sistema de producción que propone la revolución verde, pues “Este paradigma dio paso, en los países tropicales a la implantación de sistemas de producción con base en monocultivos, a la dependencia de un número reducido de especies vegetales y animales, a la importación de paquetes tecnológicos y a un uso elevado de insumos, producidos en países industrializados; lo que ha ocasionado un alto impacto negativo en el medio ambiente, debido al uso indiscriminado de los agroquímicos, los cuales aceleraron los procesos de deterioro y agotamiento de los recursos naturales, por lo tanto, está más que justificado implementar nuevos sistemas de producción, como la “*Agroforesteria*”, la cual propone, el aumento de la productividad, diversificando ingresos, conservando el medio ambiente y satisfaciendo las necesidades de las personas (Nair, 1993; Ospina 2000).

De acuerdo con Ospina, (2003); Lemus y Lemus, (2004) y Funes, (2007) identifican las siguientes razones para que la “*Agroforesteria*” se integre a los sistemas agropecuarios en el trópico:

- 1- Permite diversificar ingresos: teniendo en cuenta que el mercado fluctúa, la diversificación puede significar una serie de entradas para la finca, pues no

solo se tendría un cultivo, sino varios, que permitirían amortiguar los cambios de precio del mercado.

- 2- Aumenta la productividad: lo cual se demuestra en donde se especifica que en el sureste asiático se practica con éxito el pastoreo de bovinos y ovinos en plantaciones de palma de aceite y cocotero. La cantidad de luz transmitida bajo las plantaciones permite el desarrollo de pastos resistentes a un cierto nivel de sombra, entre ellos *Panicum maximum* y *Brachiaria decumbens*. La presencia de animales incrementa el reciclaje de nutrimentos y reduce la competencia del estrato herbáceo, mejorando la producción de coco. Los subproductos industriales de la extracción de aceite posibilitan el engorde de cerdos y pueden ser utilizados en la ceba de bovinos u ovinos.
- 3- Conserva energía y recursos hídricos: por ejemplo, existen árboles como el yopo (*Anadenanthera peregrina*), que sirve como fuente alterna de combustible para los asaderos. Además, cuando existe en un sistema diversidad de especies por estratos, se controla la escorrentía, la pérdida de suelo y además se adhieren a las raíces contaminantes que arrastran las aguas de lluvia, evitando que caigan a las fuentes de agua.
- 4- Crea un medio ambiente saludable: porque no solo se produce, sino que se mejora el suelo, el aire, el agua, y se crea un ambiente propicio para variedad de animales y plantas.
- 5- Satisface las necesidades: al mantener mayor biodiversidad en el entorno ambiental y productivo, contribuye en la mejora de la calidad de vida de las personas, representado esto en bienestar.
- 6- Recupera la capacidad productiva del suelo: existe un aporte de nitrógeno al mismo tiempo, a través de leguminosas arbóreas y arbustivas, además disminuye la pérdida de suelo por la erosión hídrica y eólica, debido a que la especies arbóreas presentan un sistema radicular mucho más profundo, que las gramíneas, lo cual les permite captar agua y minerales en perfiles del suelo más profundos, manteniendo el perfil superficial del suelo en buenas condiciones, que puede ser utilizado para otros cultivos.

- 7- Reduce la velocidad del viento y mantiene temperatura del suelo: por efecto de las barreras vivas, disminuye hasta en 20% la tasa de evaporación y la temperatura en el suelo, aumentando la cobertura vegetal mediante la incorporación de hojarasca y abundancia de raíces, y de esta forma se mitigan los efectos del estrés de sequía en los cultivos, permitiendo a la vez un mayor aporte de nutrientes, y mejoramiento en la estructura y porosidad del suelo.
- 8- Aumento de diversidad: dando las condiciones adecuadas para el bienestar de la flora y fauna nativa, lo cual contribuye a la disminución de plagas, pues se fomentan los depredadores, que generalmente se constituyen en aves e insectos benéficos; además el recurso arbóreo, aporta sombra a los animales y a otros cultivos como café y cacao, aumentando la productividad de estos componentes.

### **SITUACIÓN DE LA AGROFORESTERÍA EN LA ORINOQUIA COLOMBIANA**

El desarrollo de la agroforestería en Colombia, comienza en la década de los ochenta, pero en los años 90, fue donde se generó una toma de conciencia sobre la importancia del árbol en el desarrollo rural. Bajo esta perspectiva, varias instituciones de carácter gubernamental y no gubernamental comenzaron a fomentar la agroforestería como alternativa sostenible y competitiva para el desarrollo agropecuario de diversas zonas del país. Lo expuesto, va en pro de las nuevas políticas que propone el gobierno nacional, quienes han presentado el más importante proyecto de recuperación de bosque tropical húmedo del mundo en la región de la Orinoquia (Cano y Arias, 2004).

“Este megaproyecto apunta a crear el sumidero de dióxido de carbono de mayor magnitud del mundo en su historia reciente, con un potencial de fijación del mismo de 25 toneladas por hectárea por año a través de la reforestación y la consecuente recuperación de la capa vegetal, dando iniciativas complementarias en el ámbito agrícola de producción limpia y ambientalmente compatible de alimentos. Es decir, un potencial de secuestro de dióxido de carbono de 7.908 millones de toneladas durante un período de 50 años (Cano y Arias, 2004).

De esta manera Colombia está empeñada en aproximarse al cumplimiento de los objetivos del Protocolo de Kyoto, y de las metas del milenio tendientes a la reducción de la pobreza en el mundo a menos del 50% para el año 2015, proclamada en la Cumbre de la tierra, para el desarrollo sostenible (ONU, 2002).

En consideración con lo anterior, Colombia, está apuntando a desarrollar una agricultura tropical, orientada a conocer y aprovechar las relaciones que se establecen en los sistemas de producción agropecuarios y el componente arbóreo, con el propósito de incrementar nuevos productos promisorios como los biocombustibles y los tendientes a proporcionar seguridad alimentaria de manera orgánica e inocua.

Para la planificación territorial en Colombia, se ha identificado como prioridad, la realización de acciones, que a través de los sistemas agroforestales y las plantaciones protectoras-productoras, propendan por la recuperación y manejo de micro-cuencas en las márgenes y cabeceras de los ríos, para aumentar la cobertura vegetal de áreas degradadas y de esta manera devolver la capacidad productiva de suelos erosionados. Se ha demostrado que, en las plantaciones forestales de zonas bajas, el pastoreo de las arvenses que están dentro de éstas, contribuye con el pago de la mitad de los costos para el mantenimiento de los árboles, además controla la invasión de pastos dejando utilidades adicionales, (Correa *et al.*, 2006).

Experiencias con unidades familiares campesinas de minifundio, las cuales combinan diferentes sistemas pecuarios: ganado, cerdos y aves con policultivos forrajeros de corte y acarreo como: *Trichanthera gigantea*, *Erytrina fusca*, *Tithonia diversifolia*, *Erytrina rubrinervia*, *Urera sp*, *Boehmeria nivea*, *Leucaena leucocephala*, *Alocassia macroriza* y caña de azúcar) generan un balance anual 46.9% superior (1977 Vs US \$1050/año) comparadas con unidades familiares que utilizan tecnologías convencionales de pastoreo extensivo y concentrados (Murgueitio, 1999).

## CONCLUSIONES

La agroforestería es una táctica productiva, muy apta para el trópico, pues se encamina a manejar los recursos naturales de forma eficiente, buscando un equilibrio y evitando el uso indiscriminado de agroquímicos y maquinaria agrícola pesada; asimismo porque es en el trópico donde se presenta deforestación de los bosques y selvas (Amazonas) por la expansión agrícola y pecuaria actual. Además, es de considerar que los índices de pobreza son altos, por la mala implementación de los cultivos (monocultivos), y por la falta de estrategias y soluciones que conlleven a obtener un desarrollo sostenible.

Es importante mencionar, que cuando hay mayor cantidad de componentes en un sistema, las pérdidas de energía se reducen, lo cual se logra cuando en una finca se implementan los sistemas agroforestales, y que además de dicha ayuda en gran medida ayuda a la conservación del suelo, no excluye al ser humano del sistema, sino que lo integra y le proporciona una mejor calidad de vida, en cuanto a salud, bienestar, recreación, y seguridad.

***“Es de humanos errar, pero también es de los humanos la razón, que de poco o nada ha servido, cuando a nosotros mismos nos hemos acabado por la ambición y la codicia”***



**Fotografía 1.** Los sistemas agroforestales propenden por la recuperación de suelo, agua y mejoramiento de las condiciones climáticas de un entorno.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Cano C., Arias A. El renacimiento de la Orinoquia alta de Colombia: un megaproyecto para el mundo. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural República de Colombia. 2004. Disponible En: <http://www.minagricultura.gov.co/archivos/cartilla%20orinoco%20completa.pdf>
2. CEPAL/GTZ. Sostenibilidad energética en América Latina y el Caribe: el aporte de las fuentes renovables: Proyecto “Promoción del Desarrollo Económico en América Latina y el Caribe, por medio de la Integración de Propuestas de Políticas Ambientales y Sociales”. 2003. Recuperado 3 de Noviembre 2012. Disponible En: <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/9/13319/Lcl.1966e.pdf>
3. Clapperton, M. J. Increasing soil biodiversity through Conservation Agriculture – Managing the soil as a habitat. Proceedings II Congreso Mundial sobre Agricultura Conservacionista. p. 136-145. 2003.
4. Coma J., Bonet J. Producción ganadera y contaminación ambiental, XX Curso de Especialización FEDNA Barcelona, 22 y 23 de noviembre, p. 237-272. 2004.
5. Correa H. D., Ruiz, S. L., Arévalo, L. M. (eds). Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco–Colombia / 2005 - 2015 – Propuesta Técnica. Bogotá D.C.: Corporinoquia, Cormacarena, IAvH, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF - Colombia, GTZ – Colombia, Bogotá, D. C., 330 p. 2006.
6. DANE. Sacrificio consumo interno, información base censo 1983 - 1996. Año 1997, Muestra de Sacrificio de Ganado Vacuno en 67 municipios. Frigoríficos de exportación, conocimiento de embarque 1982-1990. ICA, Colombia. 2002.
7. Delgado F. Agricultura Sostenible y Mejoramiento de Suelos de Ladera. Serie Suelos y Clima SC- 76. CIDIAT. Mérida. Venezuela. 2004.
8. Edwards, C. A. Earthworms. Chapter 8 En: Soil Biology Primer. Soil and Water Conservation Society. Rev. Edition. Ankeny Iowa. 2000.
9. FAO. Situación de los bosques en el mundo, División de Comunicación, Roma, Italia. 80 p. 2009.
10. Gay S., Knowlton K. Ammonia emissions and animal agriculture, Dairy Science, Virginia Tech, Publication Number 442-110, Posted March, 2005.
11. Funes F. Avances científicos en sistemas de producción agrosilvopastoriles en cuba. Centro internacional de agricultura tropical. (CIAT), Colombia, 2007.
12. Gobierno del Estado de Chiapas-Secretaría de Desarrollo Rural. Agroforestería. Guía de extensionista forestal II. 15 p. 2006.
13. Jama B., Palm C. A., Buresh, R. J., Niang A., Gachengo, C., Nziguheva G., Amadalo B. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray as a green manure for soil fertility improvement in western Kenya: Review. Agroforestry Systems. 4: 201. 2000.
14. Lemus L., Lemus V. Plantas de uso forrajero en el trópico, cálido y templado de Colombia. Universidad de los Llanos programa de Ingeniería Agronómica, Villavicencio, Colombia. 360 p. 2004.

15. Malagón R., Prager M. El enfoque de sistemas: una opción para el análisis de las unidades de producción agrícola. Universidad Nacional de Colombia, año 2001.
16. Marcos Z. Z. El suelo en los ciclos de la naturaleza, XIII Congreso Latinoamericano De La Ciencia Del Suelo, Brasil, 4-8 de agosto de 1996.
17. Mojica A., Paredes J. Características del sector avícola colombiano y su reciente evolución en el departamento de Santander, Centro Regional de Estudios Económicos del Banco de la República. 26 p. 2005.
18. Murgueitio E. Sistemas Agroforestales para la Producción Ganadera en Colombia. CIPAV Cali. Colombia. 1999. Disponible En: <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/Murgueit.htm>
19. Nair P. Classification of agroforestry systems. Agroforestry Systems. 3 (2): 301-318. 1985.
20. Nair, P. K. An introduction to agroforestry. Kluwer Academic Publishers ICRAF. Dordrecht, The Netherlands. 1993.
21. OLADE (Organización Latinoamericana de Energía) Sistema de Información Económica-Energética/SIEE. Balances Energéticos de los países de América Latina y el Caribe. 2003. Recuperado 1 de noviembre 2012. Disponible En: <http://www.olade.ec.org/siee>
22. ONU. La Cumbre de la Tierra celebrada, Johannesburgo (África del Sur). Cumbre Mundial del desarrollo sostenible: del 26 de agosto al 4 de septiembre de 2002.
23. Ospina A. Contribución al conocimiento de los criterios de clasificación y caracterización de los sistemas agroforestales. Palmira, Monografía (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Fundación Ecovivero, 262 p. 2000.
24. Ospina A. Agroforestería: aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal. Cali, Colombia: ACASOC, 205 p. 2003.
25. Otalvaro N. Identificación y caracterización de árboles y arbustos con potencial forrajero en los Municipios de San Luis de Cubarral, El Dorado y Guamal (Meta). Tesis para optar al título de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta. 107 p. 2001.
26. Palomeque E. sistemas agroforestales. Huehuetán, Chiapas, México, Junio de 2009. Recuperado 30 de Octubre 2012. Disponible En: <http://www.monografias.com/trabajospdf2/sistemas-agroforestales/sistemas-agroforestales.pdf>
27. Petit A. Una revisión sobre el concepto de agroforestería. En: Revista Forestal Latinoamericana. 12 (edición especial): 7-21. 1993.

## Importancia de los disruptores endocrinos en la alimentación bovina

### Importance of endocrine disruptors in food bovine

Jaramillo Hernández Dumar Alexander<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Médico Veterinario Zootecnista, Dipl. Esp., (c)MSc. Docente Universidad de los Llanos. Grupo de Investigación en Farmacología Experimental y Medicina Interna  
– ÉLITE

[dumar.jaramillo@unillanos.edu.co](mailto:dumar.jaramillo@unillanos.edu.co)

Recibido el 30 de Noviembre 2012, Aceptado el 15 de Abril 2013

### RESUMEN

En este artículo de revisión se describen las características químicas de los disruptores endocrinos que pueden contaminar los productos utilizados en la alimentación bovina, así mismo su disponibilidad ambiental y los efectos que generan en la homeostasis de esta especie de interés zootécnico, con especial énfasis en las alteraciones que comprometen el sistema reproductor de machos y hembras de la especie bovina; además de las consecuencias en salud pública generadas por la oferta de productos y subproductos de origen bovino con residuos o trazas de disruptores endocrinos. La ecotoxicología juega un papel importante en la explicación de los efectos postinteracción entre los compuestos xenobióticos y los organismos de un determinado ecosistema; las fuentes de disruptores endocrinos se pueden encontrar en los contaminantes orgánicos persistentes como en los fitoestrógenos y éstos pueden estar presentes en los insumos utilizados para balancear las dietas de los animales en producción generando así las alteraciones neuroendocrinas con consecuencias económicas al reducir los parámetros de reproducción del hato.

**Palabras clave:** Disruptor endocrino, seguridad alimentaria, ecotoxicología, contaminante persistente, toxindrome.

## ABSTRACT

In this review article describes the chemical characteristics of endocrine disruptors that can contaminate food products used in cattle, likewise its environmental availability and the effects they generate in the homeostasis of this species of zootecnical interest, with special emphasis on alterations that compromise the reproductive system of male and female bovine, besides the public health consequences generated by the supply of products and byproducts of bovine origin with residues or traces of endocrine disruptors. The ecotoxicology plays an important role in explaining the effects post interaction between xenobiotics and the organisms in an ecosystem; the sources of endocrine disruptors can be found on persistent organic pollutants such as phytoestrogens and these can be present on the inputs used to balance the diets of animals in generating production neuroendocrine changes with economic impact by reducing the reproduction parameters herd.

**Keywords:** Endocrine disrupter, food safety, ecotoxicology, persistent contaminant, toxindrome.

## INTRODUCCIÓN

El rápido desarrollo de nuevas estructuras materiales y su consumo genera un correspondiente incremento en nuevos productos químicos que interactúan en el ambiente (Weschler, 2009), el principio de la ecotoxicología se basa en las propiedades de acumulación y transferencia de xenobióticos entre el medio ambiente y los organismo que lo habitan, generando procesos de biomagnificación en las cadenas tróficas, teniendo como precedente las consideraciones estructurales de los xenobióticos y su capacidad de perdurar ampliamente sin ser degradados por los procesos implícitos en estos. Los disruptores endocrinos (EDs, por su sigla en inglés) interfieren con la acción de hormonas endógenas, la exposición a estos puede generar efectos adversos en la reproducción y desarrollo productivo, al mostrar disrupción de las señales endocrinas normales tanto en estudios en animales *in vitro* como *in vivo* (Colborn *et al.*, 1993).

La contaminación de los insumos destinados a la formulación de dietas en las producciones bovinas por parte de compuestos ambientales xenobióticos, es una de las mayores preocupaciones de la salud pública veterinaria, además de la bioacumulación de EDs resistentes a temperaturas ambientales que podrían ser fuentes de alteraciones reproductivas tanto en los animales como en los humanos. La Autoridad Europea para la Seguridad Alimentaria (por su sigla en inglés EFSA) delimita y presenta los principales contaminantes de los alimentos en las cadenas productivas del sector primario y extractivo; este ente de control también muestra las sustancias de origen natural, como es el caso de las micotoxinas, como posibles agentes contaminantes de alimentos. Los EDs se dividen en distintos grupos dependiendo de sus orígenes y disponibilidad dentro del sistema de producción animal, por ejemplo, los hallazgos realizados por Kierkegaard *et al.*, (2007) en forrajes utilizados para el pastoreo bovino donde reportan la existencia de retardantes bromados de llama (BFRs), un grupo de compuestos halógenos presentes en plásticos, aislantes eléctricos entre otros productos de consumo; estos BFRs son contaminantes persistentes de alta relevancia en la cadena de alimentos en los cuales también se incluyen los metales pesados (Wilkinson *et al.*, 2003) y especialmente los compuestos clorados, descritos por la EFSA como los insecticidas organoclorados utilizados ampliamente en países industrializados, incluyendo sustancias como el DDT (diclorodifeniltricloroetano) (EFSA, 2006a) y una mezcla conocida como Clordano (EFSA, 2007).

Diferentes publicaciones sugieren que otras fuentes de EDs que pueden contaminar las pasturas son los alquilfenoles, componentes estrógenicos generados por la degradación ambiental de detergentes polietoxilados (Ying *et al.*, 2002); los ftalatos son un grupo importante de plastificadores de resinas de PVC – polivinil cloruro (European Union, 2004, 2007; Rudel, 2000), algunos de estos compuestos interfieren con las vías de los diferentes receptores nucleares responsables de los procesos de transcripción dependiente de ligandos hormonales de naturaleza esteroidea, induciendo disturbios endocrinos en animales de laboratorio y posiblemente en humanos (Heudorf *et al.*, 2007). Rhind

*et al.*, (2005; 2007) reportaron la presencia de nonilfenol (alquilfenol) en leche, hígado, riñón y músculo de ovejas que pastoreaban campos fertilizados con lodos; deduciendo que estos lodos tenían implícitos los productos de lixiviación y escorrentía de suelos donde anteriormente realizaban procesos de lavado con detergentes polietoxilados de instalaciones de otras producciones animales aledañas.

## **FUENTE, INTERACCIONES Y EFECTOS EN LA SALUD ANIMAL Y HUMANA DE LOS EDs**

### ***Elementos traza y vitaminas, moduladores endocrinos desde la alimentación***

En las listas publicadas para nombrar los EDs no aparecen una serie de elementos traza y vitaminas usadas como aditivos nutricionales en la alimentación animal, estos son importantes moduladores del sistema endocrino, en dado caso que existieran deficiencias o excesos en estos compuestos a nivel de las dietas se presentarían alteraciones endocrinas, ejemplos de estos compuestos son el calciferol, un metabolito primario de la vitamina D<sub>3</sub> que interactúa con la paratohormona (EFSA, 2005a) , el elemento traza selenio, esencial para la función tiroidea (EFSA, 2006a) y las llamadas sales de iodo (EFSA, 2005b). Desde el año 2003 se creó la agencia que estudia y recomienda los aditivos y productos o sustancias usadas en la alimentación animal (FEEDAP), este ente recomienda un máximo de 4 mg/kg iodo en las dietas formuladas para los animales, con excepción de la producción acuícola (20 mg/kg de iodo en el alimento) por la baja presencia de este elemento en los peces marinos, es así que este compuesto tendrá un efecto mitigador de la acción de los compuestos goitrogénicos, como la goitrina presente en una amplia variedad de especies forrajeras, la cual inhibe de manera irreversible la peroxidasa tiroidea originando una disminución sustancial en la producción de tiroxina; además de incrementar el riesgo del bocio en los consumidores de productos o subproductos bovinos provenientes de animales expuestos a estos EDs (EFSA, 2008).

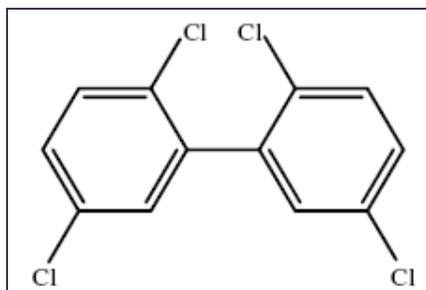
El cromo muestra una actividad similar, a los electos traza de la dieta, en la función endocrina, está inmiscuido en la homeostasis de la glucosa, en EU el cromo no está autorizado para ser usado como aditivo en los planes de nutrición, aún así diversos autores estudian su rol en la nutrición de los animales de interés zootécnico (Besong *et al.*, 2001; Van de Ligt *et al.*, 2002, Matthews *et al.*, 2003;). El cromo se encuentra naturalmente como un elemento ubicuo, está presente en los organismos y en el medio ambiente, el cromo hexavalente (VI) o cromo industrial genera toxicidad aguda o crónica, a través de la vía dérmica o respiratoria, con efectos carcinogénicos (Sedman *et al.*, 2006), al interior celular el cromo VI es reducido a cromo trivalente (III), el cual reacciona con proteínas y ácidos nucleicos (Costa y Klein, 2006). El cromo III se encuentra en leche y carne de origen bovino en aproximadamente 0.01 y 0.1 mg/kg, respectivamente (Ysart *et al.*, 2000), en las dietas se encuentra mayor a 1 mg/kg llegando en algunas instancias a 5 mg/kg de alimento (Li *et al.*, 2005a). El cromo III es un cofactor para la insulina (Borel y Anderson, 1984), es transportado por la transferrina en el plasma y juega un papel importante con la toma de la glucosa en los tejidos (Morris *et al.*, 1993), al parecer el cromo III organiza una oligoproteína citoplasmática, la cromomodulina, este compuesto incrementa la captación de glucosa por parte de la célula al elevar la sensibilidad del transportador de glucosa, Glut 4 (Chen *et al.*, 2005). En rumiantes el cromo III exhibe un incremento en plasma de colesterol y triglicéridos, reduciendo las lipoproteínas de alta densidad y la no esterificación de ácidos grasos (Bunting *et al.*, 2000; Kegley *et al.*, 2000; McNamara y Valdez, 2005); también el cromo III está implicado en la modulación de las respuestas del sistema inmune, pero sin una función específica (Kegley *et al.*, 1996; Van Heugten y Spears, 1997; Shrivastava *et al.*, 2002).

Se debe tener presente los requerimientos nutricionales de los animales para no generar alteraciones en los niveles de los elementos traza y las vitaminas, estos compuestos suelen estar presentes en los planes de alimentación de los bovinos. En los párrafos anteriores se presentaron las actividades biológicas de este tipo de compuestos donde tienen una alta relevancia en diferentes reacciones

bioquímicas y fisiológicas, para mantener la homeostasis, en ese orden de ideas la función reproductiva está basada en la correcta disposición de sustratos para la obtención de los productos necesarios para el óptimo funcionamiento del eje hipotálamo-hipófisis-gónadas, donde el cromo III, las sales iodadas y las vitaminas entran a modular las actividades de este eje neuroendocrino.

### ***Bifenilos policlorados (PCBs)***

En el año de 1980 se produjo, en los países industrializados, más de 1 millón de toneladas de productos que contenían PCBs (Figura 1. ejemplo de bifenilos policlorados) por parte de la industria y el sector comercial, estos compuestos se encontraban principalmente en equipos eléctricos y sistemas hidráulicos; el ingreso al medio ambiente se generaba en la disposición incorrecta a la cual eran sometidos, ofertando productos persistentes en el ambiente originando problemas globales de contaminación (ESFA, 2005). Los PCBs comprenden 209 congéneres diferentes divididos en dos grupos acorde con sus propiedades toxicológicas. La PBCs-12´semejante a dioxina, que interactúa con el receptor aril-hidrocarbano (AhR; “receptor dioxinico”), proteína intracitoplasmática que funciona como receptor de hormonas esteroidales, y los PCBs no semejantes a dioxinas, los cuales eventualmente difieren en toxicidad y persistencia (EFSA, 2005b; La Rocca *et al.*, 2006). Varios estudios de casos han reportado la presentación de toxindromes por PCBs a través de la alimentación en animales de interés zootécnico, cuando accidentalmente los PCBs superan los 30 mg/kg en la dieta suministrada los efectos generados principalmente están enmarcados en alteraciones del tracto gastrointestinal y alteraciones evidentes en la reproducción del hato bovino (EFSA, 2005), la contaminación de forrajes por material particulado generado en procesos de incineración de desechos (Martí-Cid *et al.*, 2008) y las materias primas utilizadas en la formulación de las dietas son las fuentes primarias de los PCBs en las producciones bovinas (EFSA, 2005c; La Rocca *et al.*, 2006).



**Figura 1.** Estructura molecular del 2,2',5,5'-Tetraclorobifenil (PCB 52)  
Modificado de: Rudel y Perovich, (2009)

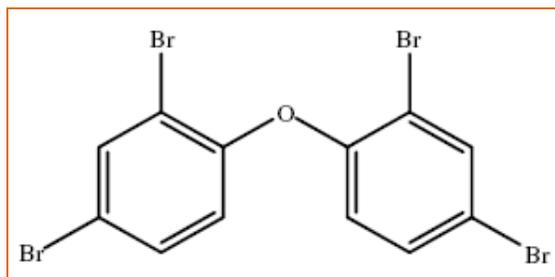
La bioacumulación ocurre en tejido adiposo, hígado y músculo (grasa existente entre fibras musculares), así mismo los PCBs son transferidos a los productos y subproductos generados de los animales expuestos a estos EDs, por ejemplo, la leche, en donde este tipo de xenobiótico se encuentran asociados a los cuerpos grasos (Thomas *et al.*, 1999). Aunque documentos generados por EFSA, (2005) comentan sobre la alta tolerancia de los bovinos a la exposición de PCBs en los cuales no se desarrollan toxindromes letales, siendo esto una dificultad para identificar la población en riesgo; en Brescia (Norte de Italia) se originó la contaminación de pasturas con PCBs provenientes de los residuos líquidos de fábricas que vertían sus efluentes en campos, generando los procesos de biomagnificación y exposición a los bovinos a través de los ácidos grasos presentes en los forrajes, encontrando en la población humana que consumía los productos y subproductos provenientes de los bovinos expuestos niveles de PCBs de 140 ng/kg de peso corporal (Donato *et al.*, 2006; Turrio Baldassarri *et al.*, 2007), evidenciando la capacidad de este tipo de EDs de ser transmitido a través de los sistemas productivos hasta la canasta familiar.

Los PCBs son promotores de neoplasias, sobre todo a nivel hepático, específicamente los congéneres PBCs-12' semejante a dioxina, inducen estrés oxidativo y/o inhibición de la apoptosis (Tharappel *et al.*, 2002); así mismo los PCBs no semejantes a dioxinas generan una fuerte inducción de la actividad del citocromo-P450 (Strathmann *et al.*, 2006). Las personas que consumen productos de origen animal con residuos PCBs, pueden desarrollar polimorfismo de genes

codificantes de enzimas biotransformantes, especialmente las mujeres posmenopáusicas predispuestas a sufrir cáncer de mama por el polimorfismo de CYP1A1, esta enzima promueve la formación PCB hidroximetabolitos los cuales tienen una acción estrogénica indirecta por la inhibición de la enzima sulfatransferasa responsable por la detoxificación del estradiol, desarrollándose un aumento de este estrógeno en sangre con la subsiguiente aparición de neoplasias dependientes de estos compuestos (Kester *et al.*, 2000; Li *et al.*, 2005b). La glándula tiroides también puede ser blanco de los PCBs, en estudios realizados en ratas, el congénere PCB 126 generó interrupción del metabolismo hepático de la tiroxina, así mismo de la regulación existente en el eje hipotálamo-pituitaria-tiroides (Fisher *et al.*, 2006), al parecer el mecanismo de acción ligado a estas alteraciones se basa en el desplazamiento de la proteína transtiretina, transportadora de la hormona tiroxina, por parte de los PCB hidroximetabolitos (Lans *et al.*, 1994), además del cambio en el catabolismo de la tiroxina en el hígado por incremento de la actividad de enzimas glucoroniltransferasas (Vansell y Klaassen, 2002).

### **Retardantes bromados de llama (BFRs)**

Los BFRs pueden activar las vías del receptor nuclear generando aumento en la expresión de los genes de las monooxidasas microsomales hepáticas CYP1A1, CYP2B y CYP3A, regulando esta actividad a través del AhR, además de los receptores para el androstano y pregnano (Sanders *et al.*, 2005; Peters *et al.*, 2006; Pacyniak *et al.*, 2007).



**Figura 2.** Estructura molecular del 2,2',4,4'-tetrabromodifenileter (BDE 47)  
Modificado de: Rudel y Perovich, (2009)

Por estas razones la EFSA incluye en sus programas de monitorización de seguridad alimentaria estos productos (EFSA, 2006b), aunque se cuenta con muy poca información sobre sus efectos, existen reportes de una contaminación accidental de alimentos con compuestos bromados en un hato bovino de Michigan en el año de 1973, el compuesto de mayor interés en esta intoxicación masiva fue el bifenilo policromado (Figura 2, ejemplo de retardante bromado de llama), los signos clínicos observados en los animales fueron: emaciación progresiva, hiperqueratosis y daño renal (Fries, 1985); mientras que en estudios realizados en consumidores de productos de origen bovino con residuos de BFRs se identifico la presentación de disfunciones inmunes (Bekesi *et al.*, 1987) y un incremento en los pesos al nacimiento de infantes expuestos in-útero a estos EDs. (Sweeney *et al.*, 2007).

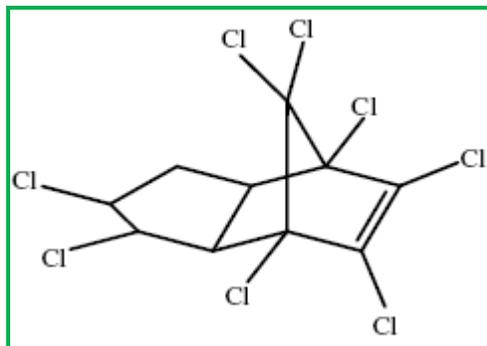
### ***EDs derivados de plantas***

Los EDs derivados de plantas son otro grupo de contaminantes de alimentos, unos de los ejemplos más representativos es la micotoxina de características estrógenicas conocida como zearalenona (EFSA, 2004) y los glucosinolatos derivados de los isotiocionatos (EFSA, 2008). Estos EDs son reconocidos como potenciales compuestos que afectan la producción animal, los isotiocionatos son conocidos por sus capacidades goitrogénicas, al inhibir la captación de iodo por parte de la glándula toriodes, desarrollando una baja iodización de los residuos de tirosina de la tiroglobulina (EFSA, 2008). La zearalenona presenta alteraciones endocrinas dependientes de las consideraciones etarias, siendo más susceptibles los bovinos sexualmente inmaduros, el riesgo principal para la exposición se debe al incorrecto almacenamiento de materias primas de la dieta, particularmente el maíz, aumentando la humedad y temperatura del alimento creciendo en este el hongo *Fusarium spp*, productor de la zearalenona (Zinedine *et al.*, 2007).

### ***Pesticidas***

La mayor clase de pesticidas incluyen organoclorados como el DDT y clordano (Figura 3, ejemplo de pesticida organoclorado); organofosforados como el

clorpirifos; carbamatos como el carbaril; y piretroides como la permetrina; estos productos también vienen conjugados con antimicrobianos, por ejemplo, el triclosan y triclocarban y O-fenil fenol. La vía de ingreso a los bovinos es a través de la piel intacta por las prácticas de aspersiones insecticidas y por vía oral en los forrajes, estas plantas destinadas al consumo se exponen por lixiviación y/o escorrentía a interacciones con estos EDs (McKinlay *et al.*, 2008).



**Figura 3.** Estructura molecular del clordano  
Modificado de: Rudel y Perovich, (2009)

Los pesticidas son identificados como EDs (Kelce *et al.*, 1995; Soto *et al.*, 1994; Soto *et al.*, 1995), generan una variedad de alteraciones orgánicas difiriendo de acuerdo a sus propiedades toxicodinámicas, sus efectos se observan en desórdenes de la lactación y predisposición a cáncer (Kilburn y Thornton, 1995; Brody *et al.*, 2007; Cohn *et al.*, 2007; Rogan y Ragan, 2007), también se adicionan a esta lista las alteraciones neuroendocrinas como es el caso de los piretroides, que poseen un efecto antiandrogénico, antiestrógeno o actividad estrogénica, y el clorpirifos que muestra un efecto sobre la actividad hormonal tiroidea de humanos y animales (Garey y Wolff, 1998; Go *et al.*, 1999; Adibi *et al.*, 2003; Kim *et al.*, 2005a,b; Jeong *et al.*, 2006; Meeker *et al.*, 2006).

Queda claro que la contaminación de los alimentos utilizados en los planes de manejo de las producciones bovinas, con disruptores endocrinos, no es una nueva faceta de la ecotoxicología veterinaria, ya que existen reportes de efectos estrógenicos del trébol rojo en ovejas desde el año 1950 (Garner, 1961; Adams, 1998), sin embargo, la situación global muestra el avance en la maximización de

las producciones animales, introduciendo diferentes insumos y aditivos en los planes de alimentación, implementando un manejo intensivo del suelo con base en productos artificiales que permitan una mayor producción de forrajes y otros cultivos que funcionan como insumos en la alimentación animal; lo anterior implica una alta predisposición a originar la exposición de los animales de interés zotécnico a los EDs, así mismo genera una amplia susceptibilidad de disminuir la calidad y seguridad alimentaria con productos de origen animal para el consumo humano, agudizando la problemática de salud pública.

Así mismo, la minimización del impacto sobre el ambiente a partir de estrategias congruentes con la sostenibilidad y seguridad alimentaría serán el sustento de la magnificación de los parámetros productivos de las empresas ganaderas. Un ejemplo de estos procesos puede ser la introducción de fuentes nutricionales confiables, libres de contaminación (EFSA, 2008), además de los estudios contextualizados sobre los requerimientos nutricionales de los animales bovinos utilizados en la producción, teniendo en cuenta tasas metabólicas, selección genética desde el punto de vista vulnerabilidad del sistema endocrino, especialmente en animales gestantes, lactantes y en bovinos de reemplazo (Kegley *et al.*, 2000; Shrivastava *et al.*, 2002).

## **CONCLUSIONES**

Es necesario evaluar de manera cualitativa y cuantitativa la incidencia de los EDs en la producción bovina del país, tomando como base las posibles fuentes de estos compuestos bioactivos, generando teorías de interrelación ambiental-organismos (principios de ecotoxicología), implementando sistemas de evaluación de contaminación ambiental en los diferentes procesos industriales y comerciales del las regiones en general, permitiendo poseer un conocimiento avanzado de los EDs y su relación ambiental, contextualizado en las medidas de control y minimización del impacto de estos sobre los sistemas productivos animales.

También es necesario estimar la posible exposición de los consumidores humanos a los EDs, desde el estudio de los puntos de riesgo de contaminación en la

cadena productiva, para esto, se deben organizar, entre los estamentos gubernamentales (ICA, INVIMA, UMATAS, entre otros) y privados (universidades, laboratorios farmacéuticos, plantas de concentrados, entre otras), planes de contingencia y mejoramiento continuo referente a la optimización de la seguridad y calidad alimentaria a lo largo del ciclo productivo y comercialización de productos y subproductos animales; es decir realizar proyectos marco de valoración de la exposición ambiental a EDs, mapas de población en riesgo (Ohh y Lee, 2005), análisis químico pertinente a la evaluación continuo de insumos y productos utilizados en la producción animal, con la finalidad de reducir la exposición fuentes de EDs.

La actividad de los disruptores endocrinos en la homeostasis es amplia, incluyendo la interferencia con los procesos de regulación y/o desarrollo de vías enzimáticas-bioquímicas (Muto *et al.*, 2002; Sanders *et al.*, 2005; Bennett *et al.*, 2006; Pacyniak *et al.*, 2007), el entendimiento apropiado de los procesos implícitos en los toxindromes generados por EDs, permitirá fundamentar el conocimiento en la asociación entre los efectos en la salud y las exposiciones en la dieta tanto de animales como humanos. En este orden de ideas implementar estudios con biomarcadores para conocer los caminos y procesos de detoxificación (toxicocinética) a los que son sometidos los EDs (Fernández *et al.*, 2007), clarificarían los posibles tratamientos generales a instaurar en las producciones animales y poblaciones humanas para mitigar los efectos a futuro de los EDs; así mismo la proteómica es una de las estrategias que muestra avances significativos en la caracterización de biomarcadores que serían susceptibles de uso en los animales de interés zootécnico (Gardini *et al.*, 2006).

Son necesarios más estudios sobre los contaminantes orgánicos persistentes en la geografía colombiana, existen estudios en otros países que tienden a valorar con precisión las implicaciones de los EDs en la producción animal, ejemplos de estos son el cromo (III) como componente basal en las dietas para animales (Li *et al.*, 2005a), la bioacumulación de los BFRs (Hites *et al.*, 2004; Kierkegaard *et al.*, 2007) y la presencia de ftalatos como contaminantes presentes en plásticos

(Rhind *et al.*, 2005, 2007). En Colombia no existen reportes sobre la evaluación de los efectos de los EDs en las producciones animales, sus posibles fuentes, interacciones, procesos de biomagnificación y estudios ecotoxicológicos que permitan desde esta base generar estrategias consolidadas para mitigar las consecuencias en salud pública y ser competitivos comercialmente. Existen estudios globales sobre contaminantes emergentes que tienen que ser valorados en las producciones bovinas, ejemplo de ello son los componentes perfluorinados (Ericson *et al.*, 2008) o metales del grupo del platino (Frazzoli *et al.*, 2007), en este orden de ideas la generación de base de datos que organicen la información existente de manera específica para tener una divulgación nacional e internacional que permita generar discusiones entorno a los EDs; en el mundo las organizaciones científicas tratan de esclarecer y recoger toda la información generada respecto a los compuestos xenobióticos bioactivos, su tarea es insuficiente, se cuenta con el Comité Científico sobre los Alimentos (2000), los reportes realizados por a EFSA (2005) sobre los PCB no semejantes a dioxinas; sin embargo estas organizaciones no cuentan con una información completa por la falta de estudios científicos aptos y claros sobre las repercusiones de los EDs en las producciones animales y poblaciones humanas.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Adams N. R. Natural and anthropogenic environmental oestrogens: the scientific basis for risk assessment, Clover phyto-oestrogens in sheep in Western Australia. *Pure and Applied Chemistry*, 70: 1855-1862. 1998.
2. Adibi J. J., Perera F. P. *et al.* Prenatal exposures to phthalates among women in New York City and Krakow, Poland. *Environmental Health Perspectives*, 111 (14): 1719-1722. 2003.
3. Bekesi J. G., Roboz J. P., Fischbein A., Mason, P. Immunotoxicology: environmental contamination by polybrominated biphenyls and immune dysfunction among residents of the State of Michigan. *Cancer Detection and Prevention*, (Suppl. 1): 29-37. 1987.
4. Bennett R., Adams B., French A., Neggers Y., Vincent J. B. High-dose chromium (III) supplementation has no effects on body mass and composition while altering plasma hormone and triglycerides concentrations. *Biological Trace Element Research*, 113: 53-66. 2006.
5. Besong S., Jackson J. A., Trammell D. S., Akay V. Influence of supplemental chromium on concentrations of liver triglyceride, blood metabolites and rumen VFA

- profile in steers fed a moderately high fat diet. *Journal of Dairy Science*, 84: 1679–1685. 2001.
6. Borel J. S., Anderson R. A. Chromium. In: *Biochemistry of the Essential Ultratrace Elements*. Plenum Press, New York, pp. 175-199. 1984.
  7. Brody J. G., Moysich K. B. *et al.* Environmental pollutants and breast cancer: epidemiologic studies. *Cancer*, 109 (12 Suppl): 2667-2711. 2007.
  8. Bunting L. D., Tarifa T. A., Crochet B. T., Fernandez J. M., Depew C. L., Lovejoy J. C. Effects of dietary inclusion of chromium propionate and calcium propionate on glucose disposal and gastrointestinal development in dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 83: 2491-2498. 2000.
  9. Colborn, T., VomSaal, F., *et al.* Developmental effects of endocrine-disrupting chemicals in wildlife and humans. *Environmental Health Perspectives*, 101 (5): 378-385. 1993.
  10. Cohn B. A., Wolff M. S., *et al.* DDT and breast cancer in young women: new data on the significance of age at exposure. *Environmental Health Perspectives*, 115 (10): 1406-1414. 2007.
  11. Chen G., Liu P., Pattar G. R., Tackett L., Bhonagiri P., Strawbridge A. B., Elmendorf J. S. Chromium activates glucose transporter 4 trafficking and enhances insulin-stimulated glucose transport in 3T3-L1 adipocytes via cholesterol-dependent mechanism. *Molecular Endocrinology*, 20: 857-870. 2005.
  12. Costa M., Klein B. Toxicity and carcinogenicity of chromium compounds in humans. *Critical Reviews in Toxicology*, 36: 155-163. 2006.
  13. Donato F., Magoni M., Bergonzi R., Scarcella C., Indelicato A., Carasi S., Apostoli P. Exposure to polychlorinated biphenyls in residents near a chemical factory in Italy: the food chain as main source of contamination. *Chemosphere*, 64: 1562-1572. 2006.
  14. Ericson I., Martí-Cid R., Nadal M., Van Bavel B., Lindström G., Domingo J. L., Human exposure to perfluorinated chemicals through the diet: intake of perfluorinated compounds in foods from the Catalan (Spain) market. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56: 1787-1794. 2008.
  15. European Food Safety Authority. Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain on a request from the commission related to zearalenone as undesirable substance in animal feed, July 2004. Recuperado 21 Abril 2008. Disponible [En: http://www.efsa.europa.eu/en/science/contam/contam\\_opinions/527.html](http://www.efsa.europa.eu/en/science/contam/contam_opinions/527.html)
  16. European Food Safety Authority. Opinion of the FEEDAP Panel on the evaluation of safety and efficacy of 'Hy\_D' (calcifediol), based on 25-hydroxylcholecalciferol/25-hydroxy-pre-cholecalciferol, as feed additive in accordance with Council Directive 70/524/EEC, Mayo 2005a. Recuperado 21 Abril 2008. Disponible [En: http://www.efsa.europa.eu/en/science/feedap/feedap\\_opinions/994.html](http://www.efsa.europa.eu/en/science/feedap/feedap_opinions/994.html)
  17. European Food Safety Authority. Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain on a request from the commission related to the presence of Non-Dioxin-Like Polychlorinated Biphenyls (PCB) in feed and food, Noviembre 2005b. Recuperado 21 Abril 2008. Disponible [En: http://www.efsa.europa.eu/en/science/contam/contam\\_opinions/1229.html](http://www.efsa.europa.eu/en/science/contam/contam_opinions/1229.html)
  18. European Food Safety Authority. Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain on a request from the commission related to the presence of Non-

- Dioxin-Like Polychlorinated Biphenyls (PCB) in feed and food, Noviembre 2005c. Recuperado 21 Abril 2008. Disponible En: [http://www.efsa.europa.eu/en/science/contam/contam\\_opinions/1229.html](http://www.efsa.europa.eu/en/science/contam/contam_opinions/1229.html)
19. European Food Safety Authority. Opinion of the Scientific Panel CONTAM related to DDT as an undesirable substance in animal feed, November 2006a. Recuperado 21 Abril 2008. Disponible En: [http://www.efsa.europa.eu/en/science/contam/contam\\_opinions/eh433\\_ddt.html](http://www.efsa.europa.eu/en/science/contam/contam_opinions/eh433_ddt.html)
  20. European Food Safety Authority. Advice of the scientific panel on contaminants in the food chain on a request from the commission related to relevant chemical compounds in the group of brominated flame retardants for monitoring in feed and food, February 2006. Recuperado 21 Abril 2008. Disponible En: [http://www.efsa.europa.eu/en/science/contam/contam\\_documents/1380.html](http://www.efsa.europa.eu/en/science/contam/contam_documents/1380.html)
  21. European Food Safety Authority. Scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain on chlordane as undesirable substance in animal feed, November 2007. Recuperado 21 Abril 2008. Disponible En: [http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa\\_locale-1178620753812\\_1178661055358.htm](http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753812_1178661055358.htm)
  22. European Food Safety Authority. Opinion of The Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on Glucosinolates as undesirable substances in animal feed - Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain, November 2007. Recuperado 21 Abril 2008. Disponible En: [http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa\\_locale-1178620753812\\_1178678427782.htm](http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753812_1178678427782.htm)
  23. European Union. Risk Assessment Report: dibutyl phthalate. European Chemicals Bureau, The Netherlands. 2004.
  24. European Union. Risk Assessment Report: benzylbutyl phthalate. European Chemicals Bureau, Norway. 2007.
  25. Fernández M. F., Santa-Marina L., Ibarluzea J. M., Exposito J., Aurrekoetxea J. J., Torne P., Laguna J., Rueda A. I., Pedraza V., Olea N. Analysis of population characteristics related to the total effective xenoestrogen burden: a biomarker of xenoestrogen exposure in breast cancer. *European Journal of Cancer*, 43: 1290-1299. 2007.
  26. Frazzoli C., Cammarone R., Caroli S. Investigation of palladium and platinum levels in food by sector field inductively coupled plasma mass spectrometry. *Food Additives and Contaminants*, 24: 546-552. 2007.
  27. Gardini G., Del Boccio P., Colombatto S., Testore G., Corpillo D., Di Ilio C., Urbani A., Nebbia C. Proteomic investigation in the detection of the illicit treatment of calves with growth-promoting agents. *Proteomics*, 6: 2813-2822. 2006.
  28. Garey J., Wolff M. S. Estrogenic and anti-progestagenic activities of pyrethroid insecticides. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 251 (3): 855-859. 1998.
  29. Garner R. J. *Veterinary Toxicology*, second ed. Baillière, Tindall and Cox, London. pp. 358. 1961.
  30. Go V., Garey J. *et al.*, Estrogenic potential of certain pyrethroid compounds in the MCF-7 human breast carcinoma cell line. *Environmental Health Perspectives*, 107 (3): 173-177. 1999.

31. Heudorf U., Mersch-Sundermann V., Angerer J. Phthalates: toxicology and exposure. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 210: 623-624. 2007.
32. Hites R. A., Foran J. A., Schwager S. J., Knuth B. A., Hamilton M. C., Carpenter D. O. Global assessment of polybrominated diphenyl ethers in farmed and wild salmon. *Environmental Science Technology*, 38: 4945-4949. 2004.
33. Jeong S. H., Kim B. Y., *et al.* Effect of chlorpyrifos-methyl on steroid and thyroid hormones in rat F0- and F1-generations. *Toxicology*, 220 (2-3): 189-202. 2006.
34. Fisher J. W., Campbell J., Muralidhara S., Bruckner J. V., Ferguson D., Mumtaz M., Harmon B., Hedge J. M., Crofton K. M., Kim H., Almekinder T. L. Effect of PCB 126 on hepatic metabolism of thyroxine and perturbations in the hypothalamic–pituitary–thyroid axis in the rat. *Toxicological Sciences*, 90: 87-95. 2006.
35. Fries G. F. The PBB episode in Michigan: an overall appraisal. *Critical Reviews in Toxicology*, 16: 105-156. 1985.
36. Kegley E. B., Spears J. W., Brown T. T. Immune response and disease resistance of calves fed chromium nicotinic acid complex or chromium chloride. *Journal of Dairy Science*, 79: 1278-1283. 1996.
37. Kegley E. B., Galloway D. L., Fakler T. M. Effect of dietary chromium-Lmethionine on glucose metabolism of beef steers. *Journal of Animal Science*, 78: 3177-3183. 2000.
38. Kester M. H., Bulduk S., Tibboel D., Meinel W., Glatt H., Falany C. N., Coughtrie M. W., Bergman A., Safe S. H., Kuiper G. G., Schuur A. G., Brouwer A., Visser T. J. Potent inhibition of estrogen sulfotransferase by hydroxylated PCB metabolites: a novel pathway explaining the estrogenic activity of PCB. *Endocrinology*, 141: 1897-1900. 2000.
39. Kierkegaard A., Asplund L., de Wit C. A., McLachlan M. S., Thomas G. O., Sweetman A. J., Jones K. C. Fate of higher brominated PBDEs in lactating cows. *Environmental Science Technology*, 41: 417-423. 2007.
40. Kilburn K. H., Thornton J. C. Protracted neurotoxicity from chlordane sprayed to kill termites. *Environmental Health Perspectives*, 103 (7–8): 690-694. 1995.
41. Kim S. S., Kwack S. J., *et al.* Assessment of estrogenic and androgenic activities of tetramethrin in vitro and in vivo assays. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A* 68 (23-24): 2277-2289. 2005a.
42. Kim S. S., Lee R. D., *et al.*, Potential estrogenic and antiandrogenic effects of permethrin in rats. *The Journal of Reproduction and Development*, 51 (2): 201-210. 2005b.
43. Lans M. C., Spiertz C., Brouwer A., Koeman J. H. Different competition of thyroxine binding to transthyretin and thyroxine-binding globulin by hydroxy-PCBs, PCDDs and PCDFs. *European Journal of Pharmacology*, 270: 129-136. 1994.
44. La Rocca C., Mantovani A. From environment to food: the case of PCB. *Annali dell'Istituto Superiore di Sanità*, 42: 410-416. 2006.
45. Li Y., McCroy P. D. J., Saam H., Jackson S. D. A survey of selected heavy metal concentration in Wisconsin dairy feeds. *Journal of Dairy Science*, 88: 2911-2922. 2005a.
46. Li Y., Millikan R. C., Bell D. A., Cui L., Tse C. K., Newman B., Conway K. Polychlorinated biphenyls, cytochrome P450 1A1 (CYP1A1) polymorphisms, and breast cancer risk among African American women and white women in North

- Carolina: a population-based case-control study. *Breast Cancer Research*, 7: 12-18. 2005b.
47. McNamara J. P., Valdez F. Adipose tissue metabolism and production responses to calcium propionate and chromium propionate. *Journal of Dairy Science*, 88: 2498-2507. 2005.
  48. Martí C. R., Bocio A., Domingo J. L. Dietary exposure to PCDD/PCDFs by individuals living near a hazardous waste incinerator in Catalonia, Spain: temporal trend. *Chemosphere*, 70: 1588-1595. 2008.
  49. Matthews J. O., Higbie A. D., Southern L. L., Coombs D. F., Bidner T. D., Odgaard R. L. Effect of chromium propionate and metabolizable energy on growth, carcass traits, and pork quality of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*, 81: 191-196. 2003.
  50. Meeker J. D., Barr D. B. *et al.*, Thyroid hormones in relation to urinary metabolites of non-persistent insecticides in men of reproductive age. *Reproductive Toxicology*, 22 (3): 437-442. 2006.
  51. Morris B. W., Gray T. A., MacNeil S. Glucose-dependent uptake of chromium in human and rat insulin-sensitive tissues. *Clinical Chemistry*, 84: 477-482. 1993.
  52. Muto T., Wakui S., Imano N., Nakaaki K., Takahashi H., Hano H., Furusato M., Masaoka T. Mammary gland differentiation in female rats after prenatal exposure to 3,3',4,4',5-pentachlorobiphenyl. *Toxicology*, 177: 197-205. 2002.
  53. Ohh S. J., Lee J. Z. Dietary chromium-methionine chelate supplementation and animal performance. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 18: 898-907. 2005.
  54. Pacyniak E. K., Cheng X., Cunningham M. L., Crofton K., Klaassen C. D., Guo G. L. The flame retardants, polybrominated diphenyl ethers, are pregnant X receptor activators. *Toxicological Sciences*, 97: 94-102. 2007.
  55. Peters A. K., Nijmeijer S., Gradin K., Backlund M., Bergman A., Poellinger L., Denison M. S., Van den Berg M. Interactions of polybrominated diphenyl ethers with the aryl hydrocarbon receptor pathway. *Toxicological Sciences*, 92: 133-142. 2006.
  56. Rhind S. M., Kyle C. E., Telfer G., Duff E. I., Smith A. Alkyl phenols and diethylhexyl phthalate in tissues of sheep grazing pastures fertilized with sewage sludge or inorganic fertilizer. *Environmental Health Perspective*, 113: 447-453. 2005.
  57. Rhind S. M., Kyle C. E., Mackie C., Telfer G. Effects of exposure of ewes to sewage sludge-treated pasture on phthalate and alkyl phenol concentrations in their milk. *Science of the Total Environment*, 383: 70-80. 2007.
  58. Rogan W. J., Ragan N. B. Some evidence of effects of environmental chemicals on the endocrine system in children. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 210 (5): 659-667. 2007.
  59. Rudel R. Polycyclic aromatic hydrocarbons, phthalates. En: Spengler J. D., Samet J. M., McCarthy J. F. (Eds.), *Indoor Air Quality Handbook*. McGraw-Hill, New York phenols. 2000.
  60. Sanders J. M., Burka L. T., Smith C. S., Black W., James R., Cunningham, M. L. Differential expression of CYP1A, 2B, and 3A genes in the F344 rat following exposure to a polybrominated diphenyl ether mixture or individual components. *Toxicological Sciences*, 88: 127-133. 2005.

61. Sedman M., Beaumont J., McDonald T. A., Reynolds S., Krowech G., Howd R. Review of the evidence regarding the carcinogenicity of hexavalent chromium in drinking water. *Journal of Environmental Science and Health, Part C* 24: 155-182. 2006.
62. Scientific Committee on Food. Opinion of the scientific committee on food on the tolerable upper intake level of manganese. 2000. Disponible En: [http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out80f\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out80f_en.pdf)
63. Shrivastava R., Upreti R., Seth P., Chaturvedi U., Effects of chromium on the immune system. *FEMS Immunology and Medical Microbiology*, 34: 1-7. 2002.
64. Strathmann J., Schwarz M., Tharappel J. C., Glauert H. P., Spear B. T., Robertson L. W., Appel K. E., Buchmann A. PCB 153, a non-dioxin-like tumor promoter, selects for beta-catenin (Catnb)-mutated mouse liver tumors. *Toxicological Sciences*, 93: 34-40. 2006.
65. Sweeney A. M., Symanski E. The influence of age at exposure to PBBs on birth outcomes. *Environmental Research*, 105: 370-379. 2007.
66. Tharappel J. C., Lee E. Y., Robertson L. W., Spear B. T., Glauert H. P. Regulation of cell proliferation, apoptosis, and transcription factor activities during the promotion of liver carcinogenesis by polychlorinated biphenyls. *Toxicological Applied Pharmacology*, 179: 172-184. 2002.
67. Thomas G. O., Sweetman A. J., Jones K. C. Input-output balance of polychlorinated biphenyls in a long-term study of lactating dairy cows. *Environmental Science Technology*, 33: 104-112. 1999.
68. Turrio B. L., Abate V., Alivernini S., Battistelli C. L., Carasi S., Casella M., Iacovella N., Iamiceli A. L., Indelicato A., Scarcella C., La Rocca C. A study on PCB, PCDD/PCDF industrial contamination in a mixed urban-agricultural area significantly affecting the food chain and the human exposure. Part I: soil and feed. *Chemosphere*, 67: 1822-1830. 2007.
69. Van de Ligt C. P., Lindemann M. D., Cromwell G. L. Assessment of chromium tripicolinate supplementation and dietary protein level on growth, carcass, and blood criteria in growing pigs. *Journal of Animal Science*, 80: 2412-2419. 2002.
70. Van Heugten E. V., Spears J. W. Immune response and growth of stressed weanling pigs fed diets supplemented with organic or inorganic forms of chromium. *Journal of Animal Science*, 75: 409-416. 1997.
71. Vansell N. R., Klaassen C. D. Increase in rat liver UDP-glucuronosyltransferase mRNA by microsomal enzyme inducers that enhance thyroid hormone glucuronidation. *Drug Metabolism and Disposition*, 30: 240-246. 2002.
72. Weschler C. Changes in indoor pollutants since the 1950s. *Atmospheric Environment*, 43 (1): 153-169. 2009.
73. Wilkinson J. M., Hill J., Phillips C. J. The accumulation of potentially-toxic metals by grazing ruminants. *Proceedings of the Nutrition Society*, 6: 267-277. 2003.
74. Ying G. G., Williams B., Kookana R. Environmental fate of alkylphenols and alkylphenol ethoxylates – a review. *Environment International*, 28: 215-226. 2002.
75. Ysart G., Miller P., Croasdlae M., Crews H., Robb P., Baxter M., de L'Argy C., Harrison N. UK total diet study – dietary exposures to aluminium, arsenic, cadmium, chromium, copper, lead, mercury, nickel, selenium, tin and zinc. *Food Additives and Contaminants*, 17: 775-786. 2000.

## **Evaluación de la utilización de *Cratylia argentea* como suplemento en dietas para pollos de engorde**

### **Evaluation of the use of *Cratylia argentea* as a supplement in diets for broilers**

Silva Higuera Andrea Carolina<sup>1</sup>, Zuluaga Hoyos Ana María<sup>1</sup> y  
Roa Vega María Ligia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiantes de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Curso de profundización  
“Sistemas silvopastoriles y de alimentación en el trópico”

<sup>2</sup>Zootecnista, Esp., MSc., Docente Universidad de los Llanos

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

Recibido 27 de Febrero 2013, Aceptado 02 de Abril 2013

### **RESUMEN**

Las leguminosas forrajeras se pueden tener en cuenta para reemplazar parte de la proteína requerida en las dietas para aves, con el fin de disminuir los costos en las producciones familiares. El propósito de la presente investigación fue determinar las ventajas de incluir *Cratylia argentea* en diferentes porcentajes, en dietas para la alimentación de pollos de engorde. El Trabajo se realizó con 36 pollos de engorde (Arbor acres) de 15 días de edad con peso promedio de  $450 \pm 20$  g, se les ofreció dietas balanceadas: isoprotéicas (21%) e isoenergéticas (2.900 Kcal de EM (energía metabolizable) / kg), a las cuales se les incluyó diferentes niveles de harina de *Cratylia argentea* (HC) de la siguiente manera: Testigo T0 = 0%, T1 = 5%, T2 = 10% y T3 = 15%. Los principales ingredientes utilizados fueron harina de carne, torta de soya, harina de arroz y maíz. Durante cinco días se hizo un acostumbramiento de las aves a estas dietas que les fueron ofrecidas, cada cinco días se pesaron las aves para determinar su ganancia. Para medir el valor biológico (VB) de la proteína, se recolectaron las excretas durante tres días las cuales fueron analizadas en el Laboratorio de Nutrición Animal, proceso igual se realizó con las dietas ofrecidas y la HC. El diseño estadístico que se utilizó fue un diseño completamente al azar: cuatro tratamientos, tres repeticiones y tres unidades experimentales. Los pollos que obtuvieron una mejor ganancia de peso

total ( $P < 0,05$ ) fueron los alimentados con las dietas T0 y T2, al igual que el peso total de la canal. El porcentaje del valor biológico de la proteína, fue similar para los cuatro tratamientos, aunque la fibra detergente neutro que contiene la *Cratilya*, afectó negativamente su digestibilidad. De acuerdo a estos resultados se deduce que la inclusión del 5% de HC en dietas para pollos de engorde no afecta las variables evaluadas.

**Palabras clave:** Leguminosa forrajera, alimentación, aves de engorde.

### ABSTRACT

Forage legumes can consider to replace part of the protein required in poultry diets in order to reduce costs in family economy. The purpose of this research was to determine the advantages of *Cratylia argentea* include it in different levels, in diets for broiler feed. This work was carried out with 36 broilers (Arbor acres) 15 days of old with an average weight of  $450 \pm 20$  g, they received balanced diets: the same protein (21%) and caloric content (2,900 kcal ME (metabolizable energy) / kg), to which different levels are included *Cratylia argentea* flour (HC) as follows: Control T0 = 0%, T1 = 5%, T2 = 10%, and T3 = 15%. The main ingredients used were flour beef, soybean meal, rice flour and corn. For five days there was a habituation of birds to these diets that were offered, every five days the birds were weighed to determine their weight gain. To measure the biological value (BV) protein, excreta were collected for three days which were analyzed in the Laboratory of Animal Nutrition; the same process was carried out with diets offered and HC. The statistical design used was completely randomized design, four treatments, three replicates and three experimental units. Chickens were better total weight gain ( $P < 0.05$ ) were fed diets T0 and T2, as the total weight of the beef carcass. The percentage of the biological value of the protein was similar for all four treatments, although neutral detergent fiber containing *Cratilya* negatively affected digestibility. According to these results it follows that the inclusion of 5% of HC in broiler diets does not affect variables.

**Keywords:** Forage legume, feeding, broilers.

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción animal en Colombia tienen como eje central, el manejo de la alimentación, para el mejoramiento de la calidad de los productos como carne, leche y huevos. Este factor ha contribuido en las últimas décadas a la búsqueda de nuevas alternativas que van desde alimentos concentrados que proporcionan al animal el balance necesario de nutrientes para el desarrollo de sus procesos fisiológicos normales, hasta sales mineralizadas en el caso de ruminantes, las cuales proporcionan los microelementos suficientes para cubrir sus necesidades nutricionales. Sin embargo, aunque existen estas opciones, dado que las materias primas con las cuales se encuentran elaboradas en su mayoría son importadas, generan un valor adicional al producto utilizado (Miles *et al.*, 2004).

La utilización de leguminosas forrajeras, puede ser una alternativa para reemplazar, el uso de concentrado en producciones avícolas familiares, y de esta forma mantener el crecimiento de las aves, además de bajar los costos. El arbusto *Cratylia argentea*, es una leguminosa que se ha venido integrado en los sistemas de producción animal en el trópico. Esta especie ofrece buenos rendimientos en materia seca comparándola con las forrajeras herbáceas, y además tolera mejor las condiciones adversas, teniendo la capacidad de rebrotar y de esta forma ofrecer forraje de buena calidad en condiciones de alto estrés ambiental (Abreu *et al.*, 2003).

Actualmente la búsqueda de los nuevos elementos para la alimentación animal tiene como objetivo disminuir los costos de producción al mismo tiempo que los indicadores de producción se aumenten, como es el caso del uso de plantas de uso forrajero que a la vez contribuyen a generar alimentos de consumo humano sin aditivos artificiales (Seddon, 2004).

El género *Cratylia* pertenece a la familia *Leguminosae*, subfamilia *Papilionoideae*, tribu *Phaseoleae* y subtribu *Diocleinae*; crece en forma de arbusto de 1.5 a 3.0 m de altura o en forma de lianas volubles. Las hojas son trifoliadas y estipuladas, los folíolos son membranosos o coriáceos con los dos laterales ligeramente

asimétricos; la inflorescencia es un pseudoracimo nodoso con 6 a 9 flores por nodosidad; las flores varían en tamaños de 1.5 a 3.0 cm con pétalos de color lila y el fruto es una legumbre dehiscente que contiene de 4 a 8 semillas en forma lenticular, circular o elíptica (Lascano *et al.*, 2002).

*Cratylia argentea* es un arbusto nativo de la Amazonia, de la parte central de Brasil y de áreas de Perú, Bolivia y Argentina. Se caracteriza por su amplia adaptación a zonas bajas tropicales con sequías hasta de seis meses en suelos ácidos de baja fertilidad del tipo ultisol y oxisol. Bajo estas condiciones produce buenos rendimientos de forraje bajo corte y tiene la capacidad de rebrotar durante el período seco debido a un desarrollo radicular vigoroso. Por otra parte, produce abundante semilla y su establecimiento es relativamente rápido cuando las condiciones son adecuadas (Rincón, 2005).

En el género *Cratylia* se han reconocido cinco especies diferentes, las cuales son: *C. bahiensis*, *C. hypargyrea*, *C. intermedia*, *C. mollis* y *C. argentea*. La diferenciación entre especies se ha logrado con base a características morfológicas vegetativas y la ubicación geográfica de éstas, debido a que no existen hasta la fecha estudios reproductivos ni de hibridación que permitan una clasificación de especie basada en marcadores biológicos (Lascano *et al.*, 2002).

*C. argentea*, es la especie de más amplia distribución en Sur América es de tipo arbustivo en formaciones vegetales abiertas, pero puede convertirse en liana de tipo voluble cuando está asociada a plantas de porte mayor. La especie se ramifica desde la base del tallo y se reportan hasta 11 ramas en plantas de 1.5 a 3.0 m de altura. Las hojas tienen consistencia papirácea con abundante pubescencia en el envés (Jimenez y Tovar, 2003).

En Colombia las características del suelo de la Orinoquía permiten que la *C. argentea* sea una leguminosa óptima para ser usada en alimentación animal. Se ha observado que su consumo es mejor cuando se suministra como forraje maduro o cuando se oreo o seca al sol durante 24 horas en comparación cuando se le suministra en estado fresco (Lascano y Plazas, 2003).

Los contenidos promedios de proteína de *C. argentea* en la Orinoquía son de 21,7% lo que la convierte en una buena oportunidad de utilización debido a que presenta una buena producción de hoja verde durante la época seca en comparación con las gramíneas, en otros estudios con *C. argentea* se dan resultados de proteína cruda de 23,5%, digestibilidad *in vitro* de materia seca de 48% y reportan bajos niveles de taninos, lo cual la convierten en una excelente fuente de proteína para ser usada en la alimentación animal (Romero y González, 2001).

Las dietas para pollos de engorde actualmente están siendo revisadas, debido a su contenido de aditivos no nutricionales, que están afectando la salud humana, por lo tanto, ha sido necesario replantear alternativas para proponer dietas que contengan ingredientes de excelente calidad de manera orgánica, dando cumplimiento a normas de bioseguridad y manejo, vacunación, selección genética, entre otros (Reyes, 2001). Las leguminosas forrajeras se pueden tener en cuenta para reemplazar parte de la proteína requerida en la dieta de la dieta.

En un trabajo con pollos de engorde de un día de nacidos siendo alimentados hasta los 20 días de edad con concentrado de iniciación, luego se les ofreció dietas balanceadas las cuales fueron isoprotéicas (21%) e isoenergéticas (2.900 Kcal de EM (energía metabolizable) / kg), a las que se les incluyeron diferentes niveles de harina de cayeno (*Hibiscus rosa-sinensis*): 0, 5, 8 y 12%, se concluye que la harina de cayeno puede reemplazar parte de la proteína en las dietas para pollos de engorde hasta en un 12%, sin que se afecte negativamente el consumo de alimento, aumento de peso, conversión, valor biológico de la proteína y digestibilidad de la fibra detergente neutro, es importante señalar que las canales de las aves alimentadas con cayeno, presentaron una coloración amarilla y mejor gustosidad en comparación con el testigo (Roa, 2000).

En dos experimentos realizados en Villavicencio se observó el comportamiento de pollos de engorde reemplazando en las dietas la fuente de proteína tradicional con harina de nacedero *Trichanthera gigantea* y harina de poró *Erythrina poeppigiana* en niveles de: 0, 5, 10 y 15%. En el caso del nacedero se observó que cuando se

iban incrementando sus niveles el consumo de alimento decreció, lo mismo pasó con el valor biológico de la proteína; la ganancia de peso, y la conversión fueron similares para el testigo (62.9 gramos/día/ave y 2.5) y 5% de harina de nacedero (65.0 gramos/día/ave y 2.3). En el otro experimento con harina de poro, que es una leguminosa, el consumo de alimento y el valor biológico de la proteína, no se afectaron cuando se incrementaron sus niveles, mientras que el aumento de peso fue menor para el 12% de reemplazo (50.2 gramos/día/ave) (Roa, 2010).

Con lo expuesto anteriormente, el propósito del presente trabajo fue el de aprender sobre el manejo de *C. argentea* para ser suministrada a pollos de engorde con el fin de reemplazar el concentrado comercial, lo cual puede tener un impacto económico potencial en producciones familiares sin detrimento del crecimiento de los pollos y por tanto no afectar la producción de su carne, Adicionalmente se espera que las dietas sean en un sentido orgánico que busca beneficiar no solo la salud del animal, sino que también la de consumidor de carne de pollo.

## METODOLOGÍA

Este proyecto de aula se realizó en la sede Barcelona, de la Universidad de los Llanos en la ciudad de Villavicencio en el departamento del Meta, región de la Orinoquia, zona de piedemonte, con una temperatura media: 27°C, temperatura máxima: 33.3°C, temperatura mínima: 18.8°C, altitud de 465 m.s.n.m. y una precipitación anual entre 1900 y 2300 mm.

El trabajo se realizó con 36 pollos de engorde (línea Arbor acres), de 15 días de edad con peso promedio de  $450 \pm 20$  g, a los que se les ofreció dietas balanceadas las cuales fueron isoprotéicas (21%) e isoenergéticas (2.900 Kcal de EM (energía metabolizable) / kg), a las cuales se les incluyó diferentes niveles de harina de *Cratylia argentea* (HC) de la siguiente manera: Testigo T0 = 0%, T1 = 5%, T2 = 10% y T3 = 15%. En la Tabla 1 se presentan los ingredientes utilizados en los tratamientos hasta los 40 días. Durante cinco días se hizo una adaptación de las aves a estas dietas, con el agua fueron ofrecidas a voluntad, registrándose

su consumo diario, cada cinco días se pesaron las aves para determinar su ganancia. Para medir el valor biológico (VB) de la proteína, se recolectaron las excretas durante tres días las cuales fueron analizadas en el Laboratorio de Nutrición Animal, proceso igual se realizó con las dietas ofrecidas y la harina de cratilia (Tabla 2).

**Tabla 1.** Ingredientes utilizados en dietas con *Cratilya argentea* en pollos de engorde entre 15 - 40 días de edad

Ingredientes	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
<i>Cratilya</i>	0.0	5.0	10.0	15.0
Harina de Carne	12.0	10.0	8.0	5.0
Torta de Soya	17.0	17.0	17.0	17.0
Harina de Arroz	20.0	19.3	18.1	17.0
Sorgo	20.0	20.0	20.0	20.0
Maíz	21.0	20.0	20.0	20.0
Melaza	5.0	3.0	3.0	3.0
Aceite de Palma	2.8	3.4	3.4	3.4
Otros Nutrientes	2.2	2.3	2.5	2.6
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

Harina de *Cratilya argentea* (HC). Testigo (T0) = 0% de HC, T1 = 5% de HC, T2 = 10% de HC y T3 = 15% de HC.

**Tabla 2.** Composición nutricional de la *Cratilya argentea* y los tratamientos utilizados en pollos de engorde

Nutrientes (%)	<i>Cratilya</i>	Tratamientos			
		T0	T1	T2	T3
Proteína	17.2	21,54	21,31	20,97	20,82
Grasa	2.4	4,5	5,1	5,5	5,8
Fibra cruda	22.5	5	5,9	6,3	7,1
Extracto no nitrogenado	39,60	56,62	48,28	46,42	45,08
Cenizas	8.3	7,34	9,41	10,81	11,2
Fibra detergente Neutro	47.0	24.01	26.09	28.31	30.56
EM (Kcal/kg)	2371.60	2910.50	2901.24	2893.20	2890,02

Harina de *Cratilya argentea* (HC). Testigo (T0)= 0%de HC, T1= 5% de HC, T2 = 10% de HCA y T3= 15% de HCA).

El diseño estadístico que se utilizó fue un diseño completamente al azar: cuatro tratamientos, tres repeticiones y tres unidades experimentales en cada una, se

evaluó: aumento de peso, consumo de alimento, conversión, valor biológico (VB) de la proteína, digestibilidad de la fibra detergente neutro (FDN) y rendimiento en canal, se aplicaron las pruebas de medias Tukey.



**Fotografía 1.** El reemplazo de la proteína con harina de leguminosas forrajeras, como la *Cratylia*, puede ser una alternativa para reducir costos en pequeñas producciones de pollos de engorde

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la composición de la *Cratylia* y de los tratamientos suministrados a los pollos (Tabla 2), se muestra que la proteína de esta leguminosa (17,2%), tiene 4% menos que los requerimientos de los pollos, que es de 21%, lo cual es suficiente argumento para incluirla en las dietas para no rumiantes, aunque presenta un alto contenido de fibra detergente neutro (47%), lo que es una desventaja, debido a que los pollos no tienen buena capacidad de degradar la fibra y aprovecharla como lo hacen los rumiantes. Sin embargo, sí se hace un manejo adecuado de la *Cratylia* en su cultivo se puede reducir el contenido de la fibra Flóres *et al.*, (2001).

Las ganancias de peso totales en los 25 días de experimentación para las dietas establecidas permiten observar que, a partir del momento de la inclusión de la cratilia en diferentes niveles en alimentación de los pollos, la que obtuvo un mejor resultado ( $P < 0.05$ ) fue la dieta T0, (Tabla 3 y Gráfica 1), sin embargo, en el aumento diario de peso, fueron similares todos los tratamientos, la diferencia fue numérica y no estadística (Tabla 3).

Aunque las diferencias de ganancia de peso se mantuvieron durante los cinco pesajes, favoreciendo a la dieta T0, se puede observar que a 20 días el peso del testigo era más bajo (718 g) en comparación con T1 (750 g) y T3 (720 g) teniendo en cuenta que la dieta T3 contenía un mayor porcentaje de *Cratylia*, después de los 25 días el testigo aventajo en peso de manera gradual a los demás tratamientos (Gráfica 1). Las conversiones alimenticias (consumo/ganancia de peso) fueron mayores ( $P < 0.05$ ) para T0 (2.81) y T1 (3.20), presentando la conversión más baja T3, lo cual indica que el mayor contenido de fibra cruda y detergente neutro de esta dieta (Tabla 2), puede estar afectando esta variable, porque hay una disminución en su digestibilidad (52.1%), lo cual afecta la disponibilidad de los nutrientes en el tracto digestivo (Tabla 3).

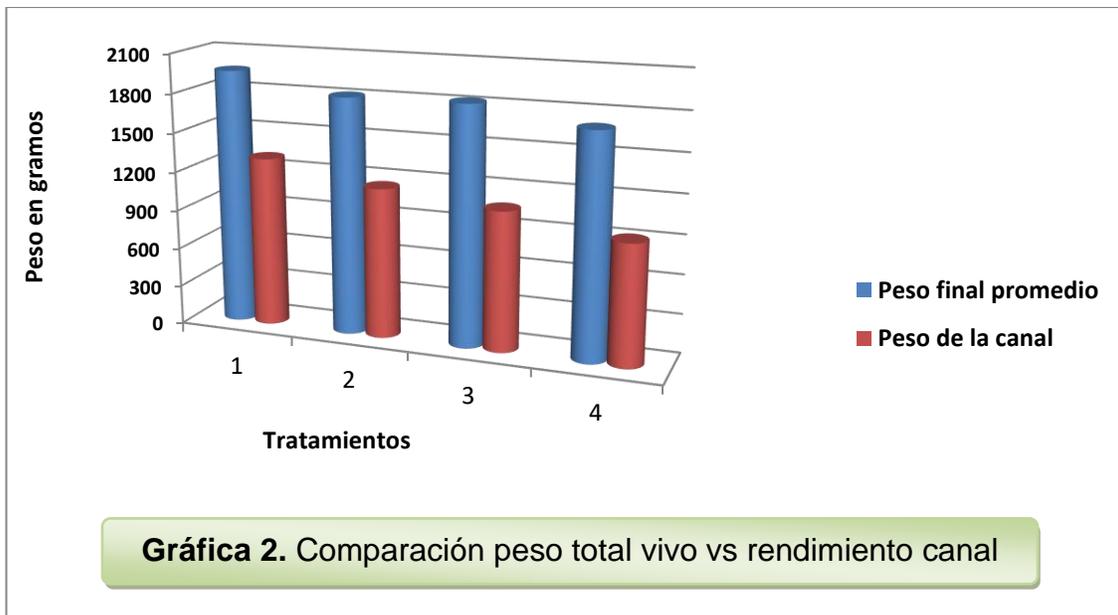
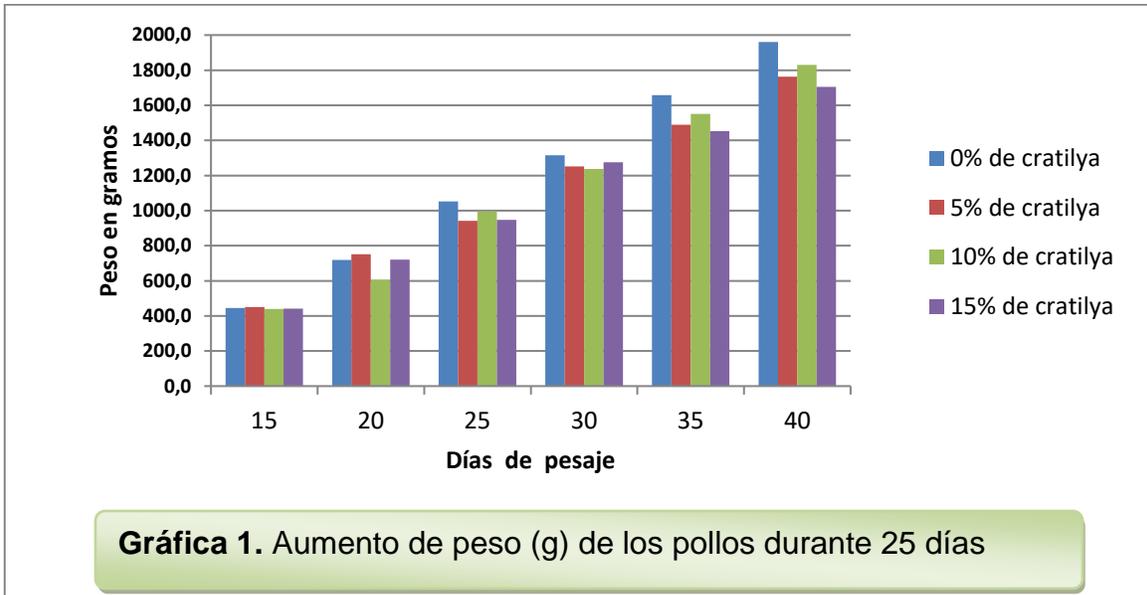
**Tabla 3.** Evaluación de pollo de engorde alimentado con diferentes porcentajes de *Cratylia*

Variables	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
Días de experimentación	25	25	25	25
Peso inicial promedio (gr)	445 <sup>a</sup>	450 <sup>a</sup>	440 <sup>a</sup>	442 <sup>a</sup>
Peso final promedio (gr)	1961,5 <sup>c</sup>	1817.1 <sup>b</sup>	1829.7 <sup>b</sup>	1705.8 <sup>a</sup>
Aumento de peso total / ave (gr)	1516,5 <sup>c</sup>	1367.1 <sup>b</sup>	1389.7 <sup>b</sup>	1263.8 <sup>a</sup>
Aumento de peso / ave / día (gr)	60.66 <sup>a</sup>	54.68 <sup>a</sup>	55.58 <sup>a</sup>	50.55 <sup>a</sup>
Consumo de alimento/ ave/ día gr)	171 <sup>a</sup>	175 <sup>a</sup>	189 <sup>a</sup>	182 <sup>a</sup>
Consumo total alimento / ave (gr)	4175 <sup>a</sup>	4375 <sup>a</sup>	4725 <sup>a</sup>	4550 <sup>a</sup>
Conversión (consumo/peso)	2.81 <sup>a</sup>	3.20 <sup>a</sup>	3.40 <sup>b</sup>	3.60 <sup>c</sup>
Valor biológico (%)	84.4 <sup>a</sup>	83.5 <sup>a</sup>	80.1 <sup>a</sup>	78.9 <sup>a</sup>
Digestibilidad FDN (%)	65.1 <sup>b</sup>	64.8 <sup>b</sup>	56.6 <sup>a</sup>	52.1 <sup>a</sup>
Rendimiento en canal (%)	65.6 <sup>c</sup>	63.5 <sup>bc</sup>	58.5 <sup>ab</sup>	54.3 <sup>a</sup>
Peso Pechuga (gr)	432.9 <sup>b</sup>	422.8 <sup>b</sup>	414.8 <sup>ab</sup>	333.9 <sup>a</sup>
Peso Pierna pernil (gr)	351.1 <sup>b</sup>	269.3 <sup>ab</sup>	259.2 <sup>a</sup>	258.3 <sup>a</sup>
Peso Ala con costillar (gr)	150.4 <sup>a</sup>	149.6 <sup>a</sup>	147.1 <sup>a</sup>	146.1 <sup>a</sup>
Peso rabadilla (gr)	102.5 <sup>a</sup>	127.8 <sup>a</sup>	112.3 <sup>a</sup>	103.4 <sup>a</sup>

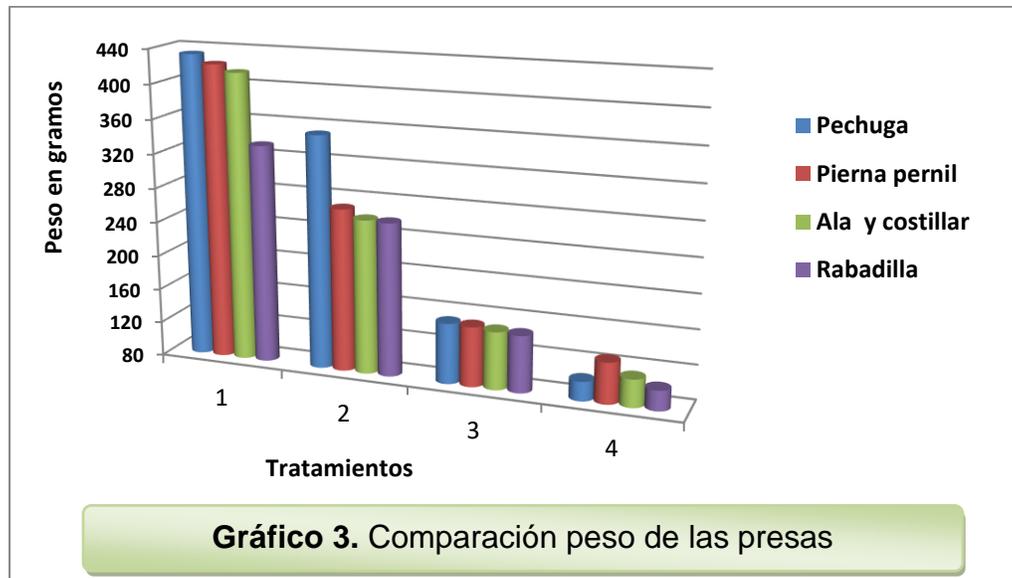
Letras diferentes en la misma fila son distintas ( $P < 0.05$ ). Harina de *Cratilya argentea* (HC). Testigo (T0) = 0% de HC, T1 = 5% de HC, T2 = 10% de HC y T3 = 15% de HC.

En la relación de peso final promedio de las aves y el peso total de la canal y pierna pernil, las dietas que obtuvieron un mejor resultado fueron T0 y T1 ( $P < 0.05$ ), (Tabla 3, Gráficas 2 y 3). Sin embargo, en el pesaje de la pechuga T2

fue similar a estos dos tratamientos. El peso del ala con costillar y rabadilla fueron similares para las cuatro raciones suministradas a los pollos. Es de anotar que, en el valor biológico de la proteína, todos los tratamientos fueron similares, y se puede evidenciar la alta calidad de la proteína de *Cratylia*, puesto que su inclusión hasta en el 15% en la dieta para los pollos no influyó con relación al testigo, cuyas fuentes de proteína se basaron en la harina de carne y torta de soya únicamente.



Estos resultados concuerdan con los de Roa, (2000) cuando incluyó en dietas para pollos de engorde 12% de harina de la arbustiva forrajera cayeno (*Hibiscus rosa-sinensis*), y no se afectó negativamente el valor biológico de la proteína y en este caso tampoco la digestibilidad de la fibra detergente neutro se redujo, lo cual fue diferente en este experimento porque, la digestibilidad de la fibra si disminuyó cuando se reemplazó con el 10% de *Cratylia* en las dietas de los pollos.



## CONCLUSIONES

Los pollos que obtuvieron una mejor ganancia de peso total fueron los alimentados con las dietas T0 y T2, al igual que el peso total de la canal, sin embargo, al momento del pesaje de las presas se observó que la pierna pernil fue similar para estos dos tratamientos, pero es importante anotar, que el peso de la pechuga de T2 fue similar a T0 y T1. De acuerdo a estos resultados se deduce que la inclusión del 5% harina de *Cratylia* en dietas para pollos de engorde no afecta estas variables.

El porcentaje de valor biológico de la proteína, que mide la calidad de este nutriente, fue similar para los cuatro tratamientos, aunque la fibra que contiene la *Cratylia*, afectó la digestibilidad de la fibra detergente neutro, la cual decreció a

medida que se incrementaron los niveles de esta leguminosa en la dieta para los pollos de engorde.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Abreu A., Carulla J., Lascano C., Díaz E., Kreuzer M., Cano T. Efecto del fruto, del pericarpio y del extracto semipurificado de saponinas de *Sapindus saponaria* sobre la fermentación y la metanogénesis in vitro en un sistema RUSITEC. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 16 (2):147-154. 2003
2. AOAC. Official Methods of Analysis (18<sup>th</sup>). Association of Official Analytical Chemists, Arlinton, VA. Washington, D.C. 2005.
3. Flores O. I., Bolívar M., Botero J., Ibrahim M. Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajera para la suplementación de rumiantes en el trópico. Centro Agronómico Tropical De Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. 2001.
4. Franco M. H., Muhammad I., Pezo D., Camero A., Araya J. Degradabilidad ruminal in situ y solubilidad de la proteína de rebrotes de cratilia de diferentes edades. 2000.
5. Jiménez A., Tovar M. Evaluación de la producción de materia seca y valor nutritivo de (*Cratylia argentea* (desv.) O. Kuntze) a dos edades y dos alturas de corte en época seca y de lluvias en la finca Altamonte, municipio de Sahagún, departamento de Córdoba Tesis pregrado. Facultad Ciencias Agropecuarias. Universidad de Sucre. 48 p. 2003.
6. Lascano C., Rincón A., Plazas C., Ávila P., Bueno G., Argel P. J. Cultivar Veranera (*Cratylia argentea* (Desvaux O. Kuntze). Leguminosa arbustiva de usos múltiples para zonas con períodos prolongados de sequía en Colombia. CORPOICA, CIAT, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia. 28 p.
7. Lascano C., Plazas C. Utilidad de la leguminosa semiarbustiva *Cratylia argentea* en sistemas de ganado doble propósito del Piedemonte Llanero. Validation y difusión. Código 201504059. Informe Final. 1. 2003.
8. Miles J., do Valle C. V, Rao I. M., Euclides V. P. B. *Brachiaria* grasses. Warm season (C4): grasses & agronomy. Monograph No 45. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America (EUA). p. 745-783. 2004
9. Plazas C. H. Estrategias de suplementación con el uso de *Cratylia argentea* cv. Veranera, en los Llanos Orientales de Colombia. Revista Sistemas Agroecológicos. Editado por María Ligia Roa. Grupo de Agroforestería UNILLANOS. Diciembre de 2009. Recuperado 25 Junio 2011. [www.sistemasagroecologicos.com](http://www.sistemasagroecologicos.com)
10. Rincón A. Ceba de bovinos en pasturas de *Brachiaria decumbens* suplementados con caña de azúcar y *Cratylia argentea*. Pasturas tropicales. CORPOICA. 2005.
11. Reyes H. M. Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: Re-Enseñando el uso de este enfoque. Boletín Informativo, Centro

- de Información Agrosocioeconómica, Universidad San Carlos de Guatemala. 2001.
12. Roa M. L. Producción de pollos de engorde alimentados con harina de cayeno (*Hibiscus rosa-sinensis*) En: Informe técnico, de proyecto de investigación Utilización de árboles forrajeros para la alimentación animal: Roa M. L., Sanabria D., Galeano J., Muñoz R. y Muñoz J. Convenio UNILLANOS COLCIENCIAS, Villavicencio, Colombia. 800 p. 2001.
  13. Roa M. L. Pollos alimentados con diferentes niveles de harina de *Trichanthera gigantea* y *Erythrina poeppigiana*. Rev. Sist. Prod. Agroecol. 1, (2): 22-33. 2010.
  14. Romero R., González J. Efecto de la alimentación durante la época seca con *Cratylia argentea*, fresca y ensilada sobre la producción de leche y sus componentes. Documento No 184, CIAT, Cali, Colombia. p 15-18. 2004.
  15. Seddon, I. El uso de sustancias alimentarias alternativas en las dietas porcinas (en línea). Artículo Técnico, Foro de Porcicultura. Comunidad de Negocios Internacionales Relacionados con la Producción Animal. 2004. Disponible En: <http://www.engormix.com/MA-porcicultura/nutricion/articulos/uso-sustancias-alimentarias-alternativas-t323/141-p0.htm>

## **Aplicación de buenas prácticas ganaderas en una finca especializada en producción de leche, Usme, Cundinamarca, Colombia**

### **Application of good farming practice in a farm specialized in milk production, Usme, Cundinamarca, Colombia**

Romero Hortúa Amalia Johanna<sup>1</sup>, Roa Vega María Ligia<sup>2</sup> y López Martínez Miguel Alberto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Médico Veterinaria Zootecnista. Universidad de los Llanos

<sup>2</sup>Zootecnista, Esp. MSc. Docente Universidad de los Llanos.

<sup>3</sup>Médico Veterinario. Finagrarios Ltda.

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

Recibido 05 de Marzo 2013, Aceptado 15 de Abril 2013

### **RESUMEN**

El objetivo de este trabajo fue aplicar las buenas prácticas ganaderas en la Hacienda “Palo Negro” con el propósito de mejorar la calidad de la leche, enfatizando en la rutina de ordeño y las técnicas de bienestar animal. La finca está ubicada en la vereda “El Destino” en Usme, Cundinamarca, a 3.200 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 12°C; tiene un hato de 160 vacas lecheras Holstein puro, cuyo alimento básico son las gramíneas: raigrass (*Lolium sp*), falsa poa (*Holcus lanatus*), azul orchoro (*Dactylis glomerata*) y leguminosas: trébol rojo (*Trifolium pratense*) y blanco (*Trifolium repens*). La producción promedio diaria del hato es 16 litros de leche/vaca, se suministra un kg de suplemento concentrado por cinco litros de leche producida. Para iniciar el proceso de certificación de predio libre de brucelosis y tuberculosis, se tomaron muestras de sangre en la totalidad de los animales del hato, las cuales fueron enviadas al laboratorio, los resultados en estas dos pruebas fueron negativos. Con el fin de determinar la presencia de mastitis, se realizó la prueba de CMT (Test de Mastitis California) en la ubre de una muestra de 40 vacas antes de iniciar las buenas prácticas ganaderas y después de aplicarlas, haciendo evaluaciones cada mes. Con la aplicación de buenas prácticas ganaderas disminuyó de manera gradual en seis meses la incidencia de mastitis en las vacas de la finca “Palo Negro” de 78.8 a

58.5%, lo cual indica que 34 vacas de las 160 respondieron a los tratamientos veterinarios, los cuales fueron aplicados rigurosamente. Igual situación se presentó en las unidades formadoras de colonias y recuento de células somáticas las cuales disminuyeron en seis meses de 625.000 Vs 11.680 (leche recién ordeñada) a 2'371.000 Vs 2'019.000 (leche almacenada en cantina).

**Palabras clave:** Ganado Holstein, mastitis, bienestar animal.

### ABSTRACT

The objective of this work was to apply good livestock practices in the farm "Palo negro" with the purpose of improving the quality of milk, emphasizing the milking routine and techniques of animal welfare. The farm is located in the village of "El Destino" Usme, Cundinamarca, at 3.200 m.s.n.m., average temperature of 12°C, this farm has 160 dairy cows Holstein grazing in: *Lolium sp*, *Holcus lanatus*, *Dactylis glomerata* and legumes: *Trifolium pratense* and *Trifolium repens*. The daily average production is 16 liters of milk/cow, one kg of concentrated supplement is supplied per five liters of milk produced. To start the certification process free property brucellosis and tuberculosis, blood samples were taken in all animals, which were sent to the laboratory, the results in these two tests were negative. To determine the presence of mastitis, CMT (Californian Mastitis Test) test conducted in the udder of a sample of 40 cows before starting the good practices and after their application, making evaluations every month. With the application of good practices gradually decreased in six months the incidence of mastitis in cows from the farm "Palo Negro" from 78.8 to 58.5%, indicating that 34 of the 160 cows responded to veterinary treatments, which was applied rigorously. Same happened colony forming units and somatic cells count decreased in six months 625.000 vs 11.680 (recently milked milk) and 2'371.000 vs 2'019.000 (milk stored in canteen).

**Keywords:** Holstein cattle, mastitis, animal welfare.

## INTRODUCCIÓN

El consumidor, demanda de la industria agroalimentaria, la necesidad de que le oferten alimentos de origen animal de alta calidad e inocuidad destinados para su consumo, planteándole así un reto a los profesionales del sector pecuario, al exigirles mayores estándares de calidad dentro de la cadena productiva, y a su vez, la academia con el desarrollo de investigaciones y nuevas tecnologías, debe poner al servicio de este propósito todos los recursos con los que cuenta (MPS, 2006).

Se sabe que el ganadero de lechería, esgrime teorías como “el volumen es el que paga”, pero, al no haber relación entre calidad y cantidad, finalmente el valor esperado por litro de leche, se ve afectado o castigado su pago. Por tanto, las condiciones higiénicas, sanitarias y composicionales de la leche son los factores más importantes en la determinación del precio. La calidad, hoy en día, es un término que se emplea frecuentemente en la mayoría de áreas del conocimiento, teniendo como fundamento las características que tienen las personas o los productos y que denotan cierto grado de categorización. En el caso de la leche, siendo ésta un producto de consumo masivo, la calidad debe ser un requisito primordial y constante. Al implementar las buenas prácticas ganaderas en una producción lechera, enfatizándose en el protocolo higiénico del ordeño, los frutos esperados serían el mejoramiento de la calidad de la leche, haciendo más productiva, sostenible y rentable la ganadería, al reducir el impacto económico del rechazo del producto, los bajos precios y los altos costos de asistencia y medicamentos veterinarios (Ramos *et al.*, 2006). Por esto a través de este proyecto se propuso el establecimiento de buenas prácticas ganaderas (BPG) en la Hacienda “Palo Negro” que permitan alcanzar lo anteriormente planteado.

### CALIDAD DE LA LECHE BOVINA

La calidad composicional de la leche bovina constituida por el contenido de sólidos totales, grasa y proteína, determina su valor nutricional y su aptitud como materia prima para el procesamiento, la cual varía en función de aspectos de tipo genético

(inter-raciales e intra-raciales), fisiológico (edad, etapa de la lactancia y estado sanitario de las vacas) y ambiental (alimentación, clima y sistema de manejo). Desde el punto de vista de su valor nutricional, la leche bovina constituye una excelente fuente de proteínas (caseínas, lactoglobulinas, lactoalbúminas e inmunoglobulinas, entre otras), carbohidratos (lactosa), lípidos (triglicéridos y fosfolípidos), y minerales (calcio, fósforo, sodio, potasio y cloro), convirtiéndose en un alimento ideal para el ser humano en sus diferentes etapas de desarrollo y en un sustituto perfecto de la leche materna en lactantes (Novoa, 2005).

Para conseguir la inocuidad de la leche es necesario considerar su calidad higiénica que se refiere a la cantidad y tipo de bacterias presentes en la leche como consecuencia del manejo durante el ordeño, el almacenamiento y el transporte de la misma. La leche además de ser un medio nutritivo, es también un medio favorable desde el punto de vista físico para la multiplicación de los microorganismos y por ser un producto de origen animal sujeto a una gran diversidad de métodos de producción, se puede contaminar con un amplio espectro de microorganismos presentes en pezones, canal del pezón, superficies de la ubre, ubres mastíticas, agua contaminada utilizada en los sistemas de lavado y equipos de ordeño (Anda, 2007).

El concepto de inocuidad en la cadena agroalimentaria de la leche bovina, debe provenir de la implementación adecuada y estricta de planes y programas preventivos que garanticen la sanidad de los animales, la higiene de la leche y la salud pública del consumidor, minimizando el impacto de las enfermedades transmitidas por alimentos de origen lácteo y la incidencia de zoonosis. La calidad sanitaria se puede garantizar a través del establecimiento del registro único de vacunación (RUV) y de la inscripción de las explotaciones ganaderas en un programa de "hatos libres de brucelosis", y la calidad higiénica mediante la determinación del recuento total de bacterias (RTB). Para configurar un concepto amplio y pertinente de inocuidad en esta cadena agroalimentaria, se deben implementar en el ámbito de las explotaciones ganaderas programas de Buenas Prácticas Ganaderas (BPG) y Buenas Prácticas en el Empleo de Medicamentos

Veterinarios (BPMV); así como Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y de Análisis de Peligros y Control de Puntos Críticos (HACCP) en las plantas pasteurizadoras y procesadoras de leche bovina, las cuales sumadas a un programa de identificación individual y único de los animales en las fincas y la rastreabilidad del producto a lo largo de la cadena agroalimentaria, garantizarán la calidad higiénico-sanitaria de la leche y los derivados lácteos (Ramos *et al.*, 2006).

### **PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE LA LECHE**

Para determinar si la leche proviene de cuartos afectados de mastitis se utiliza la prueba Californian Mastitis Test (CMT). A una muestra de leche de cada cuarto, se le adiciona el detergente alquil-aril-sulfonato de sodio que forma un gel en presencia de un alto número de células somáticas. La prueba puede determinar varios grados de afección, según la fuerza del gel formado. Para determinar la calidad sanitaria de la leche a nivel de tanque, se utiliza el recuento de células somáticas (neutrófilos, leucocitos, polimorfonucleares y células epiteliales). En los casos de mastitis se aumenta el número de leucocitos. En leche de tanque, un recuento de células somáticas menor de 400.000 células por ml se considera bajo, mientras que un recuento mayor de 700.000 células por ml se considera alto, indicando que la leche proviene de hatos con alta incidencia de mastitis. El recuento de células somáticas también se aplica a leche de animales individuales, pero es necesario tener en cuenta que las células somáticas se ven aumentadas por causas diferentes a la mastitis, como al inicio y final de la lactancia, o con el estrés de los animales, aunque el incremento en estos casos no es tan pronunciado como en la mastitis. El aumento de células somáticas también está relacionado con mayor actividad proteolítica y lipolítica que causa cambios en la calidad sensorial de la leche y sus derivados. También es importante que la leche esté libre de residuos, adulterantes, desinfectantes y de medicamentos principalmente de antibióticos, por lo cual la leche de animales que reciben tratamientos con antibióticos no debe destinarse al consumo humano. Para determinar la presencia de antibióticos e inhibidores de crecimiento bacteriano en leche se utilizan pruebas basadas en la formación de un halo de inhibición o en el

desarrollo de acidez por una bacteria específica en un sustrato especial; uno de las pruebas más conocidas es el Delvo-test (Rodríguez, 2007).

También existen pruebas específicas que reconocen ciertas estructuras de algunos antibióticos como es el caso de los beta-lactámicos. Se debe controlar la presencia de adulterantes en leche utilizados para disimular la mala calidad. Es importante identificar la presencia de formol, hipocloritos, compuestos de amonio cuaternario, peróxido de hidrógeno, sal, azúcar, féculas y agua adicionada en la leche. Las leches que resulten positivas a estos adulterantes deben ser rechazadas. La leche también debe estar libre de micotoxinas, las cuales provienen de los alimentos contaminados con moho, suministrados a los animales (Anda, 2007).

La leche recién ordeñada procedente de vacas sanas contiene aproximadamente 15.000 UFC/ml en condiciones normales, pero se admiten hasta 25.000 UFC/ml, porque se ha demostrado que hasta esta cifra se mantiene la calidad del producto. Cuando el proceso de ordeño, manipulación y almacenamiento se realiza en malas condiciones, el contenido bacteriano puede aumentar hasta varios millones por ml de leche, Schlimme y Buchheim, (2002) recomiendan que, para evitar esta situación se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Uso de sistemas apropiados de recolección, almacenamiento y conservación de la leche en finca.
- Higienización de las instalaciones, equipos de ordeño, tanques de almacenamiento y cantinas.
- Aplicación de los conceptos y métodos de la medicina preventiva en el hato lechero.
- Respeto de los tiempos de retiro de los medicamentos utilizados para el tratamiento de los animales.
- Capacitación permanente del personal sobre los aspectos relacionados con el mejoramiento de la calidad.
- La infraestructura de frío en la finca, como a lo largo de toda la cadena, es una variable importante en la conservación de la calidad de la leche. El

establecimiento de tanques de enfriamiento no solo ayuda a esta labor, sino que optimiza el ordeño y la recolección de la leche por parte de las industrias.

### **ORDEÑO Y CALIDAD DE LECHE**

Como se ha analizado, existen factores intrínsecos del sistema de producción que afectan la calidad de la leche, dentro de los cuales se destacan los relacionados con el animal (estado fisiológico, edad, curva de lactancia y raza) y otros relativos al sistema de alimentación, higiene y limpieza de utensilios, equipos, capacitación y rutina de ordeño. Dada la importancia de este último factor, especialmente para obtener una leche de buena calidad higiénica, se ha dedicado un aparte para el estudio de esta relación (Granda y Almanza, 2005).

La rutina de ordeño se inicia en el momento que el animal es llevado al sitio destinado para tal fin y finaliza con el almacenamiento de la leche en cantinas o tanques de enfriamiento. Incluye procesos secuenciales y continuos, necesarios para que se pueda obtener leche de buena calidad, los cuales pueden ser susceptibles de adaptación según el sistema de ordeño, disponibilidad de recursos físicos, tipo de ganado y características del recurso humano, por eso no es posible formular una rutina única para todas las fincas, sino que es necesario seguir unas pautas para realizar un ordeño adecuado. Inicialmente, los estímulos externos en el ordeño como son el ordeñador, el sitio y el lavado de pezones, generan una respuesta hormonal que promueve la secreción de oxitocina. Esta hormona permite la bajada de la leche en un tiempo aproximado de 4 a 7 minutos, tiempo durante el cual se debe ordeñar. La preparación pre-ordeño es un balance entre la rapidez (eficiencia) y la realización de los pasos requeridos para limpiar la ubre y estimular la bajada de la leche. El lugar de ordeño y sus condiciones influyen directamente tanto en la manipulación y recolección del producto como en su calidad higiénica y sanitaria. Los puntos básicos para un ordeño adecuado son: despunte, lavado, pre-sellado y secado de pezones; ordeñar siempre pezones secos y limpios, verificación del correcto funcionamiento del equipo de ordeño,

disponibilidad de utensilios necesarios y aseo de las manos de operarios (Cortez y Martínez, 2000).

### **HIGIENE DE UTENSILIOS Y EQUIPO DE ORDEÑO**

Algunos factores ligados a la contaminación de la leche en su recolección y almacenamiento son la calidad del agua, el procedimiento de lavado y desinfección de cantinas, y el tipo de jabón utilizado, adicional al lavado y mantenimiento de equipo (unidades y tanque de frío). La contaminación se da por microorganismos que provienen de la piel de los pezones, manos del ordeñador, pezoneras, agua, aire y en general de todo el ambiente que rodea el sitio de ordeño. La limpieza se inicia con el prelavado a 35-45°C, que remueve los residuos de leche del equipo de ordeño y lo prepara para una mejor acción de las soluciones limpiadoras. Luego se lava con un producto clorado que ayuda a remover las proteínas, uno alcalino que ayuda a remover la grasa y un agente complejo (EDTA) que previene la formación de depósitos de sal dependiendo de la dureza del agua. Posteriormente se enjuaga con agua y ácido 35-45°C, el cual neutraliza los residuos de cloro y detergentes alcalinos, prolonga la vida útil de las partes de caucho, previene la formación de depósitos minerales en la leche y elimina las bacterias. Por último, se hace el enjuague, preferiblemente con agua tibia 25-30°C con el fin de secar el equipo más rápido. Antes de reutilizar el equipo, se recomienda aplicar una solución sanitaria de hipoclorito (200 mg por litro de agua ó 200 ppm) para reducir el número de bacterias. Otro aspecto importante en la recolección es el filtrado y almacenamiento de la leche después del ordeño, actividad que consiste en separar de la leche aquellos residuos sólidos que la hayan contaminado durante el proceso. Para llevar a cabo esta operación se deben usar filtros de papel desechable o tela de lienzo (Granda y Almanza, 2005).

### **MANEJO SANITARIO DEL HATO**

La experiencia realizada en la hacienda “Palo Negro” ubicada en la vereda “El Destino” en la localidad de Usme en el departamento de Cundinamarca, a 3.200

msnm, con una temperatura promedio de 12°C, se basó principalmente en la capacitación del personal y en la implementación de las buenas prácticas ganaderas (BPG) propuestas por el Instituto Agropecuario Colombiano (ICA), mediante la resolución 616 del 2006; con el fin de promover el mejoramiento de la calidad de la leche y a su vez el precio de pago por calidad.

Esta finca tiene un hato de 160 vacas lecheras Holstein puro, cuyo alimento básico son las gramíneas: raigrass (*Lolium sp*), falsa poa (*Holcus lanatus*), azul orchoro (*Dactylis glomerata*) y leguminosas: trébol rojo (*Trifolium pratense*) y blanco (*Trifolium repens*) (Fotografía 1). La producción promedio diaria del hato es 16 litros de leche/día/vaca; se suministra un kilo de suplemento concentrado/cinco litros de leche producida.

#### 1. **Certificación de predio libre de brucelosis y tuberculosis**

- a. Toma de muestras de sangre en la totalidad de los animales del hato.
- b. Conservación, embalaje y envío de muestras al laboratorio del ICA, para determinación de brucelosis y tuberculosis.

*Prueba de tuberculina en pliegue caudal.* Se tomaron muestras de sangre en la totalidad de los animales del hato, bajo completas condiciones asépticas con tubos vacutainer y jeringas estériles. El área de la piel sobre la vena se lavó y se desinfectó con algodón y alcohol, evitando el contacto de las manos u otros objetos con el área desinfectada. La cantidad de sangre tomada fue 5 ml, se envió al laboratorio debidamente refrigerada y adicionada con un anticoagulante estéril. Las muestras fueron enviadas al laboratorio del ICA, para determinación de brucelosis y tuberculosis.

Todas las muestras se refrigeraron para disminuir el crecimiento de especies facultativas, lo cual preserva la muestra durante 18-24 horas en climas fríos. Se identificaron las muestras con los siguientes datos: Nombre completo y dirección del propietario del animal; reseña del animal incluyendo especie, sexo, edad y

raza; tipo de vacunas empleadas, número de animales vacunados, fecha de las vacunaciones. Los resultados para todas las vacas fueron negativos.

La prueba de tuberculina se basa en el hecho de que el animal tuberculoso es alérgico a las proteínas del *Mycobacterium* contenidas en la tuberculina que inyectada por vía intradérmica a un animal que no padece la enfermedad no produce efectos demostrables, pero en un animal tuberculoso, ocasiona o causa una reacción local caracterizada por inflamación y tumefacción del sitio inyectado. La dosis utilizada por vía intradérmica es de 0.1ml de tuberculina. El lugar de la inyección se examina para observar la inflamación característica  $72 \pm 6$  horas después de la inyección. La prueba de tuberculina se realizó en el pliegue ano caudal y los criterios de interpretación son: menos de 3 mm: negativo, de 3 a 5 mm: sospechoso y 5 ó mayor de 5 mm: positivo. El 100% de los animales, cuyas muestras fueron analizadas, dio un reporte negativo.



**Fotografía 1.** La alimentación básica es principalmente con pasto raygrass.

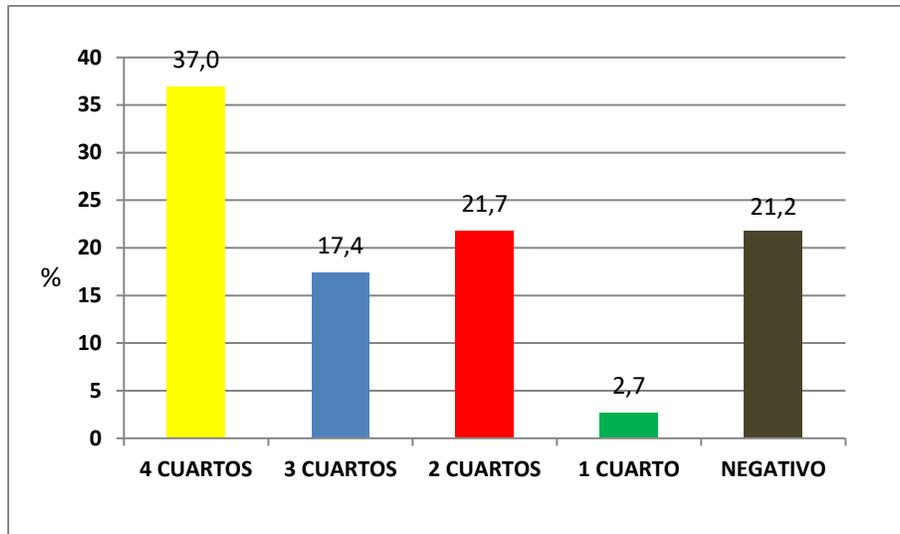
Con estos resultados se pudo iniciar el proceso de “Certificación de predio libre de brucelosis y tuberculosis”, el cual debe tener seguimiento mediante la implementación de protocolos sanitarios.

## 2. Reducción del recuento de células somáticas

Se identificaron animales que presentaron mastitis clínica o subclínica mediante la realización del test mastitis california (CMT). Con base en los resultados encontrados en los chequeos de CMT, se realizaron las medidas correctivas como: tratamiento de casos clínicos, retiro de leche de animales afectados con mastitis clínica o subclínica grado 3 y 4, además se descartaron animales con persistencia en la presentación de la enfermedad, revisión y mantenimiento mínimo del equipo de ordeño mensualmente.

Para tomar las muestras de leche para realizar el test mastitis california (CMT), se desecharon dos chorros de leche de cada cuarto de la ubre. En cada uno de los depósitos de la paleta se agregó la leche y se añadió reactivo, luego se mezcló a través de movimientos circulares y suaves evitando revolver el contenido de los diferentes compartimientos. Antes de iniciar las buenas prácticas ganaderas (BPG) a una muestra de 40 vacas se les realizó el CMT. Del 100%, el 36,96% estaban afectados los cuatro cuartos, el 17,4% tres cuartos son positivos, el 21,7% dos cuartos son positivos, el 2,7% un cuarto es positivo y el 21,2% de las vacas dieron negativo a esta prueba. Dando como resultado general en el hato con 160 vacas en producción que un 78,8% tienen mastitis con algún grado de severidad. (Gráfica 1).

Después de seis meses de aplicación de BPG, se les repitió a una muestra de 40 vacas el CMT. Del 100% el 39,2% están afectados los cuatro cuartos, lo que indica que se incrementó en 2,2 unidades porcentuales (UP), a pesar de que se elevaron estas cifras, el efecto de la aplicación de las BPG se observó en los siguientes resultados: el 12,1% de los animales, los tres cuartos son positivos y el 2,4% dos cuartos son positivos, lo que indica que las unidades porcentuales disminuyeron en estos casos de mastitis en: 5,3% y 19,3%, respectivamente. No fue igual el resultado, cuando el 4,8% de las vacas únicamente uno de sus cuartos fue positivo y el 41,4% dieron negativo al CMT, incrementado en 2,1 y 20,2% para estos dos casos dando como resultado que el 58,5% de las vacas tienen mastitis con algún grado de severidad (Fotografía 2 y Gráfica 2).



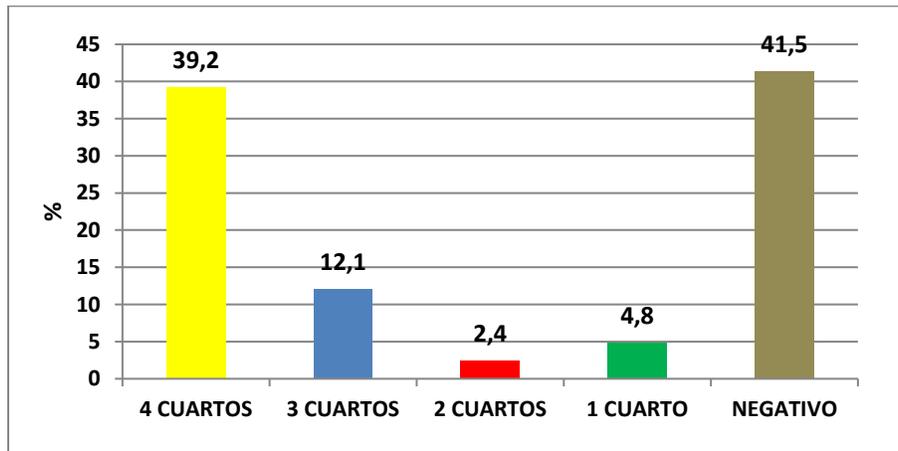
**Gráfica 1.** Porcentaje de incidencia de mastitis antes de aplicar buenas prácticas



**Fotografía 2.** Prueba de california mastitis test para los cuatro cuartos de la ubre

De lo anterior se deduce que el problema de mastitis no solamente se puede controlar, sino que se puede erradicar de un hato estableciendo protocolos de buenas prácticas (Granda y Almanza, 2005). Como se aumentaron los casos de animales afectados los cuatro cuartos, se inició un proceso de descarte de manera gradual para hacer los respectivos reemplazos con vacas sanas, de esta manera se incrementaría su número, dando un mayor porcentaje de negativas a esta

enfermedad. Como complemento a estas actividades también se vienen realizando las medidas correctivas: tratamiento de las vacas afectadas clínicamente y subclínicamente y el retiro de leche que producen estas vacas para mantener la calidad de producto.



**Gráfica 2.** Porcentaje de incidencia de mastitis después de aplicar las buenas prácticas ganaderas

### 3. Disminución de las Unidades Formadoras de Colonias

- a. Establecimiento de protocolos de lavado y desinfección del equipo de ordeño y tanque de enfriamiento de leche.
- b. Capacitación del personal de la finca sobre el manejo y aplicación de protocolo para la rutina de ordeño mecánico.
- c. Revisión y verificación semanal del cumplimiento de los protocolos.
- d. Seguimiento bacteriológico semanal de la calidad de la leche en tanque, determinado el número de UFC/ml, en un Laboratorio de control calidad.

Se consideró que existe una relación directa entre la calidad de la leche y la higiene de los utensilios que se usan diariamente en el ordeño (cantinas, cepillos, baldes, equipo y sus componentes), además de la calidad del agua con que se realiza el lavado de los anteriores; es de suma importancia que se realice adecuadamente la limpieza.

Los pasos del protocolo de limpieza de los equipos y elementos utilizados en el ordeño son:

- a. **Prelavado:** Remueve los residuos de leche del equipo de ordeño y lo prepara para una mejor acción de las soluciones limpiadoras (deslechado con agua fría)
- b. **Lavado (detergente alcalino):** Un producto clorado ayuda a remover las proteínas, el alcalino a remover la grasa y un agente complejo (EDTA) previene la formación de depósitos de sal dependiendo de la dureza del agua (Desengrasante neutro 100 ml x 20 L de agua caliente (50-75°C), 3 veces por pezonera).
- c. **Enjuague con ácido:** Neutraliza los residuos de cloro y detergentes alcalinos, prolonga la vida útil de las partes de caucho, previene la formación de depósitos minerales en la leche y elimina las bacterias. (Detergente ácido 100 ml x 20 L de agua fría, dos veces por pezonera).

#### 4. Enjuague con agua

- a. Sanidad: Antes de reutilizar el equipo, se le debe lavar con una solución sanitaria de hipoclorito (200 mg por litro de agua o 200 ppm), lo cual reduce el número de bacterias (hipoclorito 80 ml/20 L de agua fría, 1 vez por pezonera). Para el lavado de tanque de enfriamiento se hizo de la siguiente manera: prelavado, lavado con agua fría y jabón/tres veces, luego lavado con detergente neutro 100 ml/20 L de H<sub>2</sub>O y finalmente con hipoclorito 80 ml/20 L de agua una vez. El protocolo para la rutina de ordeño mecánico fue socializado con el personal de la finca (Tabla1).

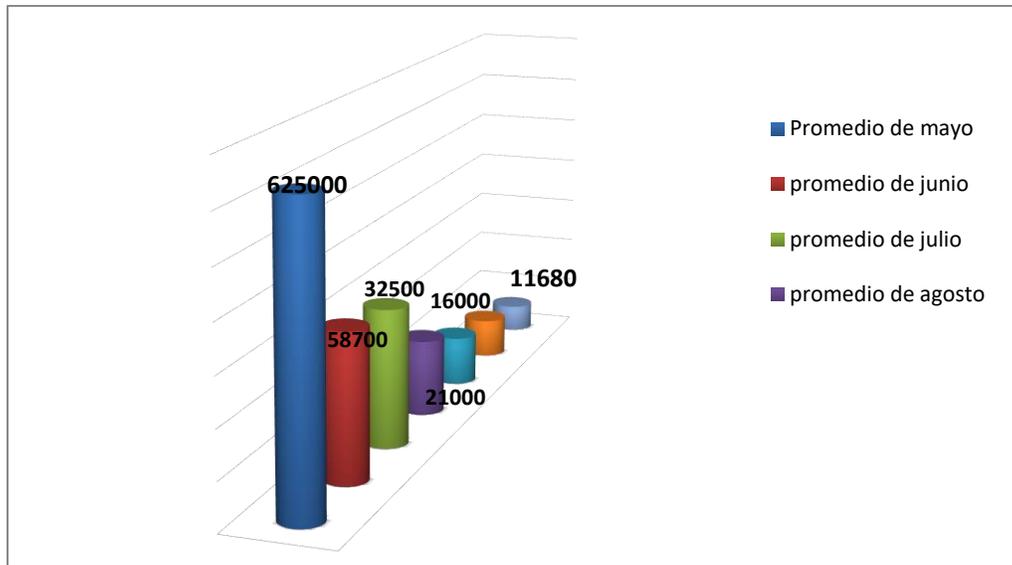
Como reporta Rodríguez, (2007) que el recuento de UFC debe ser menor de 25.000 células por ml de leche para mantener la calidad del producto, en el caso de finca "Palo Negro" el recuento inicial fue de 62.500 UFC/ml, el cual se considera alto, indicando que la calidad de la leche se puede disminuir. Al aplicar las buenas prácticas de manejo, limpieza de equipos materiales, desde el primer

mes se observó el efecto en la disminución y actualmente, el hato se encuentra en 11.680 UFC/ml debido a la aplicación de estos protocolos en el proceso de ordeño (Gráfica 3).

**Tabla 1.** Protocolo para la rutina de ordeño

<p><b>Desplazamiento al sitio de ordeño:</b> se fijaron la hora de ordeño y también se trató en lo posible evitar situaciones que afecten la tranquilidad de los animales antes del ordeño. La adrenalina inhibe la acción de la oxitocina, dificultando la bajada de la leche.</p>
<p><b>Suministro de concentrado:</b> la cantidad depende de la producción de cada vaca, por cada 5 litros de leche 1 kg de concentrado.</p>
<p><b>Despunte de pezones:</b> consiste en colocar los dos o tres primeros chorros en un recipiente de contraste para determinar la posible incidencia de mastitis. Igualmente, se realiza con el fin de eliminar microorganismos de la cisterna del pezón y generar la bajada de la leche.</p>
<p><b>Presellado con solución yodada:</b> Se sumergen los pezones en una sustancia desinfectante, permitiendo que actúe durante 20 a 30 segundos. Al aplicar este producto no es necesario lavar con agua. Se realiza para desinfectar los pezones antes del ordeño.</p>
<p><b>Secado con papel:</b> se realiza antes de comenzar el ordeño utilizando un cuadro de papel desechable para cada pezón. Ello con el fin de estimular la bajada de la leche, retirar los remanentes del desinfectante aplicado y ordeñar pezones sin ningún tipo de humedad.</p>
<p><b>Sellado con solución yodada después del ordeño:</b> evita la entrada de microorganismos por el esfínter del pezón, el cual permanece abierto cuando termina el ordeño.</p>
<p><b>Manejo de pastoreo:</b> Se utiliza el sistema de cuerda, por medio de la cual se raciona el pasto, esta se mueve tres veces al día para que exista una adecuada disponibilidad de pasto.</p>

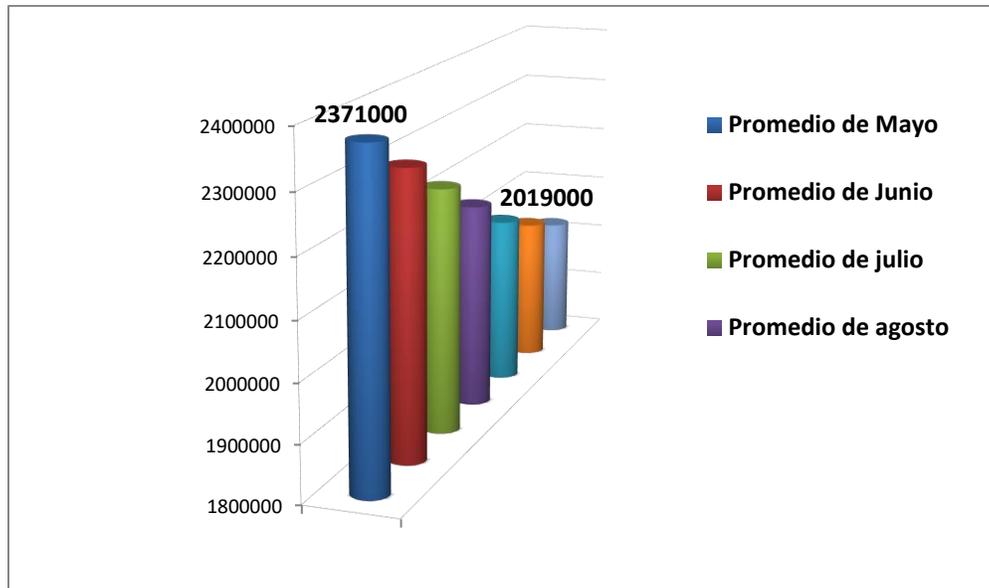
Según Schlimme y Buchheim, (2002) los valores recomendados de recuento células somáticas (RCS) tienen que ser menores de 400.000/ml de leche (almacenada en cantina), inicialmente el hato "Palo Negro" tenía un recuento de 2'371.000 RCS/ml, lo cual indicaba que las malas prácticas de ordeño e higiene estaban perjudicando el proceso. Una vez, iniciados los protocolos de desinfección de equipos y rutinas de ordeño que se están llevando a cabo satisfactoriamente, estos datos disminuyeron hasta 2'019.000 (Gráfica 4).



**Gráfica 3.** Efecto de la aplicación de buenas prácticas en disminuir unidades de formadoras colonias

## 5. Bienestar animal

- a. Observación diaria de animales, verificando el suministro de alimento y agua suficiente para evitar estrés previo al ordeño.
- b. Verificación del suministro de agua y alimento en las horas del ordeño, el cual se realiza a las 5:00 am y a las 2:00 p.m.
- c. Vigilancia del personal en la aplicación de técnicas de bienestar animal.
- d. Capacitación, donde se les explicaba a los operarios el buen trato a los animales, aspectos como: salud, presencia de dolor, cambios de conducta, alimentación, alojamiento, prevalencia de enfermedades multifactoriales y disminuciones de: consumo de alimentos, producción de leche, respuesta inmune y función reproductiva.
- e. Divulgación en carteleras para enseñar a los operarios buenas prácticas de manejo de hato como: disminuir el estrés evitando movimientos bruscos y sonidos, movilizándolo el ganado con calma en pequeños grupos para evitar caídas y lesiones.
- f. Revisión de las condiciones e instalaciones para asegurar el confort de las vacas y así establecer propuestas, con el propósito de suministrarles una mejor calidad de vida.



**Gráfico 4.** Valores del recuento de células somáticas / ml de leche

### 6. Registros

Cuando se empezó el trabajo en la finca existían algunos registros y otros se fueron implementando, para asegurar las buenas prácticas de manejo, para lo cual se comenzó con el inventario e identificación de animales, además se analizaron los registros de ingresos-egresos, compra-venta de animales, material genético e insumos, comparado contra el valor de pago de la leche.

Con la información recopilada se propuso sistematizar los registros individuales de cada vaca, producción leche/día, medicamentos, historia clínica, labores diarias, manejo reproductivo y de praderas (Tablas 2 a 7).

**Tabla 2.** Registro mensual de producción de leche / día

		MES											
NÚMERO	NOMBRE	1 SEMANA			2 SEMANA			3 SEMANA			4 SEMANA		
		AM	PM	TOTAL	AM	PM	TOTAL	LTRS AM	LTRS PM	TOTAL	LTRS AM	LTRS PM	TOTAL
1													
2.....n													
TOTAL													
PROMEDIO													

**Tabla 3.** Registro de manejo de praderas

N° Potrero	Aforos, producción forraje /ha	Días de descanso (fecha)	Ocupación (fecha)	Grupo Animales	Observaciones
1					
2.....n					
<b>Total</b>					

**Tabla 4.** Control mensual de compra de alimentos

Mes: _____				
Materia Prima	Lote	Fecha compra	Valor unid.	Valor total
Encargado:				
Observaciones:				

**Tabla 5.** Registro de suministro de medicamentos

Mes: _____							
N° Animal	Fecha Adm.	Hora Adm.	Dosis Adm.	Vía Adm.	Producto	Registro ICA	N° Lote
Responsable:				Firma:			
OBSERVACIONES:							

**Tabla 6.** Registro de palpaciones

NOMBRE	ESTADO	TRATAMIENTO

**Tabla 7.** Registro intervalos parto – concepción

<b>NOMBRE</b>	<b>DIAS ABIERTOS</b>
ALFARO	139
AMPARITO	162
ASTA	225
BANDOLERA	26
BOQUINCHE	32

**Tabla 8.** Relación ingresos y egresos

<b>DETALLE</b>	<b>LITROS DE LECHE</b>	<b>PRECIO X LITRO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
<b>INGRESOS</b>			
<b>VENTA DE LECHE</b>			
<b>OTROS</b>			
<b>TOTAL INGRESOS</b>			
<b>EGRESOS</b>			
<b>COSTOS VARIABLES</b>			
<b>COSTOS FIJOS</b>			
<b>UTILIDAD O PERDIDA</b>			

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Con la aplicación de buenas prácticas ganaderas disminuyó de manera gradual en seis meses la incidencia de mastitis en las vacas de la finca “Palo Negra” de 78.8 a 58.5%, lo cual indica que 34 vacas de las 160 respondieron a los tratamientos veterinarios, los cuales fueron aplicados rigurosamente. Igual sucedió en las unidades formadoras de colonias y en el recuento de células somáticas las cuales disminuyeron en seis meses de 625.000 Vs 11680 y 2´371.000 vs 2´019.000.

Con base en los resultados de los chequeos de test mastitis california, se recomienda seguir con estos protocolos de manera estricta, para que el problema, no solamente se pueda controlar sino en el futuro erradicar la mastitis del hato.

Se sugiere realizar proceso de descarte de manera gradual para hacer los respectivos reemplazos con vacas sanas, de esta manera incrementar el número de animales sanos, lo que beneficiara la calidad del producto final. La implementación de un sistema de registros es importante para el control y la administración de la hacienda.

El bienestar animal es el punto de equilibrio del estado físico y mental, generando una calidad de vida óptima para los animales, es importante recordar constantemente a los operarios que el buen manejo del ganado es el primer paso para obtener un producto de calidad.

Realizar cultivo y antibiograma de una muestra de leche del tanque para identificar el patógeno que está produciendo la mastitis y a que antibiótico es sensible esta bacteria, en base al resultado elegir el antibiótico para el tratamiento y secado de las vacas afectadas.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Anda. Administración y calidad. Editorial Limusa. México. 192 p. 2007.
2. Blood D., Radostits O.M. Medicina veterinaria. Séptima edición. Vol. 1. Madrid, España: Interamericana McGraw Hill, 1992. p. 729-742.
3. Chesterton, N. Bienestar animal en las fincas lecheras. En: Congreso Panamericano de la Leche (10, C.R., abril, 2008). Memorias. Costa Rica, El Congreso. 2008.
4. Cortes H., Martínez I. Relación entre las prácticas de ordeño de los hatos lecheros del norte antioqueño con la calidad de la leche cruda. Tesis de grado. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 2008.
5. Cordero, L; Quiroz, J; Vicente, C.M. Exploración clínica del bovino. Heredia, C.R, Editorial Fundación Universidad Nacional. 2005.
6. Granda H., Almanza F. Rutina de ordeño para la obtención de leche de excelente calidad. Cartilla de instrucción ANALAC. Ed. Promedios. Bogotá. 2005.
7. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – IICA. Acuerdo de Competitividad de la Cadena Láctea Colombiana. Bogotá. 98 p. 2007.
8. Ministerio de Protección Social (MPS). Decreto 616 del 2006.
9. Novoa C. Consideraciones sobre calidad de la leche. En: Seminario sobre fármaco-terapia de la vaca lactante, mastitis y calidad de leche. Memorias. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 2005.
10. Ramos R, Pabón M, Carulla J. Factores nutricionales y no nutricionales que determinan la composición de la leche. Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia. XLVI (2). 2006.

11. Rodríguez G. La Mastitis Bovina y el Potencial para su Control en la Sabana de Bogotá. Colombia. Informe Técnico No 2. Proyecto Colombo-Alemán. Bogotá: ICA-GTZ: 2007.
12. Schlimme E, Buchheim W. La leche y sus componentes, propiedades químicas y físicas. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 121 p. 2006.

**Experiencias en zootría de lapa (*Cuniculus paca*) como aporte a su conservación y aprovechamiento sostenible en el departamento del Meta**

**Experiences in animal breeding of *Cuniculus paca* as a contribution to their conservation and sustainable use in Meta Department**

Rincón Mosso Freddy Yesid<sup>1</sup>, Tinjacá León Jennifer Katherine<sup>1</sup> y  
Murillo Pacheco Ricardo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Licenciado en Producción Agropecuaria. Universidad de los Llanos y

<sup>2</sup>Médico Veterinario Zootecnista. Docente Universidad de los Llanos

[freddyrinconm@yahoo.es](mailto:freddyrinconm@yahoo.es)

Recibido 05 de Marzo 2013, Aceptado 15 de Abril 2013

## RESUMEN

La lapa (*Cuniculus paca*) es una de las especies que ha sido más utilizada en Colombia a lo largo de su historia, porque tiene una gran adaptación a condiciones adversas, manteniendo una buena producción de carne. Debido a la disminución de algunos núcleos poblacionales de lapa y el aumento de las poblaciones sometidas al encierro, se planteó generar información del comportamiento de la especie a partir de los individuos cautivos, de manera que fueron realizadas diferentes prácticas alternativas de uso y manejo, como aporte a la conservación de la especie, con el fin de generar beneficios socioeconómicos, aprovechando las características de la lapa. A partir de la visita a cuatro núcleos de reubicación y el parque Ecozoo Merecure durante dos meses de seguimiento, se obtuvo información acerca de la biología reproductiva de la especie, características de la población en cautiverio y manejo *ex situ* realizado. Esta información acerca de la especie y su hábitat en cautiverio fue utilizada para plantear diferentes alternativas de manejo y uso de la especie. Para involucrar todos los componentes en la práctica de crianza de la fauna silvestre, obteniendo una aproximación a la percepción de las personas hacia estas alternativas de uso. Por tal motivo se generó un manual sobre la zootría de lapa. La población en cautiverio muestra un predominio de la edad adulta debido a que su índice de mortalidad es bajo. Las hembras presentan su primer estro a los seis meses de edad, el promedio de

gestación obtenido es de 116 días, aunque es menor en comparación con otras poblaciones, implica un lento crecimiento. Por otro lado, se presenta una tendencia a la estacionalidad en los procesos reproductivos, aunque las hembras en su mayoría alcanzarían a tener dos partos por año, pero esto no se logra porque los individuos en cautiverio no son aptos para programas de reintroducción, por lo tanto, es necesario plantear programas de reproducción de lapa en cautiverio marcando los individuos para realizar un adecuado seguimiento. También se analizaron las alternativas de uso como: ecoturismo, exhibición en parques zoológicos, zoocría para la producción de carne, y se llegó a la conclusión que es importante promover el uso sostenible de la lapa teniendo en cuenta sus características favorables para una zoocría productiva.

**Palabras clave:** *Cuniculus paca*, cautiverio, zoocría, fauna silvestre.

### ABSTRACT

The *Cuniculus paca* is a species that has been most widely used in Colombia along its history, because it has a great adaptation to adverse conditions, maintaining good meat production. Due to decreased some population barnacle and increasing populations subjected to confinement, the researchers have raised to generate information about behavior of the species from captive individuals, so they were made different use and rearing practices alternatives as input the conservation of the species, in order to generate economic benefits, taking advantage of the characteristics of *C. paca*. From the visit to four cores relocation and Merecure Ecozoo Park for two months, the researchers obtained information about the reproductive biology of this specie, characteristics of the captive population and ex situ rearing. This information about their habitat and in captivity was used to propose different alternatives handling and use. To involve all components rearing practices of wildlife, obtaining an approximation to the perception of people about of these alternatives of use. For this reason, we created a manual on animal breeding of *C. paca*. The captive population is predominantly young adulthood, because their mortality rate is low. Females have their first estrus after six months old of age; the average obtained is 116 gestation days although it

is low in comparison to other populations implies a slow growth. Furthermore, there is a tendency to seasonality in the reproductive process, while females reach mostly have two deliveries per year, but this fails because captive individuals are not suitable for reintroduction of wildlife species programs, so Therefore, it is necessary to raise *C. paca* breeding programs in captivity marking individuals for a proper follow-up. Also analyzed using alternatives such as ecotourism, exhibition in zoos, animal breeding for meat production, and the researchers conclude that it is important to promote the sustainable use of *C. paca* considering its favorable characteristics for a productive animal breeding.

**Keywords:** *Cuniculus paca*, captivity, animal breeding, wildlife.

## INTRODUCCIÓN

La biología de la conservación es el estudio científico de la biodiversidad y su manejo para generar beneficio humano sostenible. Es una ciencia interdisciplinaria, que busca preservar la biodiversidad, estudiando su interacción con el ser humano (Cox, 1997). Existen dos modalidades de conservación, *in situ* y *ex situ*, cuando se tiene en cuenta si el organismo se encuentra en su hábitat ó fuera de éste, respectivamente. La conservación *ex situ* es una valiosa herramienta para el desarrollo de programas de manejo y conservación *in situ*, teniendo en cuenta la información que se puede obtener acerca de la biología de las especies de fauna en estas condiciones.

Uno de los principios básicos de la conservación de la fauna es la disponibilidad de alimento natural y abrigo para las poblaciones de cada una de las especies de un hábitat dado. Dos importantes amenazas a las que se enfrenta la vida silvestre es la destrucción de hábitats, debido a la contaminación, a la agricultura y sobre todo, a la expansión urbana; la otra amenaza es la fragmentación de corredores biológicos en parcelas demasiado pequeñas para que puedan mantener las poblaciones autóctonas de animales (UICN, 2003).

La paca común, guagua o lapa (*Cuniculus paca*) es una especie de roedor que vive en las proximidades de los cursos de agua de los bosques tropicales, desde

México hasta Paraguay y norte de Argentina, a menos de 2.000 m.s.n.m. La paca es objeto de caza por su excelente carne. La cacería indiscriminada y aún más la destrucción de su hábitat amenazan su supervivencia como especie. Actualmente las concentraciones silvestres de lapa, debido a sus características, han generado dos problemas principales para el manejo y conservación de fauna silvestre, la disminución de algunos núcleos poblacionales y el aumento de las poblaciones en cautiverio (Querriolo *et al.*, 2008).

Uno de los objetivos de la conservación *ex situ* es generar información para contribuir a la conservación y manejo de la especie silvestre en cautiverio. Este trabajo expone la información de manejo obtenida de algunos individuos encontrados en cautiverio en Meta, Colombia, Parque Ecozoo Merecure, y los núcleos de Reubicación el Tesoro, la Esperanza, la Cosmopolitana y el Turpial, con lo cual se espera contribuir en la ampliación del conocimiento de la especie, para lograr el manejo sostenible de la misma como herramienta para su conservación y disminuir los efectos negativos sobre la especie.

## METODOLOGÍA

Este trabajo se realizó en Villavicencio, Restrepo y Acacias, región de piedemonte llanero del Meta, con un rango de temperatura 19-34 grados centígrados, altitud de 465 metros sobre el nivel del mar, y una precipitación anual entre 1.900 y 2.300 milímetros.

Se hicieron visitas técnicas para recolectar y analizar la información sobre la lapa (*Cuniculus paca*) a un total de cuatro núcleos de reubicación (NR): NR “El Tesoro” (NRT), NR “El Turpial” (NRTu) NR “La Esperanza” (NRE), y NR “La Cosmopolitana” (NRC), y el parque “Ecozoo Merecure” (PEM), se hizo una revisión histórica de cada uno de los predios mencionados, realizando una investigación descriptiva iniciando un diagnóstico preliminar para determinar la población en cautiverio con el objetivo de llegar a conocer: 1. Anatomía, conformación interna y externa de la lapa. 2. Biología reproductiva. 3. Evaluación de los encierros de los núcleos de reubicación. 4. Análisis del encierro *ex situ*. 5.

Análisis de los núcleos de reubicación. 6. Identificación y alimentación. 7. Manejo veterinario. 8. Reintroducción. 9. Recomendaciones para los encierros y manejo de individuos.

Toda esta investigación se realizó a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas, por medio del dialogo de saberes y conocimiento empírico, relacionado con la crianza y manejo de la lapa.

### **DIAGNÓSTICO PRELIMINAR**

Se realizaron visitas a los cinco predios para observar en qué estado y áreas estaban las lapas en cautiverio e identificar el propósito de uso de cada sitio. La información recolectada inicialmente, se presenta en las Tablas 1 y 2; del total de la población 50 individuos se manipularon 48, se observa, un porcentaje de mortalidad del 20% en los cinco predios visitados. De 48 individuos analizados 33 son hembras lo que en porcentaje sería el 68.75 y 15 son machos o sea 31.25%, lo que indica una proporción de género de 2.2 hembras por macho. Sin embargo, la proporción actual de género varía con frecuencia en cada uno de los predios, debido a los nacimientos, muertes y otros factores. En general, en la mayoría de los NR y del parque Ecozoo Merecure se encontraron más hembras que machos, ya sea por causa natural o por manejo reproductivo.

Con relación a la procedencia de los animales, la mayoría provienen de los llanos orientales y son entregados por CORMACARENA, lo cual indica que existe un porcentaje alto de tráfico ilegal de esta especie; que no hay sensibilización por parte de las personas en la conservación de la fauna y que la legislación colombiana es muy flexible en estos delitos.

De acuerdo a los datos de edad de la población, la mayoría de los animales están en la edad adulta, un 60% tienen como mínimo cinco años, de los 50 individuos contabilizados en los tres predios. Así mismo, se observa una mayor cantidad de hembras en edad adulta y muy pocas en la edad sub-adulta y juvenil, haciendo un estimativo con las personas que están a cargo se presume que del 100% de las

hembras el 80% son adultas y el 20% restante se reparte entre juveniles y neonatos.

**Tabla 1.** Datos preliminares de cada predio visitado

<b>PREDIOS</b>					
<b>Predio</b>	<b>NRT</b>	<b>NLE</b>	<b>NRTu</b>	<b>NRC</b>	<b>PEM</b>
Propietario	María I. Pacheco	Humberto Téllez	Tesoro Gómez	Roberto Rodríguez	Wilson Barrera
Edad promedio de las lapas	6 meses	10 años	5 años	10 años	1 año
Área de los encierros	12 m <sup>2</sup>	14.5 m <sup>2</sup>	13 m <sup>2</sup>	* 15 m <sup>2</sup> * 11.8 m <sup>2</sup>	2 Has.
Énfasis de la colección	Re poblamiento	Re poblamiento y educativo	Turístico	Turístico, educativo y comercial	Eco – turismo 600 Has
Personal	MVZ (1) cuidadores (2)	Cuidador (2) Mvz (1)	Cuidador (1) MVZ (1)	Cuidador (1) Tecnólogo (1)	Zootecnista (1) LPA (1) MVZ. (1) Cuidadores (2)

NRT: Núcleo de Reubicación el Tesoro, NLE: Núcleo de Reubicación la Esperanza, NRTu: Núcleo de Reubicación el Turpial, NRC: Núcleo de Reubicación la Cosmopolitana, PEM: Parque Ecozo Merecure. MVZ: Médico Veterinario Zootecnista. LPA: Licenciado en Producción Agropecuaria

**Tabla 2.** Número de individuos por cada establecimiento

<b>Predio</b>	<b>Total</b>	<b>Muertos</b>	<b>Vivos</b>	<b>Mortalidad (%)</b>
<b>NRT</b>	5	2	3	<b>40</b>
<b>NRTu</b>	4	0	4	<b>0</b>
<b>NLE</b>	11	1	10	<b>9.1</b>
<b>NRC</b>	15	7	8	<b>46.6</b>
<b>PEM</b>	15	0	15	<b>0</b>
<b>TOTAL</b>	50	10	40	<b>20</b>

### **Resultados de dos meses de seguimiento**

La natalidad no se pudo precisar con exactitud pues lamentablemente la mayoría de los predios no contaban con registros, de tal modo que los productores hicieron un estimativo, el NR la Esperanza posee el mayor índice de natalidad, el dueño alude que este parámetro está influenciado por el manejo, lo que se pudo constatar es que siempre nace una cría y que la posibilidad de que nazcan 2 es nula, hasta la fecha.

## ANATOMÍA: CONFORMACIÓN INTERNA Y EXTERNA LAPA

Para trabajar con una especie nueva en la zootecnia, es necesario conocer la anatomía básica normal y la conformación externa e interna de los individuos. Para realizar los estudios anatómicos se aprovecharon los individuos que morían por causa natural, durante el tiempo de la recolección de la información. Se observó, que el cráneo de la lapa en comparación a otros animales es diferente, es por eso que se requiere identificar algunas partes morfológicas. En las Figuras 1, 2 y 3 se ubican los nombres de algunos huesos del cráneo. En la Figura 4 se observan los órganos internos de la especie.



**Figura 1.** Huesos del cráneo - vista dorsal:

- 1: Nasal.
- 2: Frontal.
- 3: Parietal.
- 4: Occipital.
- 5: Lagrimal.

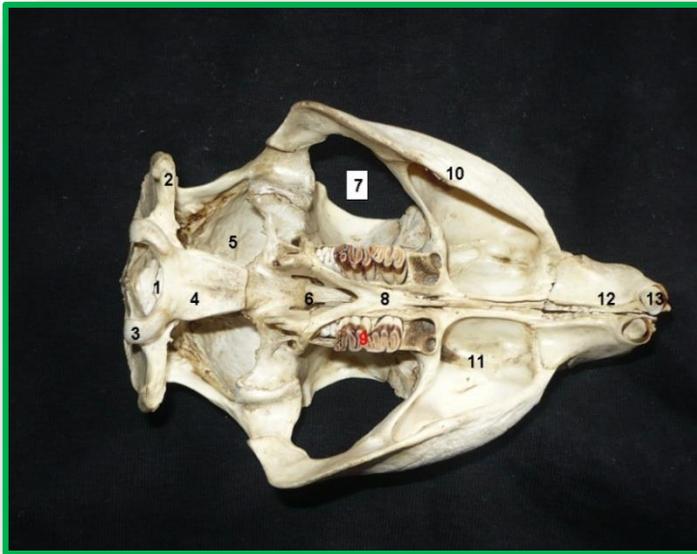
**Fotografía Rincón, 2007**



**Figura 2.** Huesos del cráneo - vista lateral izquierda;

- 1: Nasal.
- 2: Frontal.
- 3: Parietal.
- 4: Occipital.
- 5: Premaxilar.
- 6: Maxilar.
- 7: Temporal.
- 8: Malar.
- 9: Mandíbula.
- 10: Lagrimal.

**Fotografía Rincón, 2007**



**Figura 3.** Huesos del Cráneo - vista ventral:

- 1: Agujero magno.
- 2: Apófisis paramastoides.
- 3: Cóndilos occipitales.
- 4: Porción basilar del occipital.
- 5: Agujero donde se sitúa la ampolla timpánica.
- 6: Orificios nasales posteriores.
- 7: Porción orbitaria.
- 8: Palatino.
- 9: Molares.
- 10: Maxilar.
- 11: Seno maxilar.
- 12: Premaxilar,
- 13: Incisivos.

**Fotografía:** Tinjacá, (2007)

Al realizar la disección de las partes internas (Figura 4) se observa los siguientes órganos:

**Corazón.** Es normal con relación a su cuerpo, es de una forma cónica, el espacio en que se encuentra los pulmones y el corazón no es tan amplio. Es de color rojizo oscuro, puede medir aproximadamente 5 cm de largo y pesar en promedio 55 g en animales adultos (Tabla 3).

**Pulmones.** Mientras que el pulmón derecho tiene tres lóbulos, el izquierdo sólo tiene dos, con un hueco para acomodar el corazón. Son de color rojizo oscuro, puede medir aproximadamente 8 cm y pesar en promedio 44 g en animales adultos (Tabla 3).

**Hígado.** Pesa aproximadamente 216 g es de color rojo oscuro y está situado en el cuadrante superior derecho de la cavidad abdominal, la vesícula biliar es ovalada, de color amarillo rojizo y de largo llega a medir hasta 5 cm (Tabla 3).

**Riñones.** Son pequeños en forma de fríjol, son de color rojizo oscuro y en un adulto pueden llegar a pesar aproximadamente 15 g y medir 6 cm de largo (Tabla 3).



**Figura 4.** Órganos internos de la Lapa:

- 1: Tráquea.
- 2: Pulmones.
- 3: Hígado.
- 4: Intestinos.
- 5: Estómago.
- 6: Útero.
- 7: Recto.
- 8: Corazón.

**Fotografía Tinjacá,**  
(2007)

**Tabla 3.** Promedios de peso y longitud de los órganos internos de una Lapa adulta.

Órgano	Peso (kg)	Longitud (cm)	Rango peso (kg).	Rango longitud (cm)
Riñón	0.0318	6	0.015 – 0.045	6
Corazón	0.044	7	0.025 – 0.055	7
Pulmón			0.033 – 0.085	
Tráquea pulmón	0.044			
Hígado	0.216	18	0.175 – 0.250	16 – 20
Bazo*	0.019	*5.12	0.005 – 0.025	*3 – 6
Páncreas**		**11.5		**10 – 13
Intestinos	0.479	742	0.380 – 0.610	700 – 770
Ciego		42.75		
Intestino grueso		356		
Intestino delgado		349		
Estómago	0.198	15.5	0.120 – 0.245	42 – 46
Sistema reproductor hembra	0.133	25.5	0.035 – 0.075	26 – 36
Canal	5.829		5.5 – 6.785	
En pie	8.2		6.5 - 9.5	

**Fuente:** El estudio, muestra 7 animales.

**Estomago.** A lo largo puede medir hasta 15.5 cm y con alimento adentro puede pesar aproximadamente 200 g. Es de color blanco amarillento y tiene una forma semi-ovalada (Tabla 3).

**Intestinos.** La longitud total del intestino en animales adultos es en promedio de 7.42 m y puede pesar aproximadamente 479 g. El intestino de las hembras es más largo que el de los machos (Tabla 3).

El rendimiento en canal de una lapa adulta de 8.2 kg es del 71%, que traducido en peso es de aproximadamente de 5.829 kg (Tabla 3).

### **BIOLOGÍA REPRODUCTIVA**

**Machos.** Según la información recolectada en los establecimientos visitados, sobre la reproducción en lapas, los machos llegan a su madurez sexual a los tres meses de edad, con un peso aproximado de 3 a 4 kg, de los animales muestreados se pudieron recoger los siguientes resultados:

En un macho adulto el pene tiene una longitud promedio de 8.1 cm (Figura 5) aunque éste depende del estado de desarrollo de los animales, presenta tres clases de espículos de tamaños ascendentes, contra la dirección de la salida del miembro, una con forma de anzuelo, las cuales producen lesiones en el epitelio vaginal, dando origen a pequeñas hemorragias que probablemente producen un coágulo que actúa como tapón vaginal, el cual impide que el semen se derrame; las segundas de tipo fungiforme y pequeñas están dispersas por toda la superficie anterior; el tercer tipo corresponde a dos estructuras corneas de 1 cm de longitud y 1 milímetro de diámetro; éstas espinas están ubicadas en la punta, son retráctiles y quizá su función se relacione con la estimulación del aparato genital para facilitar la nidación del embrión (Castro, 1996) . El glande es de consistencia blanda y suave en la punta, con un orificio uretral externo o meato urinario de 4 mm aproximadamente.

Generalmente el macho solo puede montar a la hembra de la lapa una vez, pues como se mencionó anteriormente los espículos (Figura 5) van en dirección

contraria, cuando el pene sale de la vagina lastima a la hembra, por tal motivo la hembra empieza a evadir el macho dando como resultado agresiones entre ellos que en algunos casos puede tener graves consecuencias.



**Figura 5.** Pene de un macho de lapa adulto  
**Fotografía:** Tinjacá, (2007)

**Hembras.** Las hembras presentan la vulva con un tamaño aproximado de 2.5 cm. de consistencia blanda, con un mechón de pelo alrededor, lo cual posiblemente tiene la función de esparcir la orina en el momento de marcar su territorio, seguida se encuentra la vagina que mide aproximadamente 6 cm posteriormente el cervix de consistencia dura, luego se encuentra el útero con una medida aproximada de 5 cm. de consistencia blanda, con forma cilíndrica, después están las astas o cuernos uterinos con una medida aproximada de 13 cm y por último los ovarios, en forma de óvalos, de color amarillento (Figura 6).

**Épocas de nacimiento.** En la Tabla 3 se puede observar la información del ciclo reproductivo de hembras obtenidas a través de entrevistas realizadas a los cuidadores.

Según la información recolectada en los predios visitados, sobre la reproducción en lapas, los machos llegan a su madurez sexual a los tres meses de edad, lo que indica que se empiezan a reproducir en muy poco tiempo lo cual es importante al momento de iniciar una explotación de zootecnia. La desventaja es que la hembra

solo se deja montar una vez, a lo máximo dos veces, pues es bastante dolorosa la copula para ella, por los espículos (no se identificó con exactitud cuál es su función) que el macho presenta en el pene.



**Figura 6.** Vulva de una hembra de lapa.  
**Fotografía Tinjacá, (2007)**

**Tabla 3.** Ciclo reproductivo de hembras de lapa

Predios	Crías por parto	Partos por años	Época De Partos	Gestación	Destete de Crías	Crías comiendo alimento sólido
NRT	1	1	Dic - Ene	114 - 116 días	Entre segunda y tercera sem.	Primera semana
NRTu	Nr	Nr	Dic - Ene	Nr	Nr	Nr
NRE	1	1	May – jun Dic - ene	115 – 117 días	Al mes de nacidos	Primera semana
NRC	1	1	May – Jun Diciembre	Nr	Al mes de nacidos	Nr
PEM	1	2	May -Jun	114 días aprox.	Al mes de nacidos	Primera semana

NRT: Núcleo de Reubicación el Tesoro, NTT: Núcleo de Reubicación el Turpial, NLE: Núcleo de Reubicación la Esperanza, GAC: Núcleo de Reubicación la Cosmopolitana, PEM: Parque Ecozoo Merecure; Nr: No responde. **Fuente:** El estudio.

Por otro lado, el NR la Cosmopolitana nunca cambio sus parentales lo cual trajo como consecuencia consanguinidad dando como resultado dificultades en la

reproducción y degeneraciones. En la Figura 7 se puede observar un pequeño agujero que no se sabe cuál es su finalidad.



**Figura 7. a.** Hembra con degeneración y **b.** Hembra sana.  
**Fotografía:** Tinjacá, (2007)

En el NR la Esperanza la natalidad es mayor que la mortalidad y la fecundidad además es alta, se encuentra en crecimiento. Esto indica que la población está creciendo rápidamente. De igual manera, en el NR la Cosmopolitana natalidad también es mayor que la mortalidad, lo que indica que la población se mantiene en crecimiento, el problema es la consanguinidad entre los ejemplares. Mientras que, en el NR el Tesoro la fecundidad es baja y se encuentra en decrecimiento, por tanto la población se encuentra en decremento, por lo tanto la población presenta esta tendencia y puede terminarse debido al bajo número de individuos que maneja. Por otro lado, en el NR el Turpial no se pudo analizar debido a su reciente inauguración. Finalmente en el Parque Ecozoo Merecure la población se encuentra en crecimiento debido a su amplitud en el encierro.

**Gestación.** Asumiendo que las hembras preñadas cuentan con el máximo de gestación indicado por Rengifo (1996) de 145 a 155 días, obteniendo un tiempo promedio de 150 días, pero a través de las entrevistas se pudo ver que todos los establecimientos las hembras preñadas tienen un tiempo inferior de gestación a 116 días, teniendo en cuenta que la gestación se afecta por la malnutrición que inhibe la fertilidad de hembras jóvenes y la productividad de hembras adultas.

**Épocas de nacimiento.** En la zona tropical la ovulación, gestación y nacimientos ocurren durante todo el año, aunque dependiendo de las condiciones ambientales del encierro, las mayores frecuencias se dan en épocas determinadas. Los picos de nacimientos y la longevidad del periodo (generalmente largos) dependen de las condiciones ambientales del lugar. Los nacimientos de la población en cautiverio muestran una tendencia a la estacionalidad con un mayor porcentaje de Diciembre a Enero (70% aproximadamente) (Tabla 3).

### **EVALUACIÓN DE LOS ENCIERROS DE LOS NÚCLEOS DE REUBICACIÓN**

**Evaluación de los encierros.** Para la evaluación de los encierros se recurrió al índice de calidad de hábitat (HSI = hábitat suitability index) (Gysel & Lyon 1980). Este índice es usado principalmente para la evaluación de hábitat en vida silvestre, pero se adaptó para evaluar los encierros de las lapas en cautiverio en los diferentes establecimientos visitados, a la vez también se tomaron en cuenta las 5 libertades propuestas por Farm Animal Welfare (1993), en donde los animales deben contar con unos estándares mínimos para su bienestar. Se establecieron cinco rangos: 1= Malo: elementos antrópicos que causen alto estrés como carreteras, edificaciones, objetos que causen alto ruido entre otros. 2= Aceptable: animales en encierros colindantes. 3= Regular: elementos naturales, como prado, bosques y quebradas. 4= Bueno: cumple en más de un 90% de los requerimientos del entorno natural para la lapa. 5= Excelente: cumple con el 100% de los requerimientos del entorno natural para la lapa. Los criterios expuestos facilitaron la evaluación de los predios visitados, estos son sumados para sacar un total, n máximo 40. Si la sumatoria pasa de la mitad de 40 es bueno. No obstante cabe anotar que unos ítems se subdividieron como es el caso de la vecindad. A partir de estos rangos se analizaron las variables como lo refleja la Tabla 5.

### **Índice de calidad de hábitat (HSI = hábitat suitability index)**

**Área del encierro.** Es el área en m<sup>2</sup> donde se encuentran los animales en cautiverio. Entre mayor es el área, mejor es para los individuos y menor la probabilidad de presentar accidentes por estrés.

**Densidad de individuos en el encierro.** Es la cantidad de individuos por m<sup>2</sup> en cada encierro evaluado. Entre menor es la densidad, mejor es para los individuos, siendo mayor el espacio neto y evitando hacinamiento. Para el cálculo de la densidad se usa el área neta del encierro, sin cuerpos de agua, ya que su presencia en grandes extensiones disminuye el terreno real que utilizan los individuos. La menor densidad obtendrá el máximo valor.

**Refugio artificial.** Cuando no se tiene buena cobertura climática, es necesario que exista algún refugio para que los animales se protejan del clima. En esta variable se calificaron tres sub-variables: área, volumen y material. Entre mayor es el volumen y el área por individuo, mayor valor tienen. La máxima valoración la obtienen la mayor área y volumen por individuo encontrado en campo y la mínima será sin refugio.

**Área de manejo.** Para la manipulación de individuos en cautiverio es necesario contar con un área de manejo que permita el aislamiento del individuo para facilitar su restricción. Si el encierro cuenta con área de manejo, obtiene una máxima calificación, si no, obtiene la mínima.

**Manga de acceso.** La manga de acceso permite el ingreso al encierro sin correr el riesgo de que algún individuo escape. Es un elemento básico para el manejo de individuos en cautiverio. La presencia de manga de acceso da una máxima calificación y su ausencia la mínima.

**Ancho de la puerta.** El ancho de las puertas en el encierro tiene que ser mínimo de 1.5 m, para permitir un fácil ingreso de un individuo bajo restricción química ó física. El mayor ancho de puerta tendrá una máxima calificación, y el menor la mínima. Cuando exista más de una puerta en una sección, se tiene en cuenta el mayor valor.

**Enmallado.** En esta variable se calificaron tres sub-variables: altura de la malla, distancia entre los postes y material del enmallado.

**Vecindad.** Los alrededores del encierro afecta directamente el bienestar de los individuos en cautiverio. Los diferentes elementos que colindan con los encierros fueron calificados según el grado de estrés que pueden producir a los individuos.

**Tabla 5.** Evaluación de encierros de los diferentes establecimientos visitados.

Predio	Área del encierro	Densidad animales por encierro	Refugio artificial	Área de manejo	Manga de acceso	Ancho de la puerta	Enmallado	Vecindad	Total
NRT	5	5	2	1	1	5	5	2	26
NRTu	4	4	5	1	1	5	4	4	28
NRE	3	3	2	1	1	3	4	4	21
*NRC	3	2	4	1	1	5	5	3	24
	3	3	4	1	1	5	5	3	26
PEM	5	5	2	1	3	5	5	5	31

NRT: Núcleo de Reubicación el Tesoro, NRTu: Núcleo de Reubicación el Turpial, NRE: Núcleo de Reubicación la Esperanza, \*NRC: Núcleo de Reubicación la Cosmopolitana (dos encierros), PEM: Parque Ecozoo Merecure.

### ANÁLISIS DEL ENCIERRO *EX SITU*

El componente hábitat corresponde al encierro en donde se encuentran los animales, cuando se habla de fauna en cautiverio, también son los recursos y las condiciones presentes en un área que produce su ocupación (obligatoria en cautiverio), incluyendo supervivencia y reproducción, en otras palabras, es la suma de los recursos específicos que son necesarios para que la lapa viva de manera más o menos de manera adecuadamente (Hall *et al.*, 1997).

El componente hábitat afecta directamente la población en cautiverio, ya que la sobrevivencia, la productividad y el bienestar de un organismo dependen de su ambiente (Ojasti, 2000), y en este caso, los animales no pueden hacer una escogencia de sitio según su preferencia de hábitat. Como consecuencia, la evaluación de los encierros puede vislumbrar la condición general de la población. La calidad de hábitat se refiere a la habilidad del ambiente para dar las condiciones apropiadas para los individuos. Ésta podría ser considerada como una variable continua que posee valores bajos, medios y altos, basada en recursos

disponibles para la sobrevivencia, reproducción y la persistencia de las poblaciones (Hall *et al.*, 1997).

La evaluación de los encierros se realizó según los objetivos de mantenimiento en cautiverio de la especie en los establecimientos visitados. Las calificaciones obtenidas reflejan qué tanto se están cubriendo los requerimientos de hábitat de los individuos en cautiverio, para el mantenimiento *ex situ* de lapa. Los encierros del Turpial y el Ecozoo son los que tienen mayores HSI debido al gran tamaño que ostentan y a la biomasa, por las condiciones generales, como el piso, arbustos y árboles en el interior del encierro (para Merecure). Por esta misma razón tienen buena valoración. El encierro el Tesoro no tiene buena calificación, debido a que es un encierro pequeño donde los animales se alimentan y se dificulta su manejo. Las densidades que se manejan son bajas y se cuenta con varios encierros de gran tamaño. En adición, los objetivos de tenencia de los animales son los mismos: conservación y producción. En comparación, los encierros del Tesoro su HSI es relativamente bajo, lo cual se explica por su tamaño reducido, en donde los animales son exhibidos y por lo tanto presentan estrés constante.

Merecure obtuvo el mayor HSI debido a que el encierro posee una adecuada cobertura arbórea y arbustiva, además de tener la mejor calificación; para compartir hábitat con otras especies se trasladan los animales de un encierro a otro. Por otro lado el Turpial tiene buena calificación por el número de animales (4), por lo tanto disponen de un mayor espacio, evitando que se presenten laceraciones. La Esperanza posee una calificación regular debido al número de animales para un encierro tan pequeño; el suelo y el refugio artificial no llenan las expectativas. La Cosmopolitana no cuenta con un piso adecuado que colabore con el bienestar de los animales, pero el tipo de enmallado es el ideal para todos los núcleos de reubicación pues evita escape de éstos.

### **ANÁLISIS DE LOS NÚCLES DE REUBICACIÓN**

En los cuatro NR y en el parque el principal problema detectado fueron los refugios, porque no cuentan con un área de manejo, manga de acceso y cerca de

encierro, en algunos casos cuando la tiene el área del encierro es reducida, como es el caso de la Cosmopolitana y el parque. En el Tesoro, se encuentran cabañas vacacionales, donde colocan música y hacen ruido constante, similar situación se observa en la Comopolitana, donde el encierro de lapas lo visitan muchas personas, que aunque no entran, le tiran cosas o mueven los refugios para poder observar los animales.

Todas estas situaciones detectadas en los cinco predios producen estrés a los animales y peleas entre ellos por el mejor refugio, dificultando su manejo y posibles pérdidas de individuos por fugas, lo cual ocasiona laceraciones y golpes en los animales por intentar escapar, que puede traer enfermedades por agentes patógenos, alterando la reproducción y alimentación

En general, los establecimientos mostraron grandes diferencias en cuanto al mantenimiento de los animales, la experiencia en el manejo de la especie y su objetivo. Los objetivos del mantenimiento en cautiverio de ésta especie varían entre los establecimientos visitados. Los NR el Tesoro y la Cosmopolitana tienen como objetivos la exhibición (recreación), al igual que el Parque Ecozoo Merecure, solo que éste también lo enfoca hacia la conservación e investigación de la especie y hacia la educación; mientras que el NR La Esperanza tiene como objetivos la conservación, reproducción (comercialización) y educación, además de hacerlo por gusto hacia los animales; el NR El Turpial se enfoca en la investigación y en el repoblamiento.

En cuanto al tiempo de experiencia con la especie en cautiverio, el establecimiento con mayor tiempo con la especie es el NR la Esperanza (1997), le siguen NR la Cosmopolitana (1998), Parque Ecozoo Merecure (2001), NR el Tesoro (2003), y por último el Turpial (2007).

El encierro de dos hectáreas de parque Ecozoo Merecure, obtuvo el mayor índice de calidad de hábitat (HSI = hábitat suitability index) y las 5 libertades propuestas por Farm Animal Welfare, de 40 puntos posibles su calificación fue de 31, le siguió en su orden, el encierro de 35 m<sup>2</sup> del NR el Turpial con 28 puntos; en los demás

encierros las evaluaciones fueron por debajo de 26, aunque todos cumplen con unos requerimientos mínimos.

## IDENTIFICACIÓN Y ALIMENTACIÓN

**Identificación.** Se registraron 48 individuos de lapa en los predios visitados, 29 fueron marcados, 19 de los cuales tenían doble marcaje, y 19 que no se pudieron identificar. Las técnicas utilizadas para el marcaje de individuos varían según la necesidad u objetivos del establecimiento. Del total de animales registrados, 10 se han marcado mediante la técnica de muescas en las orejas, 19 con tatuaje de tinta ó en frío y 33 con agujero en la oreja. Actualmente, todos los individuos están marcados, pero cuando se hizo la visita solo 29 de los 48 individuos lo estaban. De los 19 individuos con sin marca, cuatro pertenecían al RN el Turpial y 15 al Parque Ecozoo Merecure; los restantes estaban con marca sencilla en el RN la Esperanza, pero no era visible para identificarlos.

El marcaje es indispensable para el seguimiento de individuos, se encontró que en sólo dos predios de los visitados se lleva un adecuado registro de la información: en el NR el Turpial y el Ecozoo Merecure se llevan registro de los animales en historias clínicas. En los demás no se encontró ningún tipo de registro o información acerca de las lapas, por tanto ésta depende completamente de la memoria de las personas que los cuidan.

**Manejo alimenticio.** La alimentación de las lapas debe cubrir requerimientos nutricionales de fibra, proteínas, energía, vitaminas y minerales, lo cual se logra mediante una dieta balanceada para mantener el buen estado de salud, contribuyendo de esta manera al éxito de la reproducción en cautiverio, permitiendo mayor proporción de partos. Se puede observar que la cantidad de alimento diario suministrado por individuo en cada establecimiento, es al tanteo excepto en el Ecozoo Merecure, pero en ninguno de los núcleos se maneja dietas diferentes para machos, hembras, hembras gestantes, lactantes y juveniles.

La dieta entre los predios varía en tipo de alimentos y cantidad, y depende de la época de la cosecha; se observó que en todos se suministra: yuca, plátano, maíz,

soya, palma de moriche, cacao, carambolo, guayaba, maraco, aguacate, patilla, caña de azúcar, pan de año, arracacha, matarratón, y mamey que solo lo suministran en el NR la Cosmopolitana. En el Ecozoo Merecure, los alimentos se ofrecen picados, lavados y pesados en los comederos de 4 a 5 de la tarde, en los demás, los pican, si son de gran tamaño y se los suministran también en la tarde.

### **MANEJO VETERINARIO**

El manejo veterinario es necesario en cautiverio, ya que los animales en estas condiciones tienden a enfermar más que los de vida libre, debido a una disminución en las defensas producida por el estrés viviendo en hacinamiento, porque se pierden comodidades que se tienen en vida libre. Para disminuir estos riesgos se utiliza la medicina preventiva, la cual es indispensable para el cuidado adecuado e incluye procedimientos de cuarentena, exámenes de rutina, pruebas paraclínicas y programas de vacunación si la especie lo requiere. En los establecimientos visitados la medicina preventiva se reduce a la desparasitación, lo cual es básico, ya que los animales silvestres en cautiverio son vulnerables a numerosas infecciones, las cuales son transmitidas generalmente por los domésticos.

Parte del manejo veterinario que debe hacerse a las lapas consiste en su manipulación mediante captura, contención y/o anestesia, más aun si están destinadas para investigación científica y su manejo pueda ser algo rutinario. La habilidad para llevar a cabo procedimientos con seguridad, tanto para el animal como para los manejadores, es importante para el desarrollo de cualquier proyecto de investigación. Sin embargo, es indispensable que exista una razón valedera para manipular directamente un animal. En los establecimientos visitados la restricción se realiza para atender las urgencias médicas, desparasitar, trasladar los individuos e investigar. Las lapas son los mamíferos con la mayor predisposición al síndrome denominado "miopatía post-captura", por tanto la restricción física debe ser realizada previa a la restricción química. Las dosis de tranquilizantes y anestésicos utilizados en cada establecimiento fueron diferentes pues no todos respondieron a la misma cantidad por ejemplo en el NR el Turpial la

dosis fue más alta comparada con la Cosmopolitana puesto que los primeros animales se están manipulando seguidamente, mientras que los últimos era la primera vez que se les suministraba. Los fármacos utilizados fueron Ketamina, Xilacina y Atropina que son los agentes anestésicos empleados con mayor frecuencia en la práctica veterinaria en Colombia.

## **REINTRODUCCIÓN**

Debido a que los predios visitados no cumplen con los requisitos para liberación de fauna, los individuos que se encuentran actualmente en cautiverio no son aptos para programas de reintroducción o repoblación.

Se entiende por repoblación fáunica ó reintroducción todo acto que conduzca a la reimplantación de poblaciones de especies, subespecies, razas o variedades nativas de fauna silvestre en áreas en las cuales existen o existieron, siempre y cuando las causas que originaron su extinción hayan desaparecido y/o estén controladas. La repoblación fáunica tiene por objeto promover la recuperación y/o el incremento de las poblaciones nativas de fauna silvestre y restaurar el equilibrio de los ecosistemas de los cuales las especies fáunicas forman o formaban parte (Decreto 1608 de 1978, Decreto “Por el cual se reglamenta el Código de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, la Ley 99 de 1993 y la ley 611 de 2000 en materia de fauna silvestre”).

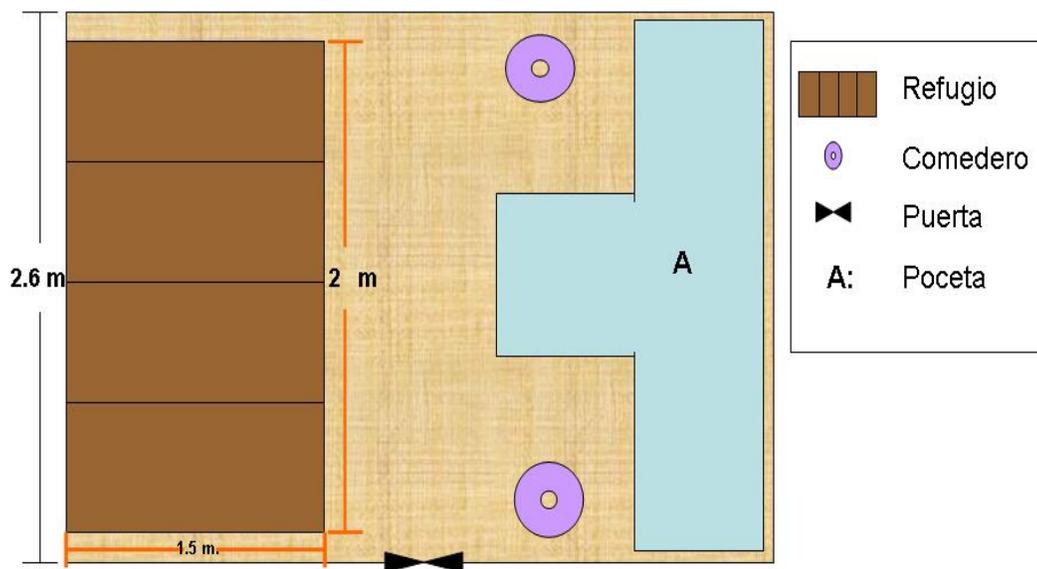
Según la ley colombiana, para este efecto se deberá elaborar y/o autorizar un plan de repoblación que deberá contemplar las fases de evaluación, liberación y monitoreo. Durante la fase de evaluación se debe comprobar que la especie objeto de repoblación existe o existió en el área receptora, se debe verificar que las causas que produjeron la reducción poblacional ya no existen o se encuentran controladas, se deben estudiar los requerimientos biológicos y de hábitat de la especie, definir la capacidad de carga del área o ecosistema objeto de repoblación, y se debe contar con la procedencia e identificación taxonómica de los especímenes, así como sus características biológicas, genéticas y sanitarias.

Además, se debe contar con un análisis de riesgo sobre las poblaciones naturales y ecosistemas receptores.

Durante la fase de liberación, se debe implementar las medidas profilácticas de los individuos a liberar, realizar una valoración biológica y sanitaria de los mismos y determinar el área o ecosistema receptor.

### RECOMENDACIONES PARA LOS ENCIERROS

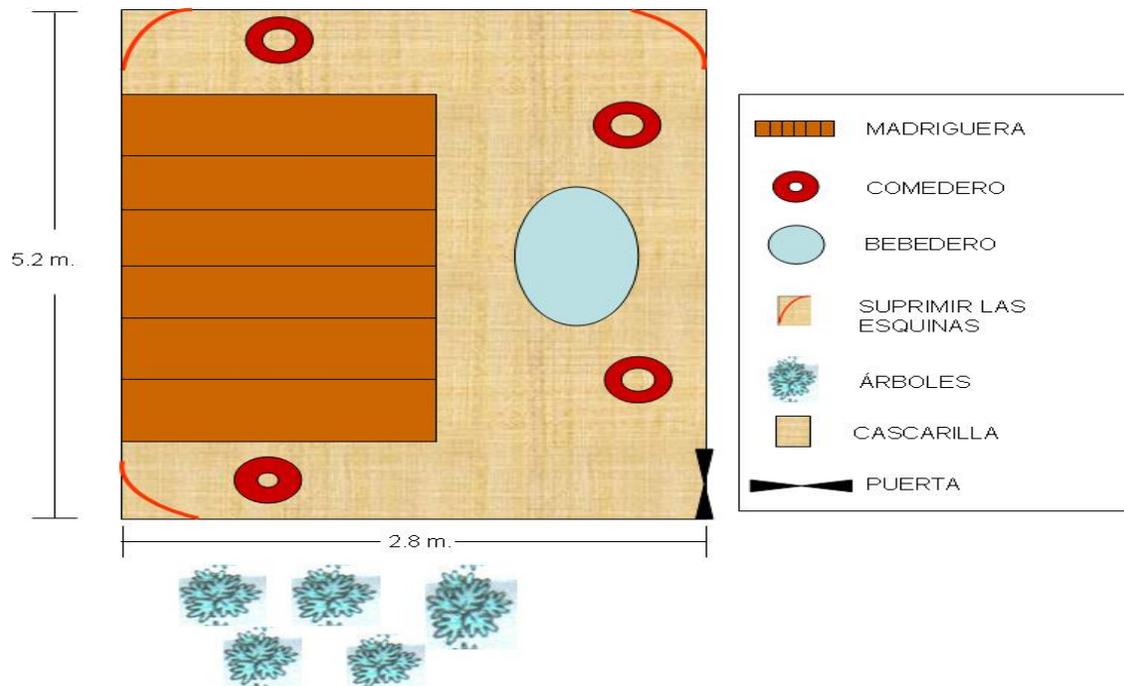
**NR el Tesoro.** Como es difícil hacer un nuevo encierro se recomienda sacar a los animales del subterráneo, hacer refugios artificiales y trasladar a las otras especies que hay en el encierro (chigüiro y morroco patiamarillo). También se le puede agregar al piso cascarilla u otro sustrato para evitar laceraciones. Por otro lado que tenga asistencia técnica por lo menos dos veces al año, además que se manejen registros productivos. De tal forma que su distribución quedaría como lo plantea la Figura 8.



**Figura 8.** Diseño recomendado al encierro del núcleo de reubicación el Tesoro

**NR la Esperanza.** La recomendación para éste establecimiento es reducir la biomasa, además agregarle cascarilla al suelo, arreglar los refugios artificiales y cambiar la puerta ya que presenta alto riesgo de fuga. En adición, implementar

registros, asistencia técnica y quitar las esquinas ya que no son recomendables (Figura 9).

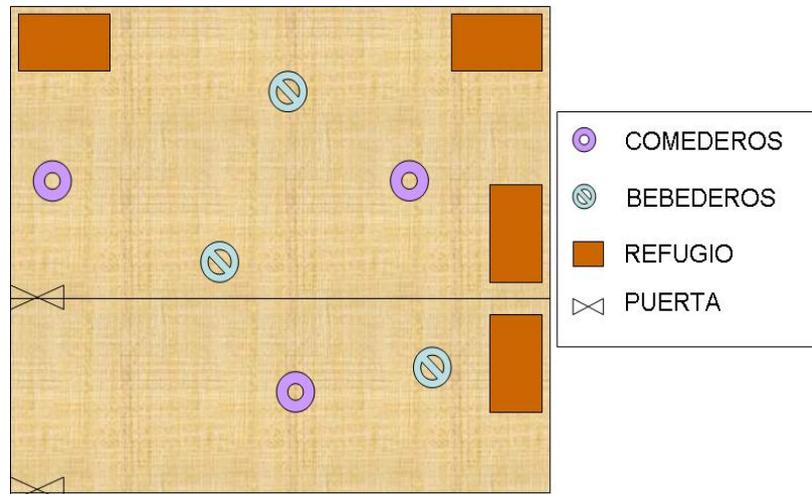


**Figura 9.** Diseño para organizar el encierro del núcleo de reubicación la Esperanza.

**NR el Turpial.** En este es necesario hacer una división para apartar las hembras preñadas pues el macho tiende a golpearlas provocándoles heridas fuertes, también se recomienda quitar las esquinas del encierro, puede ser con la misma malla u otros materiales según la conveniencia del propietario (Figura 10).

**NR la Cosmopolitana:** Tiene el encierro ideal lo único faltante es agregar cascarilla en el piso, lo cual facilitaría el manejo. Además implementar registros productivos y asistencia técnica, también se recomienda mejorar la limpieza de los nidos.

**Parque Ecozoo Merecure:** En el parque sería ideal implementar un método de captura de los animales y mejorar los refugios artificiales.



**Figura 10.** Diseño para mejorar el encierro del núcleo de reubicación el Turpial.

### RECOMENDACIONES DE MANEJO DE LOS INDIVIDUOS

Se recomienda a los establecimientos marcar todos los individuos de lapa que tienen en cautiverio, marcarlos con perforaciones en las orejas para permitir su identificación a distancia y evitar la restricción innecesaria; llevar un correcto registro de los individuos con datos de: número de registro, número de marcaje, especie, nombre común, sexo, fecha de nacimiento o adquisición, edad, fecha de marcaje.

Aunque es necesario implementar planes de manejo veterinario de los individuos, es importante mencionar que la restricción se debe realizar sólo en casos específicos, como última opción.

Los predios visitados son aptos para la zootecnia, pero deben obtener la licencia ambiental respectiva, según su objetivo. Para esto, deben seguir la normatividad vigente. Además se recomienda para el NR la Esperanza mejorar dieta, instalaciones y hábitat de las lapas, para el manejo de los individuos y de esta forma implementar programas de atención veterinaria y reproductiva para una máxima productividad. En el NR el Tesoro, cuyo propósito es recreación requiere mejorar su infraestructura para facilitar el trabajo, además se debe realizar manejo reproductivo para evitar el incremento de individuos amansando a neonatos. En el

NR la Cosmopolitana, cuyo objetivo es educación se debe cambiar los parentales por la alta consanguinidad; por otro lado se debe mejorar el piso puesto que es en concreto lo cual trae como consecuencia lesión en las extremidades. El Parque Ecozoo Merecure que es un zoológico sus objetivos se restringen a exhibición, investigación y educación. Se observa que se está mejorando el hábitat *ex situ*, para lo cual se siguen recomendaciones específicas. Es de anotar que el parque cuenta con encierro adecuado, tiene el mejor manejo veterinario y alimenticio comparado con los demás predios. Sin embargo, se recomienda fabricar un refugio con materiales naturales (madera, hojas de palma) para generar mayor bienestar a los individuos.

Referente a las investigaciones que se realizan en el NR el Turpial, se ha estudiado la química sanguínea en lapas, además se vienen evaluando las experiencias en el manejo, lo cual se demuestra en los documentos de restricción, transporte y situaciones con animales, urgencias y escapes, desarrollados por los profesionales del establecimiento.

## CONCLUSIONES

La mayoría de establecimientos visitados no están aportando a la conservación *ex situ*, puesto que no exponen actividades de investigación; estos deben proveer estrategias y métodos para el manejo de poblaciones pequeñas, de forma que se conserve la diversidad biológica a nivel *ex situ* y se aumente el soporte a esfuerzos de conservación *in situ* de estas poblaciones.

De los cinco establecimientos visitados en ninguno se registra o reportó parásitos externos, ni internos, las muertes que se han presentado han sido de vejez o por causas ajenas; por lo tanto se cree que estos animales son resistentes a los parásitos tanto externos como internos, lo que los hace animales aptos para la zootecnia.

La fecundidad ha aumentado a través del tiempo, lo que implica un incremento en la tasa de natalidad y por tanto en la densidad de la población en cautiverio, teniendo en cuenta la baja mortalidad de las clases juvenil a mayor de ocho años.

Los individuos en cautiverio según las observaciones en los cinco predios no son aptos para programas de reintroducción, pues estos ya han sufrido un proceso de amansamiento, lo que indica que al momento de devolverlo a su medio natural podrían ser presa fácil de depredadores.

En todos los predios visitados se hace necesario la implementación de planes de bioseguridad, para mejorar la calidad de vida de los animales y por ende de las personas que están en constante contacto con ellos.

En los predios visitados se requieren programas e instalaciones para el manejo adecuado de las lapas las cuales son hiperestésicas, para acostúmbrales a la presencia de las personas, de esta manera se puede reducir el nerviosismo y el estrés. Además en la aplicación de anestesia se debe tener en cuenta la varianza individual, pues algunos animales adquieren resistencia debido a que se manejan seguidamente.

Se recomienda promover el uso sostenible de la lapa teniendo en cuenta sus características favorables para una zootecnia productiva y lo permisible para la gente en su aprovechamiento, para así asegurar su preservación, con el beneficio que la región de los Llanos Orientales puede ser el foco de mercadeo, para ofrecer los productos provenientes de la zootecnia de lapa.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Allen, A. W. Habitat suitability index models: Marten. U.S.D.I. Fish and Wildlife Service. WS/OBS-82/10.11. 9 pp. 1982.
2. Álvarez, O., O. Salazar. Hematología y química sanguínea del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en cautiverio. Trabajo de grado Medicina Veterinaria. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 2003.
3. Arévalo E. Manual de campo para el monitoreo de mamíferos terrestres en áreas de conservación. Asociación de conservacionistas de Monteverde, Año 2001.
4. Bramble W. C., Byrnes W. R. Evaluation of the wildlife habitat values of rights of way. Journal of wildlife management 43 (3): 642-649. 1979.
5. Castro J. J. Estudio del tinajo o borugo en cautiverio, p 3-4. 1996.
6. Condori C. Elaboración de textos para alfabetización en quechua como estrategia para mejorar el aprendizaje de la lectura y escritura en el cetha "Ildefonso de las muñecas", Cochabamba, Bolivia. 2006.

7. Cox G. W. Conservation biology. Concepts and applications. 2<sup>nd</sup> ed. McGraw Hill. USA. Fowler, M. 1986. Zoo and wild animal medicine. p 942-952. WB Saunders Company. USA. 1997.
8. Ezcurra E., Gallina S. Biology and population dynamics of white tailed deer in northwestern México. Chapter IV. En: Ffolliot P. F. & S. Gallina. Deer biology, hábitat requirements, and management in western North America. Instituto de Ecología, México. 1981.
9. Gómez C. M. Nuestros bosques, Consulta cartográfica sobre Medio Ambiente y ecosistemas estratégicos. Ministerio del Medio Ambiente, 1996.
10. Gómez C. M. Estrategia nacional para la prevención y el control del tráfico ilegal de especies silvestres. Ministerio del Medio Ambiente, 2002.
11. Gysel L. W., Lyon L. J. Análisis y evaluación de hábitat. En: Rodríguez Tarrés. Manual de técnicas de gestión de vida silvestre. Wildlife Society, Maryland. 1980.
12. GTZ/FUNDECO/IE. Estrategia regional de biodiversidad para los países del trópico andino. Convenio de cooperación técnica no reembolsable ATN/JF-5887-RG. Documento temático del III taller regional de conservación *ex situ*. La Paz, Bolivia. 2001. Disponible En: <http://www.comunidadandina.org/>
13. Hall, L. S., Krausman, P. R., Morrison M. L. The habitat concept and a plea for standard terminology. Wildlife Society Bulletin, 25: 173-182. 1997.
14. Hernández O. M., Peña R. J. Elaboración de un manual divulgativo sobre la determinación del número adecuado de hembras por macho en la producción de huevo fértil de codorniz (*Coturnix coturnix japonica*) como instrumento didáctico para mejorar la productividad coturnícola en la zona rural de Villavicencio, Unillanos, Programa de Licenciatura en Producción Agropecuaria, 2006.
15. Hungerford C. R., Burke M. D., Ffolliot P. F. Biology and population dynamics of mule deer in South Western United States. Chapter V. En: Ffolliot P. F. & S. Gallina. Deer biology, habitat requirements, and management in western North America. Instituto de Ecología, México. 1981.
16. Hoyos Z. E. Normas Icontec, presentación de tesis, trabajos de grado, y otros trabajos de investigación, 2007.
17. ICONTEC. Compendio tesis y otros trabajos de grado, Normas técnicas colombianas sobre documentación. 2007.
18. Instituto Alexander Von Humboldt. Proyecto “Estado de las poblaciones cautivas del género Ateles en Colombia: studbook”. 2005. Disponible En: [www.humboldt.org.co/chmcolombia/servicios/jsp/redes/primates/proyectos](http://www.humboldt.org.co/chmcolombia/servicios/jsp/redes/primates/proyectos)
19. Internacional Species Information System. 2004. Disponible En: <http://www.isis.org>
20. Miller A., Schwartz K., Rea I. Primer taller de registro y manejo de datos de animales de zoológico. Buenos Aires, Argentina. 2001. Disponible En: <http://zcoq.org/zcoq%20frames/Taller%20ISISBuenos%20Aires%2001.pdf>
21. Montes R.C. Rasgos alimenticios, reproductivos y potencial productivo del tepezcuintle (*Agouti paca*). Tropicultura, 15: 147-150. 1997.
22. Ojasti J. Manejo de fauna silvestre neotropical. Instituto de zoología tropical de la universidad central de Venezuela, 2000.

23. Queirolo D., Vieira E., Emmons L., Samudio R. *Cuniculus paca*. 2008. En: IUCN 2010. *IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2010.1. Consultado 16 de marzo de 2010.
24. Redford K. H., Robinson J. G. Usos comerciales y de subsistencia de la vida silvestre en América Latina. En: Robinson J. G., K. H. Redford y J. E. Rabinovich (eds.) *Uso y conservación de la vida silvestre neotropical*. Fondo de Cultura Económica. México D. F. 1997.
25. Rengifo M. Crianza familiar del majaz o paca (*Agouti paca*) en la Amazonía. En: Perú. 1996.
26. Restrepo P. J., Díaz A. H. Manual educativo sobre el manejo y zootecnia de la especie zaino de collar blanco *Pecari tajacu* (Linnaeus, 1758), con fines de conservación y aprovechamiento sostenible de fauna silvestre, en el núcleo de reubicación San Carlos de Guarda y en el Bioparque los Ocarros. 2007.
27. Sisson S., Grossman J. D. Anatomía comparada de los animales domésticos; 4ª ed. p 30, 1996.
28. Smythe; Brown de G. O. La domesticación y cría de la paca (*Agouti paca*). Guía de Conservación No. 26. FAO. 1995.
29. Trujillo G. A. Curso de zootecnia, 2006.
30. UICN. Recomendaciones del V Congreso Mundial de Parques de la UICN". Durban (Sudáfrica). 94 p. 2003. Disponible En: [www.uicn.org](http://www.uicn.org).
31. Ullrey D. E., Youatt W. G., Johnson H. E., Fay L. D., Schoepke B. L., Magee W. T., Keahey K. K. Calcium requirements of weaned white-tailed deer fawns. *Journal of Wildlife Management*, 27 (3): 187-194. 1973.
32. Verme, L. J., Ullrey D. E. Physiology and nutrition. pp. 91-118. En: Halls L. K. *White tailed deer: ecology and management*. Sackpole books. USA. 1984.
33. Zapata O. F. Guía para el decomiso de especies y productos de fauna silvestre. p 7-9 y 20-21. 2006.
34. Zapata O. F. Manual para los núcleos de reubicación de fauna silvestre. p 9-13. 2006.