



Gobierno
Bolivariano
de Venezuela

Ministerio del Poder Popular
para la Agricultura y Tierras

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

tropical

ecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia tropical

Zootecnia
tropical
Depósito Legal: pp. 198302AR214
ISSN: 0798 - 7269
AÑO 33 VOL. 33 No. 3 2015



ISSN: 0798- 7269
Dep. Legal: pp. 198302AR214

ZOOTECNIA TROPICAL Es publicada para la socialización del conocimiento científico y humanístico, en los diferentes componentes de los sistemas de producción animal: bovinos, suinos, caprinos, ovinos, aves, especies piscícolas y otras, con el propósito de garantizar la producción de proteína de origen animal con fines alimentarios.

Correo electrónico: zootrop@inia.gov.ve
zootropi@gmail.com

Miembros Fundadores:

Claudio Chicco	Fonaiap Ceniap
Alberto Valle	Fonaiap Ceniap
Eduardo González	UCV-Agronomía
Omar Verde	UCV-Veterinaria
Omar García	Fonaiap Ceniap
Rafael Acosta	Fonaiap Guárico
Sylbert Labbe	Fonaiap Zulia
Urzulino Manrique	Fonaiap Monagas
Arnaldo Alvarado	Fonaiap Barinas

COMITE EDITORIAL

Luis Dickson	Editor Jefe
Jessie Vargas	Editora Asistente
Ana Beatriz Briceño	Seguimiento y Diagramación

Editada por la Gerencia de Investigación e Innovación Tecnológica

Coordinación del Área de Gestión de la Información

Impresa en el Taller de Artes Gráficas del INIA. Maracay, Venezuela.

Tiraje: 500 ejemplares

Unidad de Distribución y Ventas de Publicaciones del INIA

Apartado postal 2103-A, Maracay 2101 Aragua, Venezuela

Precio Bs. 50,00

Correo electrónico: dyppublicaciones@inia.gov.ve

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS

Juan Pablo Buenaño
Luis Dickson
Delis Pérez

Yenrry Urrea
María Fernanda Sandoval

Presidente
Gerente General
Gerente de Investigación e Innovación Tecnológica
Gerente de Producción Social
Gerente de Participación y Desarrollo Comunitario

Editores Asociados

Gérman Pontillo (LUZ)	Sección Fisiología y Reproducción
José Alió (INIA)	Sección Piscicultura y Acuicultura
Magaly Bracamonte (INIA)	Sección Sanidad
Oziel Montañez (CUSUR-UDG)	Sección Nutrición
Luis Dickson (INIA)	Sección Genética
Judith Principal (UCLA)	Sección Apicultura

Consejo Asesor

Omar Verde	Venezuela
Juan Capote	España
Glaforo Torres	México
Manuel Milla	Venezuela
Bertha Chongo	Cuba
Siomara Martínez	Cuba
Miguel Batista	España
Carlos Becerril	México

Indización

C.A.B. Internacional	(U.K.)
Biosis Zoological Records	(USA)
Agroforestry Abstracts	(USA)
IICA- CIDIA	(Costa Rica)
Royal Tropic Institute	(Tropag & Rural, Holanda)
AGRIS	(FAO, Roma)
LATINDEX	(México)
IAMSLIC	(USA)
Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias	(México)
MEDIATHEK	(Alemania)
Periodica	(México)
REVENCYT	(Venezuela)
Base de Datos REVIS	(CATIE, Costa Rica)
Base de Datos RISPAL	(CATIE, Costa Rica)
Base Agrícola Venezolana	(INIA, Venezuela)
Bioline	(Canadá)
Scielo	(Venezuela)
Scopus	(EUA)
HINARI	(FAO Italia)
Org. de Estados Iberoamericanos	(Colombia)
Citefactor	(Canadá)

Se acepta el intercambio con otras revistas

Exchange requested	Wir bitten um austausch
On demande l' échange	Gradiremmo cambio
Deseamos permuta	

ZOOTECNIA TROPICAL

Zootecnia Trop.

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

TABLA DE CONTENIDO Vol. 33 N° 3

Artículos Científicos

Marval-Rodríguez Á., Altuve D., Ramírez I., Alió J., Gómez G., Cedeño K., Martínez F. y Ortiz L. Crecimiento y mortalidad de <i>Farfantepenaeus notialis</i> en la costa norte de la Península de Araya, Venezuela	195
Piñeros-Barón R. y Mora-Delgado J. Índice de temperatura y humedad en una pastura convencional y un sistema agroforestal en el trópico seco de Colombia	209
Arango J., Echeverri J. J. y López A. Efecto de la transición timina/citosina del gen BGH sobre parámetros reproductivos en ganado Holstein en Colombia	219
Amarilho-Silveira F., Schneider Lemes J. y Gomes Esteves R. M. Qualidade da lã em diferentes regiões corporais de ovelhas da raça Corriedale.....	229
Calidad de la lana en diversas regiones del cuerpo de las ovejas de raza Corriedale	229
Farfán-López C., Pellizzoni B., Galindez R. y Pizzo Y. Niveles de premezcla de vitaminas y microminerales en dietas para gallinas reproductoras pesadas sobre algunas variables productivas y reproductivas	239
Nota Técnica	
Hernández J., Navarrete R., Alonso M., Benítez J., Gómez A., Bernal H., Moreno L. y Orozco M. Efecto del reuso de dispositivos internos de liberación controlada de hormona en la sincronización y comportamiento reproductivo en cabras	251
Cienfuegos Rivas E. G., Cantú Medina F. G., González Reyna A., Castillo Rodríguez S. P. y Martínez González J. C. Composición mineral de astas del venado cola blanca texano (<i>Odocoileus virginianus texanus</i>) en el noreste de México	257
Rodríguez-Durán A., Blanco Palma L. C. y Peña Flórez R. Principales protozoarios gastrointestinales en chigüiros silvestres (<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>) en una vereda del municipio de Arauca, Colombia	263
Instrucciones al autor	271

TABLE OF CONTENTS Vol. 33 N° 3

Scientific Articles

Marval-Rodríguez Á., Altuve D., Ramírez I., Alió J., Gómez G., Cedeño K., Martínez F. and Ortiz L Growth and mortality of <i>Farfantepenaeus notialis</i> in the northern coast of Araya Peninsula, Venezuela.....	195
Piñeros-Barón R. and Mora-Delgado J. Temperature and humidity index for conventional pasture and an agroforestry system in the dry tropic of Colombia.....	209
Arango J., Echeverri J. J. and López A. Effect of thymine/cytosine transition BGH gene on reproductive parameters in Holstein cattle in Colombia.....	219
Amarilho-Silveira F., Schneider Lemes J. and Gomes Esteves R. M Wool quality in different parts of the body of Corriedale breed sheep.....	229
Farfán-López C., Pellizzoni B., Galindez R. and Pizzo Y. Premix levels of vitamins and trace minerals in diets for broiler breeder hens on some productive and reproductive variables.....	239
Technical Note	
Hernández J., Navarrete R., Alonso M., Benítez J., Gómez A., Bernal H., Moreno L. and Orozco M. Effect of reusing controlled internal hormone releasing device in the synchronization and reproductive behavior in goats	251
Cienfuegos Rivas E. G., Cantú Medina F. G., González Reyna A., Castillo Rodríguez S. P. and Martínez González J. C. Mineral composition of the white tail deer (<i>Odocoileus virginianus texanus</i>) antlers in the northeast of Mexico	257
Rodríguez-Durán A., Blanco Palma L. C. and Peña Flórez R. Main gastrointestinal protozoa in wild capybara (<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>) in a village in the municipality of Arauca, Colombia.....	263
Instructions to the author	271

Crecimiento y mortalidad de *Farfantepenaeus notialis* en la costa norte de la Península de Araya, Venezuela

Growth and mortality of *Farfantepenaeus notialis* in the northern coast of Araya Peninsula, Venezuela

Ángel Marval-Rodríguez^{1*}, Douglas Altuve^{1*}, Isidra Ramírez², José Alió¹, Gabriel Gómez¹, Katiana Cedeño¹, Freddy Martínez¹ y Ortiz Lesme¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Estado Sucre, Venezuela. *Correo electrónico: avgelo7@gmail.com. ²Instituto Oceanográfico de Venezuela Universidad de Oriente. Estado Sucre, Venezuela.

RESUMEN

Farfantepenaeus notialis, es una especie importante de camarón en la pesquería artesanal en la Península de Araya, estado Sucre, Venezuela. Debido al limitado conocimiento sobre su dinámica poblacional, es importante determinar su crecimiento y mortalidad como parámetros fundamentales para la evaluación y manejo del recurso. La estructura de tallas y peso se evaluó mensualmente de los desembarques, desde abril 2012 hasta marzo 2013. El ajuste de los parámetros de crecimiento al modelo de von Bertalanffy se realizó por análisis de superficie de respuesta mediante la reestructuración de los datos y su ajuste a una curva de crecimiento. Los parámetros de crecimiento estimados para hembras, machos y sexos agrupados, fueron $L_{\infty} = 237, 230, 200$ mm y $k = 1,4; 1,4$ y $1,3$ año⁻¹, respectivamente. La estimación de la mortalidad natural (M) se utilizaron tres métodos, mientras que la mortalidad total fue estimada de la curva de captura linearizada y la mortalidad por pesca substrayendo el valor de (F). Los valores más elevados de M fueron de 2,4 año⁻¹ en machos; mientras que la mortalidad por pesca (F) promedio fue 1,6. Los resultados indicaron que *F. notialis* entra a la pesquería artesanal a los 5 meses de edad, con longitudes superiores a 80 mm, hasta los 20 meses y una longitud de 230 mm. Los resultados de F se ubicaron encima del valor medio reportado para poblaciones altamente explotadas, lo cual pudiese sugerir que la pesca de camarón rosado ha alcanzado su punto más alto en términos de rentabilidad económica.

Palabras clave: *Farfantepenaeus notialis*, crecimiento, mortalidad, pesquería.

ABSTRACT

Farfantepenaeus notialis, is an important species of shrimp that supports an artisanal fishery in the Araya Peninsula, Sucre State, Venezuela. Due to the little knowledge about its population dynamics, it is important to determine its growth and mortality, as fundamental parameters to evaluate and manage the resource. The size and weight structure of the shrimp was evaluated monthly from commercial landings, from April 2012 to March 2013. The fitting of the growth parameters to the von Bertalanffy model was made by response surface analysis, through a restructuring of data and their adjustment to a growth curve. The estimated growth parameters for females, males and grouped sexes, were: $L_{\infty} = 237; 230; 200$ mm and $k = 1.4; 1.4$ y 1.3 year⁻¹, respectively. The natural mortality (M) was determined through three methods, while total mortality was estimated from the linearized catch curve and the fishing mortality by subtracting (F). The highest value for M was 2.4 year⁻¹ in males; whereas average fishing mortality (F) was 1.6. Results indicate that *F. notialis* recruits into the artisanal fishery at approximately 5 month old, with a total length higher than 80 mm, and remains in it for 20 months when it reaches a total length of 230 mm. The values of F are higher than those observed in highly exploited populations, which would suggest that the fishing of the pink shrimp has reached its highest level in terms of economic rent.

Key words: *Farfantepenaeus notialis*, growth, mortality, fishery.

Recibido: 06/07/15 Aprobado: 16/01/16

INTRODUCCIÓN

La pesca de camarones constituye una actividad económica importante en los países ribereños de las aguas intertropicales, tal como es el caso de Venezuela. La explotación de este recurso en la zona intertropical es una actividad muy antigua. Tradicionalmente explotados por la pesca artesanal de numerosos países (México, Senegal, Benín, India, entre otros), los camarones han tenido que soportar, desde principios de la década de los cincuenta, un enorme incremento de la explotación debido al desarrollo de una pesca industrial más perfeccionada y especializada (García y Le Reste, 1986). Los métodos utilizados para la extracción de este rubro pesquero se pueden dividir en: sistemas industriales y artesanales; el primero se realiza con un nivel superior de tecnología, embarcaciones de acero con gran calado, sistemas de pesca operados hidráulicamente y equipos de navegación modernos.

Por el contrario, el sistema artesanal de arrastre utiliza equipos, métodos y artes sencillas, donde la operación manual de los artes de pesca es fundamental, obteniéndose pequeñas capturas destinadas al sustento familiar y a operaciones comerciales de menor escala (Novoa *et al.*, 1998). Cabe destacar, que la pesca industrial de arrastre en Venezuela suspendió sus actividades debido a la promulgación de su cierre, enmarcado en la Ley de Pesca y Acuicultura del año 2008 (Venezuela, 2008).

El camarón rosado, *Farfantepenaeus notialis* (Pérez-Farfante, 1967), es un decápodo que se localiza en zonas intertropicales y subtropicales del Atlántico. Se distribuye naturalmente en el Atlántico occidental: desde Cuba a las Islas Vírgenes, a lo largo de las costas caribeñas de Centro y Sur América, y hacia el sur desde Yucatán hasta Río de Janeiro, al sur de Brasil. En el Atlántico oriental se le encuentra distribuido a lo largo de la costa oeste de África, desde Mauritania hasta Angola (Rodríguez, 1980; Pérez-Farfante, 1988; Galindo-Bect *et al.*, 2000).

Los organismos habitan a profundidades entre 3 y 700 m, con una mayor abundancia desde los 10 a los 75 m. Para esta especie se reportan tallas máximas de 175 mm de longitud total en los machos y 200 mm en las hembras (Pérez-Farfante, 1988; Cervantes-Hernández *et al.*, 2006).

Uno de los mayores problemas que enfrenta la actividad pesquera del camarón es el uso de artes pocos selectivos para la extracción del recurso de interés, causando un alto impacto en el medio marino (Marcano y Alió, 2000). En el año 2009 el Gobierno de Venezuela tomó la decisión de eliminar la actividad de pesca industrial de arrastre. Por lo que la flota dejó de aportar un porcentaje importante del camarón y especies marinas comercializadas en el país. A partir de esta decisión, algunos pescadores cesantes de esta actividad se organizaron en la costa norte de la Península de Araya y comenzaron a extraer camarón de forma no regulada por el Instituto Socialista de la Pesca y Acuicultura (INSOPESCA) en las zonas donde antes operaba ilegalmente la flota arrastrera industrial.

Desde el año 2008, cuando se iniciaron las actividades de pesca artesanal de camarones en la zona, no se llevan registros efectivos de información del sistema de explotación pesquera realizado con redes de arrastre artesanal, conocida también como red chica, como tampoco del inventario de los recursos demersales, los parámetros biológicos y poblacionales del camarón rosado.

Por otro lado, la revisión bibliográfica evidencia que no se han realizado evaluaciones biológicas, pesqueras y económicas sobre la población del camarón rosado, *Farfantepenaeus notialis*, extraído en aguas venezolanas. Es de señalar que, investigaciones recientes (Ramírez-Rodríguez y Arreguín-Sánchez, 2002; Enrique-Giménez *et al.*, 2011; Paramo *et al.*, 2014) realizadas en aguas cubanas indican que la especie sufre sobreexplotación debido al alto impacto de las pesquerías. En Venezuela, esta especie es actualmente capturada, exclusivamente, por la flota artesanal que opera desde Taguapire, en la costa norte de la península de Araya, lo cual representa una oportunidad especial para el estudio de su dinámica poblacional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y flota pesquera

La costa norte de la Península de Araya se extiende desde Punta Araya (10°34'N y 64°15'O) hasta Chacopata (10°39'N y 63°47'O) en el

estado Sucre, Venezuela. Las aguas marinas superficiales de la zona presentan un patrón que reflejan estacionalidad, tanto en la temperatura como en la salinidad. La temperatura mínima (25,4°C) suela registrarse durante el primer trimestre del año y la máxima (29,5°C) durante junio y el bimestre de septiembre-octubre. La salinidad más alta en la zona es de 39,9 durante los meses de enero y abril (época seca) y desciende a 36 durante la época de lluvia (mayo a diciembre). El área posee una profundidad promedio de 30 m y máxima de 75 m. El sustrato varía desde areno-fangoso hasta rocoso, siendo un área importante para la actividad pesquera, ya que constituye una zona de afloramiento, resultante de la intensidad de los vientos alisios provenientes del noreste; recibe además el aporte de los grandes ríos que descargan en la región Atlántica del país, así como el de las escorrentías de la Península de Araya (Müller-Karger *et al.*, 1989; Aparicio-Castro, 1994).

La población de Taguapire (10°66'N y 63°96'O) se tomó como centro de operaciones para el desarrollo de la presente investigación, ya que la flota artesanal camaronera realiza sus actividades desde este puerto base. Dicha flota está compuesta por 70 embarcaciones tipo peñero, construidas de madera o fibra de vidrio, con esloras de 7 a 9 m y son propulsadas por 1 o 2 motores de 48 a 75 hp.

Se realizaron muestreos mensuales a bordo de embarcaciones de pesca locales, desde abril de 2012 hasta marzo de 2013, frente a las costas de la Península de Araya, entre las localidades de Taguapire y Caimancito (Figura 1). Los camarones desembarcados por la flota arrastrera artesanal se identificaron según Rodríguez (1980). Los ejemplares del camarón *F. notialis* fueron separados por sexo, para luego medir la longitud total de cada organismo, en milímetros, medida desde la punta del rostro hasta la punta del telson con un ictiómetro de 0,1 mm de precisión. La descarga total mensual de la flota se obtuvo de los cuatros compradores de camarón instalados en la localidad.

Parámetros poblacionales

La proporción sexual poblacional, se comparó respecto a la proporción esperada de 1:1, usando el estadístico Chi-cuadrado,

considerando las siguientes hipótesis; a) H_0 : la proporción de machos y hembras es igual a 1, si el χ^2 calculado es menor al valor tabulado; b) la proporción de machos y hembras es diferente a 1, si el χ^2 calculado es mayor al valor tabulado. Para el cálculo de χ^2 en la comprobación de las hipótesis anteriores, se aplicó la siguiente formula corregida por Yates (Zar, 1996).

$$\chi^2 = \frac{(f1i - f2i)^2}{Ni}$$

donde, $f1i$ es la frecuencia de machos en el mes i ; $f2i$ es la frecuencia de hembras en el mes i y Ni es la frecuencia de machos y hembras en el mes i . Se trabajó con un nivel de significancia del 95% (χ^2 tabulado = 3,841).

El cálculo de la longitud asintótica (L_∞) y la tasa de crecimiento anual (k), por sexos separados, se utilizaron las relaciones de Gulland y Holt (1959) y Fabens (1965). Para determinar el ajuste de los valores de los parámetros de crecimiento según el modelo de von Bertalanffy, se realizó el análisis de superficie de respuesta mediante la reestructuración de los datos y su ajuste a una curva de crecimiento (Sparre y Venema, 1995). Con la ayuda de la rutina ELEFAN I, incluida en FiSAT II (Gayanilo *et al.*, 2005), se incorporaron los valores anteriormente calculados, a partir de las distribuciones de frecuencia de longitud total, en forma de intervalos de L_∞ y k , hasta obtener el mejor ajuste (R_n) que correspondió al mayor valor de la relación SMEP/SME (suma de máximos explicados/suma de máximos disponibles).

Se estimó el índice de crecimiento estándar Φ' (Pauly y Munro, 1984) como criterio para comparar las diferentes estimaciones de crecimiento de *F. notialis* y se establecieron comparaciones con datos de Φ' para especies del mismo género, basados en la ecuación:

$$\Phi' = \log k + 2 * \log L_\infty.$$

Para obtener un valor de la mortalidad natural (M) se usaron tres procedimientos. En primer lugar, la formula empírica de Pauly (1980):

$$\log M = -0.0066 - 0,27 \log L_\infty + 0.6543 \log k + 0.463 \log T,$$

Siendo T : la temperatura media del agua de mar superficial.

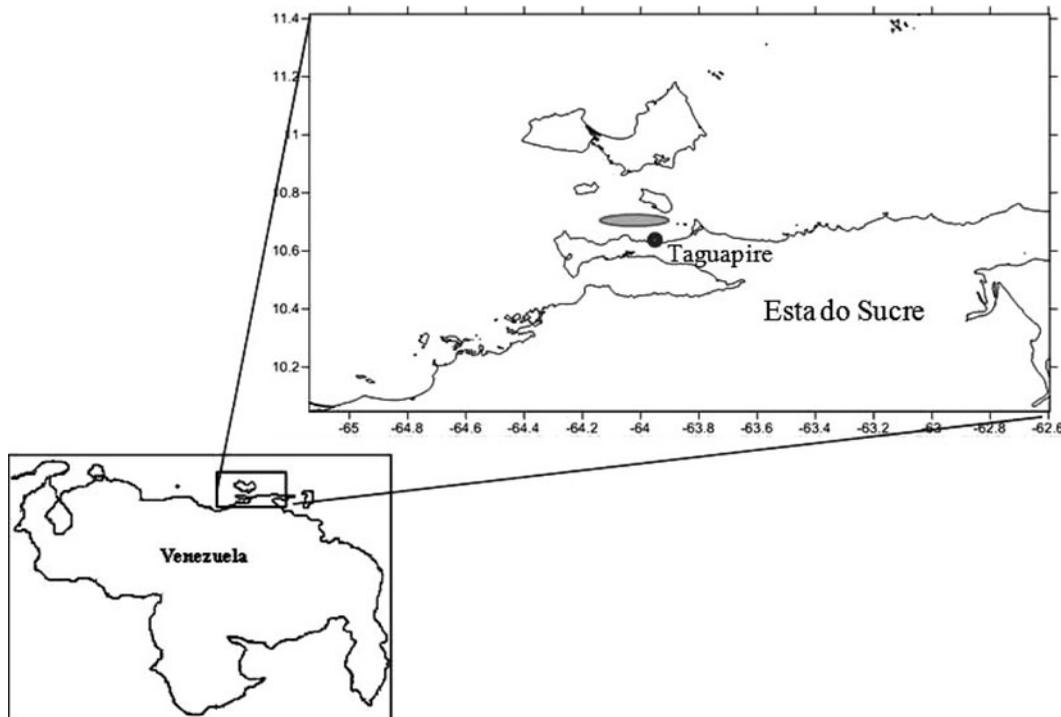


Figura 1. Zona de pesca de la flota arrastrera artesanal camaronera que opera en la costa norte de la Península de Araya.

Adicionalmente, se emplearon los métodos de Alagaraja (1984) y Rikhter y Efanov (1976) para estimar la M según:

Alagaraja (1984):

$$M = [-\ln(0,01)]/\lambda$$

donde λ es la longevidad de la especie, estimada según la Ecuación de Pauly *et al.* (1984).

De acuerdo a Rikhter y Efanov (1976):

$$M = [1,521/(T_m^{0,72})]$$

donde; T_m es la edad a la cual el 50% de la población ha alcanzado la madurez sexual. Para estimar T_m se utilizaron longitudes de maduración masiva calculadas en investigaciones anteriores.

La mortalidad total (Z) se estimó mediante el método de la curva de captura linealizada basada en los datos de composición de tallas. Para esto utilizó la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy para convertir la longitud en edad, donde:

$$\frac{\ln [C(L1, L2)]}{2\Delta t(L1, L2)} = C - Z * \frac{[L1 + L2]}{2}$$

De los resultados de las estimaciones de mortalidad explicados anteriormente, se calculó el valor de mortalidad por pesca (F) mediante la relación:

$$F = Z - M$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los ejemplares analizados durante el estudio mostraron una dominancia significativa de las hembras, exceptuando el mes de enero, cuando la proporción entre machos y hembras fue de 1:1. De los 6.201 individuos recolectados, 3.688 fueron hembras (59,47%) y 2.513 fueron machos (40,53%), con una proporción sexual global hembra:macho de 1,2:1; que se desvía significativamente de la proporción esperada (el valor del $\chi^2 = 295,46$; $P > 0,001$). La mayor proporción de hembras se observó en el mes de agosto (1,4 hembra: 0,6 macho), pudiendo estar asociado a un patrón de reproducción en esa época del año.

El intervalo de tallas osciló entre 90 y 200 mm Lt para los machos, y entre 90 y 230 mm para

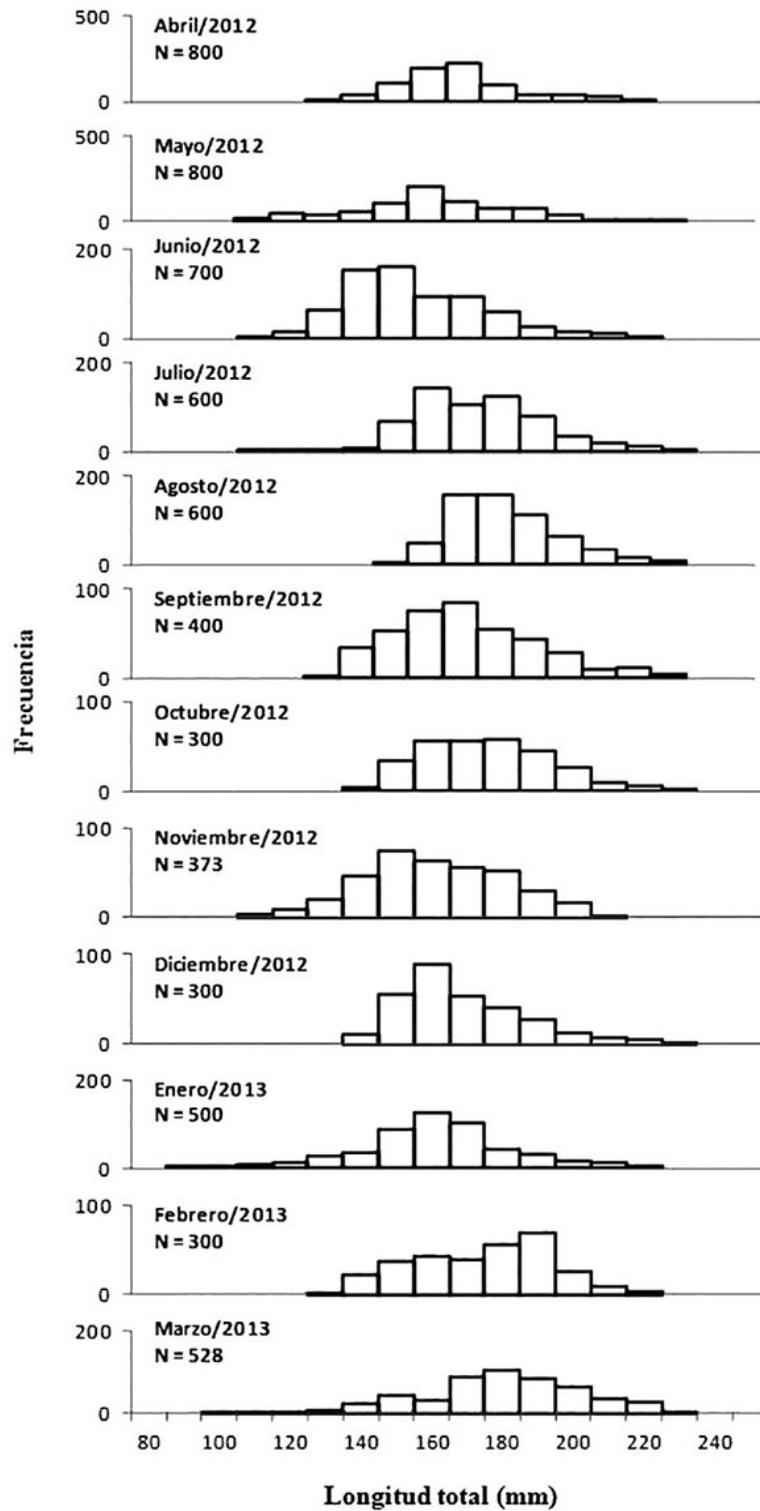


Figura 2. Histogramas de frecuencia de tallas mensuales de ejemplares de *Farfantepenaeus notialis* muestreados en la costa norte de la Península de Araya entre abril/2012 y marzo/2013.

las hembras. En la Figura 2 se muestran los histogramas de frecuencia de tallas mensuales. En la mayoría de los meses se evidenciaron como mínimo 2 cohortes, en las cuales se puede observar la entrada de nuevos reclutas al área de pesca, una muy marcada a mediados de año (junio) y otra más leve a final del periodo estudiado (noviembre). También se pudo constatar que la pesquería ejerce sus mayores capturas sobre individuos adultos, pues el mayor número de organismos capturados estuvo en el intervalo de tallas 150 a 180 mm de Lt. El seguimiento de las modas mensuales revela que existen dos reclutamientos al año, el primero ocurre al inicio del año y el segundo a finales de año. Este patrón de reclutamiento es similar para la mayoría de las especies de la familia Peneidea.

La estimación de los parámetros y curvas de crecimiento de *F. notialis*, para hembras, machos y sexos agrupados, se basó en los mejores ajustes encontrados por el programa FISAT II (Figura 3). Para sexos agrupados, hembras y machos de la población de *F. notialis* los parámetros de crecimiento estimados a través de Gulland y Holt fue: L_{∞} 220 mm, 204 mm y 190 mm, respectivamente. El valor de k para sexos agrupados, hembras y machos fue de $1,6 \text{ año}^{-1}$, $1,8 \text{ año}^{-1}$ y $1,2 \text{ año}^{-1}$, respectivamente.

Usando la rutina Elefan I, se incorporaron los valores anteriormente calculados, a partir de las distribuciones de frecuencia de longitud total, en forma de intervalos de L_{∞} y k , hasta obtener el mejor ajuste (Rn). Los análisis revelaron un $L_{\infty} = 237 \text{ mm}$ y $k = 1,4 \text{ año}^{-1}$ para sexos agrupados. Los parámetros L_{∞} y k para hembras y machos, respectivamente, fueron $L_{\infty} = 230 \text{ mm}$ y 200 mm y $k = 1,4 \text{ año}^{-1}$ y $1,3 \text{ año}^{-1}$. Estos últimos valores se usaron para realizar las estimaciones de mortalidad natural. (Cuadro 1).

Los resultados de las comparaciones de los parámetros de crecimiento del *F. notialis* en la costa norte de la Península de Araya, usando el valor de phi prima (Φ') con los reportados para la misma especie y otros especies de camarones peneidos en diferentes zonas del mundo, demostró que los valores del Φ' por sexos combinados, hembras y machos ($4,9$; $4,5$; $4,6 \text{ año}^{-1}$, respectivamente) encajan perfectamente dentro del intervalo de valores encontrados para otras especies de peneidos (Cuadro 2). El coeficiente de variación (CV) phi prima (Φ') obtenido en el presente estudio ($2,30\%$) entre especies y sexo fue menor al 4% , lo cual indica que no hay diferencias entre los parámetros de crecimiento de las especies que conforman la familia Peneidae.

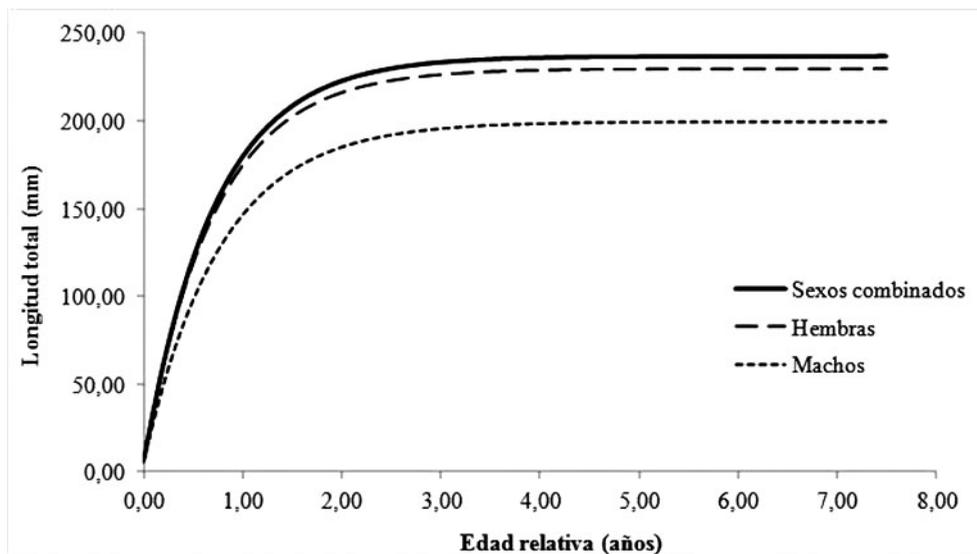


Figura 3. Curvas del modelo de crecimiento de von Bertalanffy para sexo combinados y separados de *Farfantepenaeus notialis* en la costa norte de la Península de Araya.

Cuadro 1. Valores estimados de los parámetros de crecimiento L_{∞} y k para el camarón rosado *Farfantepenaeus notialis*, proveniente de la pesca artesanal de la costa norte de la Península de Araya.

Sexo	Método	L_{∞} (mm)	k (anual)
Combinados	GULLAND Y HOLT	220	1,6
	Rn	237	1,4
Hembras	GULLAND Y HOLT	204	1,8
	Rn	230	1,4
Machos	GULLAND Y HOLT	190	1,2
	Rn	200	1,3

Rn = Utilizado para el cálculo de la ecuación de crecimiento y la mortalidad.

Cuadro 2. Comparación del coeficiente de variación (CV) del phi prima (Φ') de *Farfantepenaeus notialis* en la costa norte de la Península de Araya y de otras especies de la misma familia encontradas en la literatura.

Especie	L_{∞} (mm)	K (anual)	Φ'	Fuente
<i>F. notialis</i> (combinados)	237	1,4	4,9	Presente estudio
<i>F. notialis</i> (Hembras)	210	0,8	4,5	Presente estudio
<i>F. notialis</i> (Machos)	185	1,3	4,6	Presente estudio
<i>F. notialis</i>	150	3	6,3	Perez <i>et al.</i> (1984)
<i>Litopenaeus schmitti</i>	214	1,5	4,8	Andrade (1996)
<i>Litopenaeus setiferus</i>	214	1,1	4,7	Klima (1974)
<i>Farfantepenaeus aztecus</i>	194	1	4,6	Parrack (1979)
<i>Farfantepenaeus aztecus</i>	220	1,9	4,9	Castro y Arreguín (1991)
<i>Farfantepenaeus subtilis</i>	220	1,1	4,7	Isaac <i>et al.</i> (1992)
<i>Farfantepenaeus paulensis</i>	248	1,1	4,8	D'Incao (1984)
<i>Farfantepenaeus duorarum</i>	176	1,3	4,6	Iversen <i>et al.</i> (1960)
<i>Litopenaeus stylirostris</i>	205	1,8	4,9	Palacios <i>et al.</i> (1993)
<i>Penaeus semisulcatus</i>	271	1,6	4,7	Villarta <i>et al.</i> (2006)

X = 4,72; S = 0,11; CV = 2,30.

La tasa anual de mortalidad natural (M) se calculó a partir de los parámetros de crecimiento mencionados anteriormente. El valor de M anual según el método de Pauly (1980) fue de 1,2 año⁻¹ tanto para sexos agrupados como para hembras y machos. Asimismo, estas tasas de mortalidad natural resultaron ligeramente inferiores a las obtenidas por el método de Alagaraja (1984), cuyos valores son 2,2; 1,2 y 2 para sexos agrupados, hembras y machos, respectivamente.

Por último, los valores de M calculados a partir del método de Rikhter y Efanov (1976) fueron los más altos 2,2 año⁻¹ para los sexos agrupados, 2,1 año⁻¹ para las hembras, y 2,4 año⁻¹ para los machos. Estos valores presentaron ligeras variaciones en función del sexo (Cuadro 3).

Los valores de la mortalidad total estimados para machos, hembras y sexos agrupados se pueden observar en la Figura 4. En cada caso se usaron los parámetros de crecimiento previamente determinados para cada grupo de organismo. Las mortalidades estimadas fueron 4,1; 3,0 y 3,2 año⁻¹ para sexos agrupados, hembras y machos respectivamente. En cuanto a la mortalidad por pesca, los valores para machos, hembras y sexos agrupados, fueron de 1,1; 1,6 y 2,1 año⁻¹, respectivamente. Se observó un valor mayor en las hembras, posiblemente asociado a su mayor tamaño, que incrementa la posibilidad de ser capturados por la redes camaroneras.

Las especies del género *Farfantepenaeus*, entre estas *F. notialis*, tienen un crecimiento muy rápido y una vida corta (García y Le Reste,

1986; Isaac *et al.*, 1992). En estos organismos, a nivel individual, el crecimiento es discontinuo y se produce en el período de muda. Por ello la curva de crecimiento individual tiene forma de escalera. Sin embargo, a nivel poblacional, debido a la falta de sincronismo entre las mudas de los individuos y a la alta frecuencia de mudas por año, se eliminan las escaleras de la curva de crecimiento general, por cual, un modelo continuo como el de von Bertalanffy utilizado en el presente trabajo, permite una buena estimación de los parámetros de crecimiento en estas especies (García *et al.*, 1989).

Los análisis fueron hechos por sexos separados, ya que ha sido suficientemente comprobada la existencia de diferenciación sexual en el patrón de crecimiento, con el objetivo de comparar los resultados y fundamentalmente de obtener parámetros medios para la población. García y Le Reste (1986) señalaron, que la relación de sexos varía con la talla, siendo las hembras más grandes que los machos y más numerosas en las clases de longitudes superiores. El camarón rosado *F. notialis* presentó un crecimiento diferencial entre sexos. El análisis de la curva de crecimiento mostró valores más altos de L[∞] en las hembras, lo cual es consistente con la presencia de mayores tamaños asociados a estas en las capturas, especialmente a partir de los 170 mm de Lt. Este comportamiento es comparable con otros estimados para poblaciones naturales de la misma y de otras especies de la familia Peneidea (Ye *et al.*, 2003).

Cuadro 3. Estimaciones de mortalidad natural (M), por pesca (F) y total (Z) del camarón rosado *Farfantepenaeus notialis*, proveniente de la pesca artesanal de la costa norte de la Península de Araya.

Mortalidad	combinados	Hembra	Macho	Método
M	1,2	1,2	1,2	Pauly
M	2,2	1,2	2,0	Alagaraja
M	2,2	2,1	2,4	Rikhter y Efanov
Z	4,1	3,0	3,0	Curva de captura*
F	2,1	1,6	1,1	F = Z – M

*Ver figura 4.

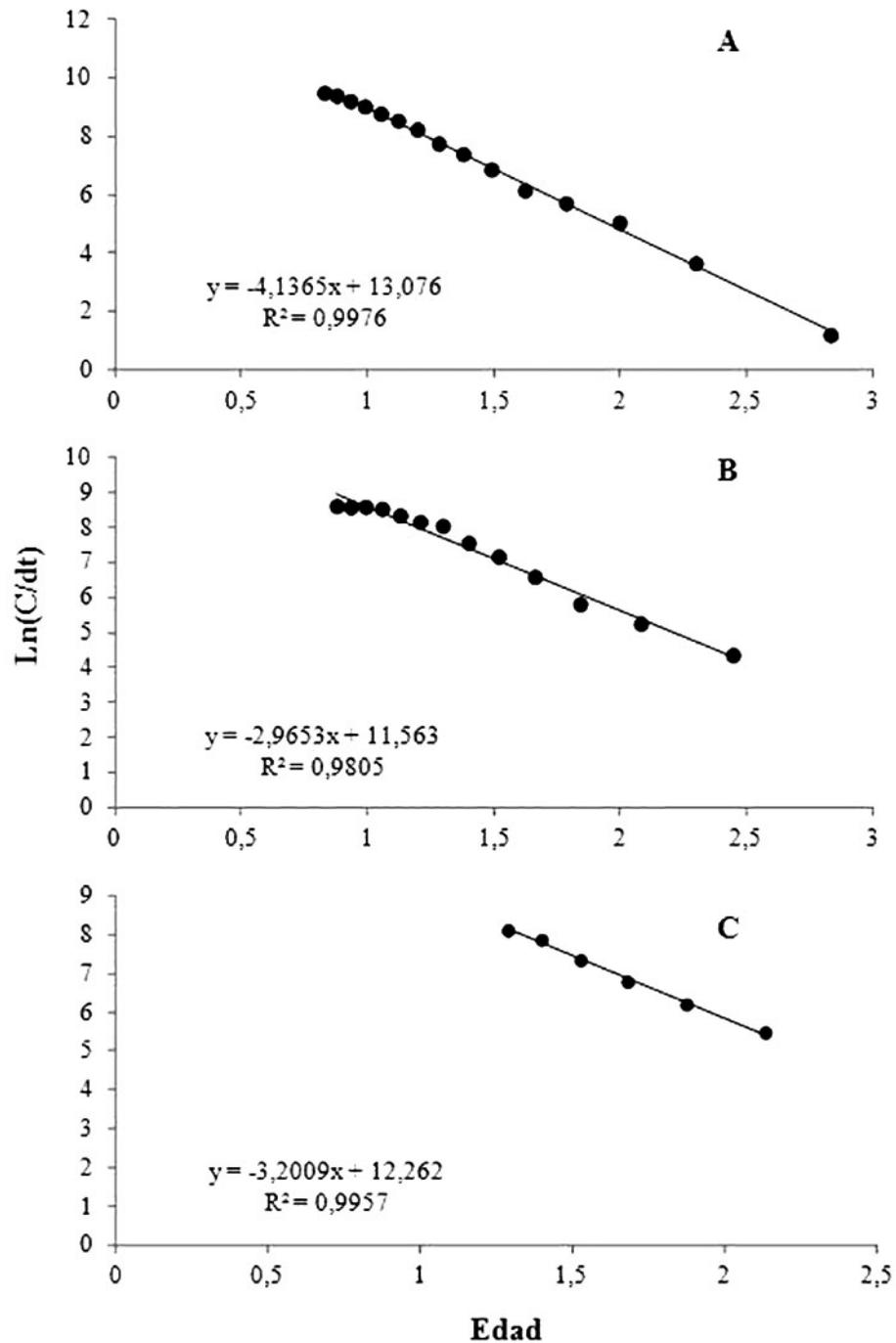


Figura 4. Estimación de la mortalidad total (Z) a través de la curva de captura linealizada para *Farfantepenaeus notialis* en la costa norte de la Península de Araya. A, sexos combinados; B, hembras; C, machos.

Asimismo, como el parámetro de curvatura también fue menor en los machos, se observa una distribución diferencial de tallas ligada a la edad. Sin embargo, para la aplicación de medidas de manejo, los machos y las hembras capturados conjuntamente son considerados por término medio de la misma edad, y se puede pasar simplemente de la clave edad-talla de las hembras a la de los machos (D'Incao, 1991; Andrade y Stotz, 1999). Los parámetros de crecimiento estimados para el total de la población de *F. notialis* (sexos agrupados) son bastante similares a los obtenidos para las hembras, probablemente debido a la dominancia numérica de éstas.

La confiabilidad de los parámetros de crecimiento estimados se calculó en base a la comparación con otros estudios de crecimiento de la misma especie o especies análogas de la misma familia (Sparre y Venema, 1995). En esta ocasión se utilizó el modelo matemático del Phi prima (Φ'), cuya expresión sugiere valores similares para las especies cercanas taxonómicamente. Los valores de Φ' en este estudio mostraron un promedio de 4,6. Valores similares reportó Parrack (1979), en el Golfo de México para la especie *F. aztecus*; mientras que para el Lago de Maracaibo, Andrade (1996), reportó una Φ' de 4,9 para *Litopenaeus schmitti*. En cuanto a *F. notialis*, Pérez *et al.* (1984), reportó una Φ' de 6,3. Este resultado es distinto a los obtenidos en este estudio y pudiera estar relacionado con el uso de diferentes medidas de longitud total, así como por, la representación incompleta de la población (Andrade y Stotz, 1999; Sangroni, 2001).

D'Incao (1990), señaló que como los peneidos, en general, son especies altamente migratorias, la disminución del número de individuos en función de la edad es el resultado de los efectos de la mortalidad natural, mortalidad por pesca y migración. La mortalidad natural es aquella producida por cualquier causa diferente de la pesca, como la depredación, canibalismo, enfermedades, estrés del desove, inanición y vejez, por lo que es un parámetro extremadamente crítico en los estudios de dinámica poblacional, principalmente porque es muy difícil de obtener por mediciones directas. Por lo tanto, todo método aplicable es válido para efectos de comparación (Isaac *et al.*, 1992;

Sparre y Venema, 1995). En estas especies debe aceptarse la incertidumbre en la estimación de la tasa de mortalidad natural y utilizar intervalos de valores razonables para su uso en modelos de evaluación de stock, particularmente cuando estos son usados con fines predictivos y de manejo (Ramírez-Rodríguez y Arreguin-Sánchez, 2003).

Los métodos utilizados para estimar M dieron valores con un amplio intervalo de variación. García (1983), revisando los valores de M de varias especies de camarones de la familia Penaeidae, llega a un valor medio de 2,4 por año, con una desviación estándar de 0,3. De acuerdo con esto y a las tasas de mortalidad natural encontradas en la literatura, se puede suponer que la estimación de la mortalidad natural obtenida en este estudio para *F. notialis*, es bastante aceptada. Resultados similares reportaron Ramos-Cruz *et al.* (2006), quienes estimaron la mortalidad natural en el camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) y el camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*) en el Golfo de Tehuantepec, México.

Las estimaciones indicaron un valor de $M = 2,40 \text{ año}^{-1}$ para el camarón blanco y $M = 2,64 \text{ año}^{-1}$ para el camarón café. Enrique-Giménez *et al.* (2011), estimaron la mortalidad natural del *F. notialis* en el Golfo de Ana María, Cuba, reportando un valor anual de $3,96 \text{ año}^{-1}$, siendo este valor mayor al reportado en el presente estudio. La amplia variación que arrojaron las estimaciones de M y las posibles diferencias entre los resultados confirman el grado de incertidumbre que puede estar asociado a este parámetro, por lo cual se considera conveniente utilizar diferentes métodos para su cálculo, para cotejar cuál de las estimaciones se ajustan mejor a los resultados descritos.

Con respecto a la mortalidad total (Z) para *F. notialis* en la presente investigación, los valores se ubicaron por debajo de los citados por Pauly *et al.* (1984) para dos stock de *Litopenaeus setiferus*, explotados fuertemente por la pesquería industrial en los estados de Texas y Florida en los Estados Unidos de América. En el primero los valores de Z fueron de 5,43 y 6,71 año^{-1} para hembras y machos, respectivamente. En el segundo caso el valor de Z en sexos agrupados fue de $7,07 \text{ año}^{-1}$. Ixquiac *et al.* (2008)

evaluaron el estado de explotación del *F. notialis* en la Bahía de Amatique Izabal, Guatemala, reportando un estimado de mortalidad total 6,73 año⁻¹.

Los dos sexos presentaron diferencias en los valores de Z, debido posiblemente, a las diferencias observadas en los parámetros de crecimiento, las abundancias relativas con la edad, migraciones y comportamiento (Sumiomo, 1988). De esta forma, las hembras pueden ser más vulnerables a la pesquería que los machos de la misma edad o pueden existir diferencias en la mortalidad natural (Isaac *et al.*, 1992). Estos valores difieren ampliamente de los reportados en esta investigación, lo cual posiblemente esté asociado a la alta explotación del recurso en la zona de estudio. La pesca del camarón rosado en la costa norte de la Península de Araya está en pleno inicio, los organismos capturados están en fase adulta, existen indicadores de que la mortalidad natural decrece con la edad, ya que a medida que los organismos tienen mayor tamaño, son menos vulnerables a muchos depredadores.

Leiter y Petrere (2006), estimaron la mortalidad por pesca (F) de los camarones peneidos *F. brasiliensis* y *F. paulensis* en el suroeste de Brasil, encontrando valores de 4.7 y 6,8 año⁻¹, respectivamente. Los valores estimados de F para *F. notialis* en el presente estudio fueron menores al compararlos con los descritos anteriormente. En ambas investigaciones los resultados se encontraron por encima del valor medio (F = 1,6 año⁻¹) reportado por García (1985) para poblaciones altamente explotadas. Cuando se aplican variaciones en el esfuerzo de pesca desde cero hasta un incremento del 100% (Leiter y Petrere, 2006), los modelos indican que un aumento en el esfuerzo hizo que la mortalidad por pesca aumentara. Estos resultados pudiesen demostrar que cualquier aumento en el esfuerzo de pesca podría conducir a un aumento en la proporción de individuos más pequeños en las capturas y, por tanto, a pérdidas económicas para las pesquerías.

CONCLUSIONES

El camarón rosado, *F. notialis*, capturado en la costa norte de la península de Araya, presentó un crecimiento diferencial entre sexos. La

mortalidad natural fue mayor en los machos, lo cual puede explicar su menor presencia y desaparición temprana de la población. Debido a las diferencias en los parámetros poblacionales de la especie, estos deben ser discriminados por sexo e introducidos en los modelos de evaluación de stock para obtener estimaciones más precisas.

La mortalidad por pesca presentó valores menores a los citados en la literatura, pero por encima del valor medio para poblaciones altamente explotadas, posiblemente por la fuerte explotación pesquera indicada por el valor de F, aunado al hecho de que el área de pesca es reducida en términos de espacio, lo cual permite señalar que la pesquería artesanal de camarones en la zona se encuentra en el punto más alto en términos de explotación.

LITERATURA CITADA

- Alagaraja, K. 1984. Simple method for estimation of parameters for assessing exploited fish stocks. *Indian Journal of Fisheries*. 31: 177-208.
- Andrade, G. y W. Stotz. 1999. Crecimiento y mortalidad del camarón blanco (*Penaeus schmitti*) en el Lago de Maracaibo, Venezuela. *Zootecnia Tropical*. 17(1): 63-89.
- Andrade, G. 1996. Análisis de la pesquería del camarón blanco, *Penaeus schmitti* (Burkenroad 1936), en el Lago de Maracaibo, Venezuela. Trab. Grad. M. Sc. Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile. 105 p.
- Aparicio-Castro, R. 1994. Estudio hidrodinámico y meteorológico de la costa de Jose. Informe Técnico. BITOR-PDVSA. 298 p.
- Cervantes-Hernández, P., S. Ramos-Cruz y A. Gracia. 2006. Evaluación del estado de la pesquería de camarón en el Golfo de Tehuantepec. *Hidrobiológica*. 16(3): 233-239.
- D'incao, F. 1990. Mortalidad de *Penaeus (Farfantepenaeus) paulensis* (Pérez-Farfante, 1967), no estuario da Lagoas Dos

- Patos, Rio Grande do Sul, Brasil (Crustacea, Penaeidae). *Atlântica*. 12(2): 31-51.
- D'incao, F. 1991. Pesca e biologia de *Penaeus paulensis* na lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Atlântica*. 13(1): 159-169.
- Enrique-Giménez, G., S. Alfonso y O. Gil. 2011. Estimación de la tasa de mortalidad natural y por pesca de *Farfantepenaeus notialis* (Pérez-Farfante, 1967) en el período 1995-2009 del Golfo de Ana María, Cuba. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*. 45(3): 287-298.
- Fabens, A. 1965. Properties and fitting of the von Bertalanffy growth curve. *Growth*. 29: 265-289.
- Galindo-Bect, M., E. Glenn, H. Page, K. Fitzimmons, L. Galindo-Bect, J. Hernández-Ayón, R. Petty, J. García-Hernández and D. Moore. 2000. Penaeid shrimp landing in the Upper Gulf of California in relation to Colorado River freshwater discharge. *Fishery Bulletin*. 98: 222-225.
- García, S. 1983. The stock-recruitment relationship in penaeid shrimp: reality of artefacts and misinterpretations? *Tropical Oceanography*. 18: 25-48.
- García, S. 1985. Reproduction, stock assessment models and population parameters in exploited penaeid shrimp populations, 139-158. En: Isaac, V., J. Días Neto y F. Damasceno. 1992. *Camarao-Rosa da Costa Norte: Biología, Dinámica e Administracao Pesqueira*. Colecao Meio Ambiente. Serie Estudos Pesca. (1): 1-191.
- García, S., E. Lebrun et M. Lemoine. 1989. Le recrutement de la crevette *Penaeus subtilis* en Guyanne Française. *Rapp. Tech. ISTPM*. 9: 43 p.
- García, S. y L. Le Reste. 1986. Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros. *FAO Documento Técnico de Pesca N° 203*: 180 p.
- Gayanilo F., P. Sparre and D. Pauly. 2005. *FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II (FITSA II) user's guide*. FAO computerized information series (fisheries). FAO. Roma-Italia. 1.048 p.
- Gulland, J. and J. Holt. 1959. Estimation for growth parameters for data at unequal time intervals. *J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer.* 25: 47-49.
- Isaac, V., J. Días Neto e F. Damasceno. 1992. *Camarao-Rosa da Costa Norte: Biología, Dinamica e Administracao Pesqueira*. Colecao Meio Ambiente. Serie Estudos Pesca. (1): 1-191.
- Ixquiác, M., A. Corona, B. García, M. Salazar, C. Tejada, R. Rodas, E. Juárez y C. Hernández. 2008. Evaluación y manejo de las comunidades demersales de la Bahía de Amatique Izabal, Guatemala. Estimación de los impactos pesqueros. Informe Final Universidad de San Carlos de Guatemala. 60 p.
- Leite, N. and M. Petreire. 2006. Stock assessment and fishery management of the pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1970) and *F. paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) in Southeastern Brazil (23° to 28° S). *Braz. J. Biol.* 66(1B): 263-277.
- Marcano, L y J. Alió. 2000. La pesca artesanal de arrastre en Venezuela: II. Capturas incidentales. *FONAIAP Divulga*. 65: 1-5.
- Müller-Krager, F., C. Mclain, T. Fisher, W. Esaias and R. Varela. 1989. Pigment distribution in the Caribbean Sea. *Observation from space*. *Progress in Oceanography*. 23: 23-64.
- Novoa, D., J. Mendoza, L. Marcano y J. Cárdenas. 1998. El atlas pesquero marítimo de Venezuela. Editorial CONGEPESCA. Caracas, Venezuela. 197 p.
- Paramo, J., D. Pérez y W. Matthias. 2014. Reproducción del camarón rosado *Farfantepenaeus notialis* (Decapoda: Penaeidae) en el Caribe colombiano. *Rev. Biol. Trop.* 62 (2): 513-521.
- Parrack, M. 1979. Aspects of brown shrimps, *Penaeus aztecus*, growth in the northern Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin NOAA/NMFS*. 76:827-837.

- Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stock. *J. Cons. CIEM.* 39(2): 175-192.
- Pauly, D., J. Ingles and R. Neal. 1984. Application to shrimp stocks of objective methods for the estimation of growth, mortality and recruitment-related parameters from length-frequency data (ELEFAN I and II). In Gulland, J. y B. Rothschild (Eds.), *Penaeid shrimps. Their biology and management.* 220-234.
- Pauly, D. and J. Munro. 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *Fishbyte* 2(1): 21.
- Pérez, A., R. Puga and J. Rodríguez. 1984. The stock assessment and management of Cuban shrimp stocks. *KISR Technology Report.* 1(1366): 48-119.
- Pérez-Farfante, I. 1967. A new species and two new subspecies of shrimp of the genus *Penaeus* from the western Atlantic. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 80: 83-100.
- Pérez-Farfante, I. 1988. Illustrated key to penaeid shrimp of commerce in the Americas. *Technology Report, NMFS.* 64: 32 p.
- Ramírez-Rodríguez, M. and F. Arreguín-Sánchez. 2002. Life history stage duration and mortality for the pink shrimp *Farfantepenaeus dourarom* (Burkenroad, 1939) in the southern Gulf of Mexico, using the gnomonic model for time division. *Fish. Res.* 60: 45-51.
- Ramos-Cruz, S., B. Sánchez-Meraz, F. Carrasco-Ayuso y P. Cervantes-Hernández. 2006. Estimación de la tasa de mortalidad natural de *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900) y *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) en la zona costera del Golfo de Tehuantepec, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía.* 41(2): 221-229.
- Rickhter, V. and V. Efanov. 1976. On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. *International Commission for the Northwest Atlantic. Fisheries Research Document* 76/VI/8: 1-12.
- Rodríguez, G. 1980. Los crustáceos decápodos de Venezuela. *Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas.* Caracas, Venezuela. 494 p.
- Sangronis, C. 2001. Estructura etaria del camarón blanco *Litopenaeus schmitti* presente en la Ciénaga Los Olivos, Zulia-Venezuela. Tesis Maestría. Facultad Experimental de Ciencias. Universidad del Zulia. Venezuela. 84 p.
- Sparre, P. y S. Venema. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1 Manual. *FAO Documento Técnico de Pesca.* 306: 1.418 p.
- Sumiomo, B. 1988. Estimation of growth and mortality in banana prawn (*Penaeus merguensis*) from the south coast of Java, Indonesia. *FAO. Fish. Rep.* 389: 69-88.
- Venezuela. 2008. Ley de Pesca y Acuicultura. *Gaceta Oficial* N° 5.930. 110 p.
- Ye, Y., J. Bishop, N. Fetta, E. Abdulqader, J. Al-Mohammadi, A. Alsaffar and S. Almatar. 2003. Spatial variation in growth of the green tiger prawn (*Penaeus semisulcatus*) along the coastal water of Kuwait, Eastern Saudi Arabia, Bahrain and Qatar. *ICES J. Mar. Sci.* 60(4): 806-817.
- Zar, J. 1996. *Biostatistical Analysis.* Tercera edición. Editorial Prentice Hall. New Jersey, Estados Unidos de América. 662 p.

Índice de temperatura y humedad en una pastura convencional y un sistema agroforestal en el trópico seco de Colombia

Temperature and humidity index for conventional pasture and an agroforestry system in the dry tropic of Colombia

Roberto Piñeros-Barón¹ y Jairo Mora-Delgado^{2*}

¹Universidad del Tolima. Departamento de Producción Pecuaria. Colombia. ²Universidad del Tolima. Departamento de Producción Pecuaria. Grupo de Investigación Sistemas Agroforestales Pecuarios. Colombia.

*Correo electrónico: jrmora@ut.edu.co

RESUMEN

Dentro de los principales factores ambientales que afectan los organismos vivos se encuentran la radiación solar, humedad relativa (HR) y temperatura (T). El índice de temperatura humedad (ITH) es un indicador ambiental que estima las condiciones climáticas que pueden generar estrés en animales. El objetivo del presente estudio fue evaluar el ITH en dos sistemas de pastoreo (un sistema agroforestal y una pastura convencional) en condiciones de trópico seco. El estudio se realizó en el Centro Universitario Regional del Norte de la Universidad del Tolima. Se evaluaron tres sistemas: bajo la copa de los cítricos (BC), la franja entre árboles (ES) y un pastizal convencional sin árboles (PC). Se midió la T y HR para estimar el ITH en los tres sitios a las 7, 12 y 16 h del día, durante los meses de abril a julio de 2014. Se usó un diseño experimental con arreglo factorial. Inicialmente, los datos fueron analizados con un estadístico descriptivo y luego se hizo un ANDEVA y una prueba de comparación de test HSD de Tukey. Los resultados muestran que existen diferencias significativas ($P < 0,05$) entre el ITH en la pastura convencional (PC) frente al sistema BC en el periodo seco y frente al sistema ES en el periodo lluvioso. Los valores de ITH de todos sitios de muestreo superaron el valor límite crítico que puede generar estrés calórico en animales.

Palabras clave: confort, ambiente, flujo de aire, transpiración.

ABSTRACT

Among the main environmental factors affecting living organisms are solar radiation, relative humidity (RH) and temperature (T). The temperature humidity index (THI) is an environmental indicator that estimates climatic conditions that can cause stress in animals. The aim of this study was to evaluate the HDI two grazing systems (an agroforestry system and a conventional pasture) in dry tropical conditions. The study was conducted at the Centro Universitario Regional del Norte at the University of Tolima. Three environmental istems were evaluated: under the canopy of citrus (BC), the strip between trees (ES), and a conventional treeless grassland (PC). T and RH was measured to estimate the ITH at the three sites at 7, 12 and 16 h a day, from April to July 2014. There was used in an experimental design with factorial arrangement. Initially, the data were analyzed with descriptive statistics and then became an ANOVA and a comparison test of Tukey HSD test. The results show that there are significant differences ($P < 0.05$) between the ITH in conventional pasture (PC) against the BC system in front of the system dry period is the rainy season. Under the dry tropic conditions evaluated ITH values of all sampling sites exceeded the critical threshold that can generate heat stress in animals.

Key words: ambient, comfort, air flow, transpiration.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas orgánicos de plantas y animales como las producciones ubicadas en regiones tropicales, están expuestos a condiciones ambientales, especialmente climáticas, que algunas veces pueden llegar a afectar la productividad primaria. Dentro de los principales factores medioambientales que afectan directamente los organismos vivos se encuentran la radiación solar, la humedad relativa y la temperatura, como factores estresantes ambientales que imponen presión sobre los animales (Silanikove, 2000).

El índice de temperatura humedad (ITH) es una medida que se ha utilizado desde principios de 1990 que da cuenta de los efectos combinados de la temperatura ambiental y de la humedad relativa y es una manera útil y fácil de evaluar el riesgo de estrés térmico de los animales (Dairy Australia, 2012). Varios índices temperatura-humedad han sido utilizados para estimar el grado de estrés térmico experimentado por los animales, por lo cual se han desarrollado diferentes ecuaciones usando variables meteorológicas relacionadas con temperatura rectal para predecir el estrés del ganado (Dikmen y Hansen, 2009). El más común de estos índices de temperatura-humedad es el ITH, el cual utiliza temperatura de bulbo seco y humedad relativa para estimar la magnitud de estrés por calor (Thom, 1959), aunque conceptualmente, es difícil determinar si THI es la más apropiada para determinar estadios de estrés animal.

Según Bailey (2005) y Forgiarini (2014) el pastoreo de los rumiantes involucra diferentes factores tanto bióticos como abióticos que influyen el comportamiento de los animales. Dentro de los factores abióticos se destacan la temperatura, la humedad relativa, la velocidad del viento y la radiación solar. Cuando alguno de estos factores, especialmente la temperatura, humedad relativa y radiación solar se encuentran aumentadas pueden llegar a generar estrés calórico en los rumiantes. Macias-Cruz *et al.* (2013) y Ariasa *et al.* (2008) reportan que el ITH se ha utilizado durante las últimas cuatro décadas como un indicador de estrés en producciones de rumiantes.

Operativamente, cuando el ITH excede 72, los rumiantes están propensas a comenzar un estado de estrés por calor y cuando excede

78, la producción de leche se ve seriamente afectada. Por encima de valores de 82, las vacas muestran signos de estrés severo y en última instancia pueden morir (Dairy Australia, 2012).

Por otro lado, el estrés por calor puede reducir la productividad, causar problemas reproductivos tales como la reducción de la calidad del semen y de bajo peso al nacer, y poner en peligro el sistema inmunológico (OACC, 2008). Se reporta que la mayor razón de pérdidas económicas a nivel mundial es el estrés calórico en producciones lecheras (Rungruang, 2012). En Estados Unidos las pérdidas económicas anuales pueden llegar a 800 millones de dólares debido al incremento de la mortalidad, disminución de producción y reproducción en hatos lecheros. Mientras, Panagakis (2011) en estudios realizados en Atenas (Grecia) reporta que en producciones de ovejas de pelo se evidenciaron que temporadas de temperatura alta las ovejas sufrieron reducción de la glándula mamaria e inmunosupresión en corderos que en algunos casos terminaban en la muerte del animal.

El objetivo del presente estudio fue evaluar el ITH en dos sistemas de pastoreo (un sistema agroforestal y una pastura convencional) en condiciones de trópico seco.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Centro Universitario Regional del Norte (CURDN), ubicado en la vía hacia el municipio de Armero, Guayabal, Colombia (5° 0' 29.46" N y 74° 54' 18.32" O). Esta zona presenta las siguientes condiciones: Zona de vida según Holdridge (1967) Bosque Seco Tropical (bs-T), temperatura promedio de 27°C, altura entre 275 a 550 m.s.n.m., precipitación de 1.738 mm anuales y humedad relativa promedio de 71% (IDEAM, 2014; Carvajal y Oviedo, 2014). En el valle de Armero son comunes los suelos profundos, bien estructurados, de texturas moderadamente finas, friables y con buena retención de humedad. Poseen un pH ligeramente ácido (5.8-6.2) con medianos contenidos de materia orgánica (1,5-3%), poseen un adecuado balance químico (Castro, 1996), tal como se observa en la Figura 1.



Figura 1. Ubicación del área de estudio en el municipio de Armero Guayabal, Tolima, Colombia.

Las mediciones se realizaron en dos sistemas de producción: un sistema convencional sin presencia de especies leñosas y el segundo en un sistema agroforestal con frutales de limón Tahití (*Citrus aurantifolia* (Christm) Swing). Cada sistema contó con un área de 1 ha. Los dos sistemas presentaban las mismas especies de gramíneas (*Brachiaria xaraes*, Pasto Mulato (*Brachiaria* proveniente del cruce No. 625 -*Brachiaria ruziziensis* clon 44-6 x *Brachiaria brizantha* CIAT 6297- y *Panicum maximum*). El sistema agroforestal con cítricos presentaba una distribución de los cítricos plantados a una distancia entre planta de 4 m y 8 m entre surcos.

Para la caracterización dasométrica de los árboles se tomó una muestra de 10 árboles distribuidos aleatoriamente en el sistema con los cuales se calculó una altura promedio de $1,94 \pm 0,32$ m y un diámetro mayor de copa de $1,6 \pm 0,15$ m y un diámetro menor de la copa de $1,14 \pm$

0,25 m. El área de dosel se estimó mediante la ecuación 1.

$$A = \pi (\text{Radio1} * \text{Radio2}) \text{ Ecuación 1}$$

Con este dato se calculó la cobertura de dosel del sistema mediante la ecuación 2

$$\text{Sombra} = \frac{\sum (Aci \times Oi)}{A_{total}} \times 100$$

Ecuación 2

Donde:

Sombra = Sombra arbórea (%)

Aci = Área de copa del árbol (m²)

Oi = Oclusión del árbol

A total = Área total del sistema (m²)

En el Cuadro 1 se pueden apreciar algunas características dasométricas del sistema silvopastoril.

La diferencia de ambientes presentes en el sistema silvopastoril derivado del efecto de la sombra causada por el componente leñoso y un ambiente a libre exposición a la radiación solar en el sistema convencional, constituyó la base para la configuración de los tratamientos del experimento, los cuales se explican más adelante. La evaluación se realizó durante un periodo de lluvias comprendido entre los meses de abril a mayo (30 días) y periodo seco entre los meses de junio a julio (30 días) de 2014 como se aprecia en la Figura 2.

Factores medioambientales

Los factores medioambientales fueron medidos por medio de una estación meteorológica

del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) ubicada en el CURDN, donde se tomaron las mediciones de precipitación, temperatura y humedad relativa. La humedad relativa y temperatura de los sistemas productivos (convencional y agroforestal) se tomaron por medio de tres dataloggers marca Hobo proV2®, los cuales fueron distribuidos bajo la copa de los cítricos (ubicados en la bifurcación principal del arbusto, a 1,20 m de altura) y en las pasturas del sistema agroforestal y convencional. Los dataloggers se programaron para tomar datos a los 7, 12 y 16 h. El registro de las 12 se hizo para analizar las condiciones medio ambientales en el momento de mayor temperatura del día y a las 7 y 16 h, siguiendo la metodología de Espinoza

Cuadro 1. Características dasométricas del sistema silvopastoril (SSP) de limón Tahití (*Citrus aurantifolia*) × gramíneas (*Brachiaria* sp + *Panicum maximun*).

Parámetro	Valor
Cantidad de árboles (N°)	312
Altura promedio (m)	1,94 ± 0,32
Área de dosel promedio (m)	5,73 ± 0,12
Sombra/ha (%)	13,43

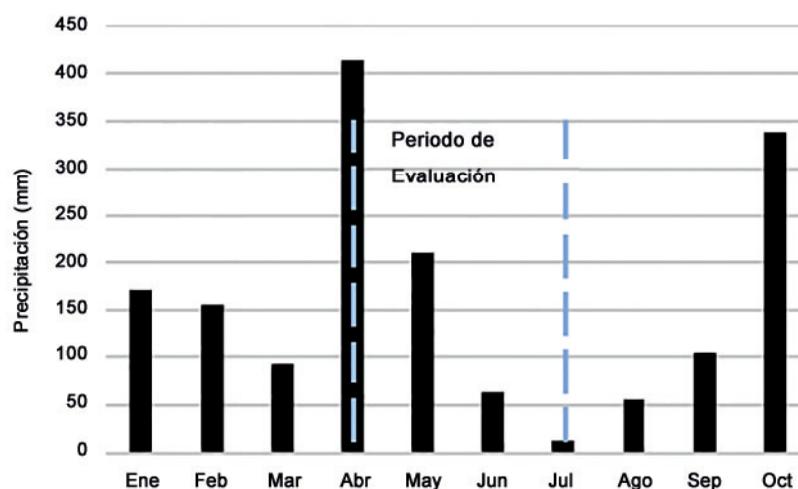


Figura 2. Precipitación de la granja el CURDN durante los primeros 10 meses del 2014, entre las líneas punteadas se encuentra el periodo de evaluación de los sistemas. Fuente: IDEAM, 2014.

et al. (2011), quienes consideran que son los momentos del día en que los animales tienen la menor y la mayor carga térmica.

Índice temperatura humedad

Se estimó el índice de temperatura y humedad en dos sitios del sistema agroforestal con cítricos (pastura y bajo copa) y en las pasturas del sistema convencional. El índice de temperatura y humedad fue estimado por medio de la fórmula reportada por Wojtas *et al.* (2013):

$$ITH = 0.81 \cdot T + H \cdot (T - 14.4) + 46.4$$

Dónde: T = temperatura (°C)

H = humedad relativa (%)

Los valores generados en el estudio fueron comparados con parámetros para rumiantes establecidos en la literatura (Nienaber y Hahn, 2007), los cuales se pueden apreciar en el Cuadro 2.

Tratamientos y análisis estadístico

Los tratamientos fueron: T1) Bajo la copa de los cítricos del sistema agroforestal (BC); T2) la pastura entre los surcos (ES) y T3) la pastura del sistema de pastoreo convencional (PC), evaluados en dos periodos diferenciados por la precipitación media: seco y lluvioso.

Se hizo un análisis estadístico descriptivo con medidas de dispersión y de tendencia central (promedio de la población y desviación estándar). Los datos se dividieron en tres bloques según las horas de muestreo (7, 12 y 16 h). El diseño experimental fue un arreglo factorial. El primer factor fueron los sistemas y el segundo factor los

periodos climáticos (seco y lluvioso). Se hizo un análisis de varianza en cada bloque utilizando el software Infostad® versión 2013e. El modelo matemático fue $Y_{ij} = \mu + S_{ij} + P_{ij} + (S \times P)_{ij} + \epsilon_{ij}$

Dónde:

μ , es el promedio

S, los sistemas

P, los periodos

ϵ , error experimental

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Humedad relativa y temperatura ambiental

No hubo diferencias estadísticas entre los sistemas, ni entre periodos en las variables temperatura y humedad relativa ($P > 0.05$). No obstante, los valores sugieren que la humedad relativa, en los dos periodos, fue tenuemente más alta en el sistema agroforestal, especialmente en el sistema BC. La temperatura registrada bajo la copa de los cítricos fue ligeramente más baja en el sistema BC, aunque las diferencias no son significativas (Cuadro 3).

Esta escasa influencia del dosel arbóreo sobre la temperatura ambiental puede estar relacionada con la baja altura y poca área del componente leñoso, lo que hace que la capacidad de interceptación de la radiación solar y por tanto la regulación térmica sea baja. La literatura reporta una reducción de la temperatura ambiente en sistemas agroforestales (Wilson y Ludlow, 1991; Ovalle y Avendaño, 1988), sin embargo esta varía en función de la cantidad de la radiación transmitida a través de la corona

Cuadro 2. Parámetros de estado de estrés en rumiantes.

Estado	ITH	Tasa Respiratoria
Normal	<74	<90
Alerta	>74 - <79	90 – 110
Peligro	>79 - <84	110 – 130
Emergencia	>84	>130

Fuente: Tomado de Nienaber y Hahn (2007).

Cuadro 3. Humedad relativa (%) y temperatura (°C) durante el periodo seco y húmedo a las 7 a.m., 12 m. y 16 p.m. en tres ambientes (sistemas) de un pastizal convencional y un sistema agroforestal con cítricos.

	Periodo	Horas	PC	BC	ES	
Humedad (%)	Seco	7	89,51	91,12	89,5	
		12	43,21	50	49,77	
		16	53,97	56,62	55,35	
			media	62,23	65,91	64,87
	Lluvioso	7	96,54	95,82	95,57	
		12	61,34	67,52	58,08	
		16	62,43	66,4	62,58	
			media	73,44	76,58	72,08
	Temperatura (°C)	Seco	7	25,49	24,23	24,75
12			34,74	35,29	34,94	
16			32,69	33,22	33,22	
			media	30,97	30,91	30,97
Lluvioso		7	24,71	24,41	24,46	
		12	33,93	32,37	35,44	
		16	32,57	32,07	33,56	
			media	30,40	29,62	31,15

PC: pastura convencional; BC: bajo la copa; ES: entre los surcos.

(Peri, 2002), la cual a su vez está en función del tamaño del árbol, forma de la corona, la densidad de plantación de árboles, las prácticas de silvicultura y el desarrollo de área foliar de los árboles (Kellomäki *et al.*, 1985; Miah *et al.*, 1995).

Posiblemente, la tendencia a una mayor humedad relativa se relaciona con la conservación de un mayor porcentaje de humedad retenida en el ambiente, influenciada por el dosel del componente leñoso, que permanentemente están transpirando agua. Esto concuerda con lo reportado por Renaud *et al.* (2010) quienes sostienen que durante el día, la humedad relativa fue significativamente mayor ($P < 0,0001$) bajo el dosel de los árboles que en campo abierto en 13 de 14 sitios evaluados. No obstante, otro factor, como la humedad del suelo podría influenciar la humedad relativa del ambiente (Renaud *et al.*, 2010). Seguramente, es la expresión acumulativa

de efectos del dosel herbáceo y del componente leñoso, en la interacción entre la transpiración de la superficie específica de la lámina foliar (Black *et al.*, 2015) y una menor velocidad del viento, regulada por la masa del dosel, que hacen que disminuya la capacidad de desecación del viento y así se mantenga una mayor humedad relativa, como lo explican Santos *et al.* (2008) y Brügemann *et al.* (2012).

Índice de temperatura-humedad

A las 12 h, momento de mayor sensación térmica, se presentó una interacción significativa entre sistema y periodo ($P < 0,0001$), mostrando un menor ITH en la pastura convencional (PC), con diferencias significativas frente al sistema BC en el periodo seco y frente al sistema ES en el periodo lluvioso (Cuadro 4).

Cuadro 4. Índice de temperatura y humedad (ITH) durante diferentes sistemas y en los dos periodos evaluados.

Periodo	Sistema	7 h	12 h	14 h
Seco	BC	74,92±2a	85,28±1b	83,58±2ab
	ES	75,56±2ab	84,66±1ab	83,14±3ab
	PC (Control)	76,78±3b	83,12±2a	82,39±5a
Lluvioso	BC	75,67±2ab	84,47±2ab	83,81±2ab
	ES	75,73±2ab	86,92±3c	85,16±2b
	PC (Control)	76,23±3ab	85,50±2bc	83,58±5ab

PC: pastura convencional; BC: bajo la copa; ES: entre los surcos.

Letras diferentes significan diferencias significativas ($P < 0,05$).

No hubo interacción entre sistema y periodos evaluado a las 7 y 14 h ($P > 0,05$). A pesar de, como se puede observar en el Cuadro 4 los valores de ITH a las 7 h del periodo seco sugieren una mejor condición ambiental bajo las copas de los cítricos (BC) con relación al sistema convencional (PC).

Los valores estimados de ITH durante las 16 h (Cuadro 4) no presentan diferencias estadísticas significativas en la interacción sistema x periodo ($P > 0,05$). No obstante, los valores presentaron la misma tendencia que los estimados a las 12 h.

Los resultados sugieren que bajo los sistemas BC y ES, los cuales forman parte del arreglo agroforestal, las condiciones ambientales definidas por el ITH no serían confortables para los rumiantes en pastoreo dado que valores por encima de 80 pueden generar estados de estrés calórico en los animales. Ghassemi *et al.* (2014) encontraron patrones similares en el ITH estimado al medio día en sistemas de pastoreo con ovejas Corriedale con un ITH de 86.

El alto ITH encontrado en estos sistemas, se puede explicar a que en los sitios de monitoreo del sistema agroforestal (BC) presentaron una temperatura ligeramente más baja pero la humedad relativa es muy similar al sistema convencional (PC), a su vez en el sistema ES posiblemente el ITH este influenciado por una mayor humedad relativa proveniente de la evaporación del agua del suelo, especialmente en el periodo seco (Cuadro 3). Al respecto,

Santos *et al.* (2008) reportan que en el proceso de evapotranspiración, las plantas liberan agua a través de sus estomas en los procesos de movilización de vapor de agua y otros gases, como CO_2 manteniendo en su interior solo una pequeña fracción. Este fenómeno acompañado de un mayor número de arbustos presentes en un sistema agroforestal explicaría los valores de humedad presentes en el estudio.

La humedad relativa afecta en mayor grado el bienestar de los rumiantes cuando las temperaturas son elevadas al incidir en un valor más alto de ITH, lo cual coincide con lo reportado por García y Wright (2007) quienes señalan que durante los días cálidos del verano, y para que se puedan perder cantidades significativas de calor a través de la transpiración, es necesario que la humedad ambiental relativa sea baja.

Ariasa *et al.* (2008) reportan que la humedad relativa es considerada un factor de potencial estrés en el ganado, ya que acentúa las condiciones adversas de las altas temperaturas. A su vez, Brügemann *et al.* (2012) mencionan que los sistemas que presentan un mayor flujo de aire manifiesta una menor humedad relativa reduciendo los valores de ITH en el sistema, lo cual explica el menor valor determinado en el sistema PC, donde existe un mayor flujo de aire al no presentar algún componente leñoso que obstruya las corrientes de aire en el sistema. Melese *et al.* (2006) evaluaron modelos de flujo de aire y su comportamiento en sistemas arborizados, encontrando que este

flujo disminuye cuando choca en la copas de los arbustos donde hay áreas densa, evitando la desecación de la zonas aledañas al arbusto.

De hecho, el impacto de un ITH alto en la producción animal es significativo, en la medida que este índice aumentado induce a estrés calórico en los animales, lo que a su vez, se refleja en un mayor gasto de energía para la termorregulación y por tanto una mayor pérdida de energía para la producción pecuaria (Saravia y Cruz, 2013). Resultados experimentales han demostrado que las tasas de concepción descienden en la medida que aumenta el ITH (Ingraham *et al.*, 1974; Johnson, 1994; Du Preez *et al.*, 1991).

De igual manera, el comportamiento ingestivo es afectado en estados de estrés calórico. Mujika (2005) reporta que a 35°C la ingestión real disminuye 14% y cae hasta en un 50% cuando la temperatura llega a 40°C. Por tanto, los animales comen la mitad de kilogramos de materia seca, es decir, el fuerte calor afecta la ingestión de materia seca y la producción hasta en un 55%. Naturalmente, estas bajas en la producción y en la reproducción afectan la ganancia del ganadero.

CONCLUSIONES

Los resultados sugieren la humedad relativa juega un papel desencadenante en el aumento del ITH. Bajo el dosel (BC) del sistema agroforestal se presentan porcentajes medios más altos de humedad relativa, que se explica por el efecto del proceso de evapotranspiración de los arbustos en interacción ecofisiológica con la barrera creada por la masa arbustiva, que impide que el flujo de aire arrastre excesos de humedad en el sistema. Además, la reducción de la temperatura ambiente bajo el sistema agroforestal es mínima en relación a la pastura convencional.

Se puede decir que, bajo las condiciones de arquitectura de dosel leñoso del sistema agroforestal con cítricos, las diferencias en el cambio de condiciones ambientales, expresadas mediante indicadores ecofisiológicos como temperatura, humedad relativa y el ITH son mínimas, dado que se presentan valores

similares al sistema al convencional, en las horas de mayor sensación térmica (12 y 16 h).

Se recomienda seguir monitoreando el sistema, para detectar cambios en el ITH a medida que el área de dosel del componente leñoso aumente.

LITERATURA CITADA

- Ariasa, R., T. Maderb y P. Escobara. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. Archivos de Medicina Veterinaria. 40. pp. 7-22.
- Bailey, W. 2005. Identification and Creation of Optimum Habitat Conditions for Livestock. Rangeland Ecology & Management. 58 (2). 109-118.
- Black, C. R., D. Randhawa and C. K. Ong. 2015. Principles of resource capture and use of light and water. Ong, C.K.; Black, C., Wilson, J. (Eds.). Tree-Crop Interactions, 2nd Edition: Agroforestry in a Changing Climate. CABI, Boston. pp. 57-118.
- Brügemann, K., E. Gernand, U. König, V. Borstel and S. König, S. 2012. Defining and evaluating heat stress thresholds in different dairy cow production systems. Archiv Tierzucht. 55. pp. 13-24.
- Carvajal, J. y E. Oviedo. 2014. Efecto de una serina proteasa en dietas con niveles crecientes de sorgo sobre los parámetros productivos y utilización de nutrientes en pollos de engorde. Revista Colombiana de Ciencia Animal, 7(1): 44-56.
- Castro, H. 1996. Bases técnicas para el conocimiento y manejo de los suelos del valle cálido del Alto Magdalena. CORPOICA, Regional 6. Produmedios. Bogota. 107 p.
- Dairy Australia. 2012. Temperature Humidity Index (THI). In: Cool Cows. Available on line: <http://www.coolcows.com.au/go-on-alert/thi.htm>. [Feb. 18, 2015].
- Dikmen, S. and P. J. Hansen. 2009. Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy

- cows in a subtropical environment?. *J. Dairy Sci.* 92:109–116.
- Du Preez, J. H., S. J. Terblanche, W. H. Giesecke, C. Maree and M. C. Welding. 1991. Effect of heat stress on conception in a dairy herd model under South African conditions. *Theriogenology*, 35: 1039-1049.
- Espinoza, J., R. Ortega, A. Palacios y T. Guillén. 2011. Tolerancia al calor y humedad atmosférica de diferentes grupos raciales de ganado bovino. *Revista MVZ Córdoba*. 16. pp. 2.302 – 2.309.
- Forgiarini, E. 2014. Comportamiento animal e atributos fisiológicos de vacas leiteras submetidas a ambientes con e sem sombreamiento durante a estação quente. Tesis de Maestría. Universidade federal do Rio Grande Do Sul. Brasil. 11. Disponível on-line: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/101658> [Feb. 20, 2015].
- García, A. y C. Wright. 2007. Efectos del Medio Ambiente Sobre los Requerimientos Nutricionales del Ganado en Pastoreo. *Extension Extra. USDA. South Dakota State University. USA*, 5 p.
- Ghassemi, Nejada J., J. Lohakarea, J. Westb, J. and K. Sunga. 2014. Effects of water restriction after feeding during heat stress on nutrient digestibility, nitrogen balance, blood profile and characteristics in Corriedale ewes. *Animal Feed Science and Technology*. 193. pp. 1-8.
- Holdridge, L. 1967. Life zone ecology, Tropical Science Center. San José, Costa Rica 206 p.
- IDEAM. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia. 2014. Disponible en línea: <http://www.ideam.gov.co/solicitud-de-informacion>. [Dic. 15, 2014].
- Ingraham, R. H., D. Gillette and W. D. Wagner. 1974. Relationship of temperature and humidity to conception rate of Holstein cows in subtropical climate. *Journal Dairy Science*, 57: 476-481.
- Johnson, H. D. 1994. *Animal Physiology. In. Handbook of Agricultural Meteorology.* Ed. Griffiths, New York. pp. 44 – 58.
- Kandemir, C., N. Koşum and T. Taşkin. 2013. Effects of heat stress on physiological traits in sheep. *Macedonian Journal of Animal Science*, 3 (1). 25–29.
- Kellomaki, S., P. Oker-Blom and T. Kuuluvainen. 1985. The effect of crown and canopy structure on light interception and distribution in a tree stand. In: Tigerstedt P.M.A., Puttonen P. and Koski V. (eds) *Crop Physiology of Tree Forest*, pp. 107-115. Finland: University of Helsinki.
- Macias-Cruz, U., F. Álvarez-Valenzuela, A. Correa-Calderon, R. Diaz-Molina, M. Mellado, C. Meza-Herrera and L. Avendano-Reyes. 2013. Thermo regulation of nutrient-restricted haire wes subjected to heat stress during late pregnancy. *Journal of Thermal Biology*. 38. 1- 9.
- Melese, A, M. Hertog, P. Verboven, K. Baetens, M. A. Delele, H. Ramon and B. M. Nicolaï. 2006. Modelling airflow through 3d canopy structure of orchards. *Aspects of Applied Biology* 77, International advances in pesticide application. pp. 465-472.
- Miah, M. G., D. P. Garrity and M. L. Aragon. 1995. Light availability to the understory annual crops in an agroforestry system. In: Sinoquet H. and Cruz P. (eds) *Ecophysiology of Tropical Intercropping*. pp. 99-107.
- Mujika, I. 2005. El estrés calórico, efecto en las vacas lecheras. *Navarra Agraria*, Mayo-Junio.9p. Disponible en línea: http://www.produccion-animal.com.ar/clima_y_ambientacion/76-estrescalorico.pdf. [Mar. 03, 2016].
- Nienaber, J. A. and G. L. Hahn. 2007. Livestock production system management responses to thermal challenges. *Int J Biometeorol.* 52: 149-157.
- OACC. Organic Agriculture Center of Canada. 2008. Animal welfare on organic farms fact sheet series. Heat stress in ruminants. Available on line: <http://www.oacc.info/>

- Docs/AnimalWelfare/AWTF/Heat_stress_ruminants.pdf. [Feb. 20, 2015].
- Ovalle, C. and J. Avendaño. 1988. Interactions de la strate ligneuse avec le strate herbacée dans les formations d'Acacia caven (Mol.) Hook et Am. au Chili. II. Influence de l'arbre sur quelques elements du milieu microclimatic et sol. *Oecologia Plantarum* 9:113-134.
- Panagakis, P. 2011. Black-globe temperature effect on short-term heat stress of dairy ewes housed under hot weather conditions. *Small Ruminant Research*. 100. pp. 96-99.
- Peri, P. 2002. Leaf and canopy photosynthesis models for cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) grown in a silvopastoral system PhD Thesis. Lincoln University, New Zeland. pp. 11-12.
- Renaud, V., J. L. Innes, M. Dobberti and M. Rebetez. 2010. Comparison between open-site and below-canopy climatic conditions in Switzerland for different types of forests over 10 years (1998–2007). *Theor Appl Climatol*. DOI 10.1007/s00704-010-0361-0.
- Rungruang, S. 2012. Evaluation of dietary niacin and supplemental cooling for alleviation of heat stress in lactating dairy cows. PhD Thesis. University of Arizona. USA. 179 p.
- Santos, C., I. J. Lorite, M. Tasumi, R. G. Allen and E. Fereres. 2008. Integrating satellite-based evapotranspiration with simulation models for irrigation management at the scheme level. *Irrig Sci* 26, 277-288.
- Saravia, C. y C. Cruz. 2013. Influencia del ambiente atmosférico en la adaptación y producción animal. *Fac. Agr. Nota Técnica* N° 50. Uruguay. 36 p.
- Silanikove, N. 2000. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Production Science*. 67. pp. 1-18.
- Thom, E. C. 1959. The discomfort index. *Weatherwise* 12:57–59.
- Wojtas, K., P. Cwynar, R. Kolacz and R. Kupczynski. 2013. Effect of heat stress on acid base balance in Polish Merino sheep. *Archiv Tierzucht*. 56. 917- 923.
- Wilson, J. R. and M. M. Ludlow. 1991. The Environment and Potential Growth of Herbage under Plantations. En Shelton H.M. y W.W. Stür (Eds.) *Forages for Plantations crops*. Proceedings ACIAR, N° 32. Camberra, Australia pp. 10-24.

Efecto de la transición timina/citosina del gen BGH sobre parámetros reproductivos en ganado Holstein en Colombia

Effect of thymine/cytosine transition BGH gene on reproductive parameters in Holstein cattle in Colombia

Juliana Arango^{1*}, José J. Echeverri¹ y Albeiro López¹

¹Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Producción Animal, Grupo BIOGEM, Sede Medellín, AA 1779, Colombia. *correo electrónico: jarangog@unal.edu.co.

RESUMEN

La rentabilidad de los hatos lecheros depende en gran medida del mantenimiento de una alta eficiencia reproductiva. Una reproducción adecuada permite mayor producción de leche durante la vida del animal. El objetivo del trabajo fue determinar la asociación del polimorfismo del intrón 3 de la hormona de crecimiento bovino (BGH), con el número de servicios, días abiertos e intervalo entre partos en vacas de raza Holstein del departamento de Antioquia. El estudio se realizó con 415 vacas, ubicadas en 8 municipios del departamento de Antioquia. La genotipificación se llevó a cabo usando la técnica de PCR-RFLP con DNA extraído de sangre periférica mediante la técnica de salting out. La información fenotípica utilizada, fue recopilada durante 4 años, a partir de un programa de control de producción lechera vigente en los hatos. Para la asociación se realizaron análisis estadísticos con métodos paramétricos. Las frecuencias alélicas para los alelos (+) y (-) fueron 0,91 y 0,09. Las frecuencias genotípicas fueron (0,77), (0,2) y (0,03) para (+/+), (+/-) y (-/-) respectivamente. Se presentaron diferencias significativas entre las medias de los días abiertos, intervalo entre parto y número de servicios; para todas estas características los animales portadores del genotipo (+/+) tuvieron los parámetros menos favorables. Los resultados indican asociación del polimorfismo del intrón 3 de la hormona de crecimiento bovino con el número de servicios al primer parto, intervalo entre parto y los días abiertos facilitando la selección de estos genotipos para su utilización en programas de mejoramiento genético y reproductivo.

Palabras clave: PCR, RFLP, marcadores genéticos, reproducción.

ABSTRACT

The profitability of dairy herds depends largely on maintaining a high reproductive efficiency. Proper playback allows increased milk production over the life of the animal. The objective was to determine the association of the polymorphism of intron 3 of the bovine growth hormone (BGH), with the number of services, open days and calving interval in Holstein cows Antioquia department. The study was conducted with 415 cows, located in 8 municipalities of Antioquia. Genotyping was performed using the PCR-RFLP with DNA extracted from peripheral blood by salting out technique. The phenotypic data used was collected during four years, from a current control program in dairy herds. For the association Statistical analyzes were performed using methods paramétricos. The allelic frequencies for alleles (+) and (-) were 0.91 and 0.09 respectively. The genotype frequencies were (0.77), (0.2) and (0.03) for (+/+), (+/-) and (-/-) respectively. The significant differences between the means of the open days, calving interval and number of services; for all these features animals carrying the genotype (+/+) had the least favorable parameters. The results indicate association of the polymorphism of intron 3 of the bovine growth hormone with the number of services at first calving, calving interval and days open facilitating the selection of these genotypes for use in breeding programs and genetic improvement.

Key words: PCR, RFLP, genetic markers, reproduction.

Recibido: 02/02/15 Aprobado: 18/02/1616

INTRODUCCIÓN

La rentabilidad de los hatos lecheros depende en gran medida del mantenimiento de una alta eficiencia reproductiva. Una reproducción adecuada permite una mayor producción de leche durante la vida del animal, y el mayor beneficio de esta eficiencia se obtiene cuando la mayoría de las vacas tienen su primer parto alrededor de los 24 meses de edad, paren en intervalos de 13 a 13,5 meses, y pasan la mayor proporción de su vida en la fase de lactancia.

Procesos biológicos como el crecimiento y la reproducción son eventos importantes, controlados por la interacción de varias hormonas polipeptídicas. La hipófisis es una de las glándulas más importantes del cuerpo ya que segrega las hormonas que rigen dichos procesos vitales entre ellas la hormona de crecimiento bovino, BGH, (Le *et al.*, 2001).

La BHG, es uno de los principales factores que regulan el crecimiento posnatal y desempeña un papel crítico en el desarrollo de la glándula mamaria, la lactancia y la fertilidad en el ganado (Jiang y Lucy, 2001; Renaville *et al.*, 2002; Lucy, 2008; Mullen *et al.*, 2010). En las últimas décadas, el objetivo de la selección genética ha estado exclusivamente enfocado a la producción de leche, conduciendo a la disminución de la eficiencia reproductiva que empezó a declinar como resultado a las altas exigencias de volúmenes de producción (Komisarek *et al.*, 2011; Wathes *et al.*, 2007). Debido a que los genes que presuntamente afectan el rendimiento productivo, también se pueden alterar características de fertilidad en el ganado.

Desde la década de 1920, está bien documentado que (BGH) influye en procesos tales como la reproducción y se cree que tiene acciones estimulantes sobre la función gonadal (Scaramuzzi *et al.*, 1999). Su concentración en sangre ha demostrado estar asociada a la edad de la pubertad, ovulaciones dobles, desarrollo embrionario y actividad ovárica postparto (Velásquez *et al.*, 2008; Komisarek *et al.*, 2011). También se ha reportado que existe una relación significativa entre estas concentraciones circulantes de BGH y el intervalo entre partos, lo que concluye que la BGH puede ser un criterio de selección para la fertilidad (Hayhurst *et al.*, 2009).

Estos hallazgos sugieren que por lo menos alguna variación de los niveles de la BGH sea debido a algunas mutaciones de los genes, por tanto puede convertirse en un gen candidato para identificar marcadores genéticos que pueden mejorar la fertilidad y la producción de leche en el ganado (Mullen *et al.*, 2010). Este gen, localizado en el cromosoma 19 (19q26) se compone de 5 exones y 4 intrones que se traducen en una proteína de 191 aminoácidos (Lingappa *et al.*, 1977). Uno de los sitios polimórficos que ha sido asociado con producción de leche y contenido de grasa, es el intron 3, el cual su base molecular radica en la inserción de una T en la posición +837 y una transición de C-G en la posición +838, generando el sitio de restricción (Zhang *et al.*, 1993), y en donde el alelo GH+ presenta una citosina y el alelo GH- presenta una timina, T, (Lee *et al.*, 1993).

Esta investigación tuvo como objetivo determinar la asociación del polimorfismo del intrón 3 de la hormona de crecimiento bovino (BGH), con el número de servicios, días abiertos e intervalo entre partos en vacas de raza Holstein del departamento de Antioquia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Áreas y población en estudio

Se utilizaron 415 animales de la raza Holstein pertenecientes a 8 hatos lecheros ubicados en el trópico alto Antioqueño, en las zonas del norte y el oriente del departamento en los municipios de San Pedro de los Milagros (Altura: 2.475 m.s.n.m; T°: 14°C), Belmira (Altura: 2.550 m.s.n.m; T°: 14°C) y Santa Elena (altura: 2.500 m.s.n.m; T°:17°C). La información fenotípica utilizada, fue recopilada durante 4 años, a partir de un programa de control de producción lechera vigente en los hatos.

Extracción de ADN

Para la determinación de las variantes genotípicas, se extrajo sangre de la vena coccígea y se realizó la extracción del DNA, mediante la técnica de salting out, descrita por Miller *et al.*, (1988).

Sólo el ADN genómico con una pureza ideal entre 1,8-2,0 se consideró para los estudios a realizar.

Se sintetizaron los siguientes oligonucleótidos, de 20 pares de bases que permitieron amplificar el fragmento de 329 pb que presenta el sitio de restricción para la endonucleasa MspI (Dybus, 2002).

F 5' CCCACGGGCAAGAATGAGGC 3'

R 5' TGAGGAAGTGCAGGGGCCCA 3'

Se realizó una amplificación por PCR para la región específica usando un volumen final de 25 μ L que contenía 2,5 μ L buffer PCR 10X (1,0 -1,5 mM de MgCl₂, 50 mM de KCl, 10 mM de Tris-HCl, pH de 8,3), 0,2 μ M de cebadores; 0,4 mM de cada dNTPs, 2mM de MgCl₂, 1 unidades de Taq polimerasa (Bioline ®) y 30-60 ng de DNA genómico.

La PCR se realizó en un termociclador (Biometra®). Las condiciones para la amplificación de la región específica del gen BGH fueron una desnaturalización con un calentamiento inicial de cinco minutos a 94°C, una desnaturalización a 94°C por 1 minuto, alineamiento de cebadores (annealing) a 55°C por 1 minuto, extensión a 72°C por 1 minuto y finalmente se repitió desde el paso 2 durante 39 ciclos para finalizar un paso de extensión de 3 minutos a 72°C para terminar la reacción (Dybus, 2002). La temperatura de alineamiento utilizada se determinó siguiendo la recomendación de los distribuidores de los cebadores y mediante diferentes ensayos que arrojaron mayor eficiencia de alineamiento a la temperatura citada, 55°C, (Dybus, 2002).

Como control positivo de todas las reacciones se realizó la amplificación de muestras que fueron previamente evaluadas, y como control negativo reacciones en ausencia de DNA. Las variantes genotípicas fueron determinadas mediante la utilización de RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism), usando la enzima de restricción MspI, se usó un volumen final de 20 μ L que contiene 5 μ L del producto de PCR, 2 μ L de buffer Tango 1X, 12,5 μ L de agua ultra pura los cuales fueron sometidos a digestión por 5 unidades de enzima de restricción MspI durante tres horas a 37°C.

El producto se observó por electroforesis en gel de agarosa al 2,5% y bromuro de etidio. El patrón de restricción esperado para el genotipo (-/-) fue un fragmento de 329pb, para el genotipo

(+/-) tres fragmentos (329pb, 224pb y 105pb) y para el genotipo (+/+) dos fragmentos (224pb y 105pb).

Estimación de las frecuencias alélicas

La frecuencia de los diferentes alelos se estimó determinando la proporción de cada forma del gen entre el número de copias totales de la población en estudio. Se identificaron los homocigotos (dos copias del mismo alelo) y los heterocigotos (una copia de cada alelo), y se calculó la frecuencia F de cada alelo contando los homocigotos y añadiendo la mitad de los heterocigotos, con el método descrito por Hartl (2000).

Frecuencia total (p) de los alelos 1 en la población:

$$p = F_{a/a} + \frac{1}{2} F_{a/b}$$

Frecuencia total (q) de los alelos 2 en la población:

$$q = F_{b/b} + \frac{1}{2} F_{a/b}, \text{ donde;}$$

F a/a = Homocigótico

F a/b = Heterocigótico

Análisis estadístico

Para determinar la asociación de cada una de las características con el genotipo para BGH, se llevó a cabo el ajuste de modelos lineales generalizados basados en las fuentes de variación conocidas para cada una de las variables dependientes (Número de servicios al primer parto, días abiertos e intervalo entre partos). El análisis de medias de Tukey fue utilizado para determinar las diferencias entre las medias para cada uno de los niveles de los efectos fijos incluidos en los modelos. Se utilizó el paquete estadístico SAS 9,2., para todos los análisis (SAS Inst. Inc., Cary, NC).

El modelo general de efectos fijos llevado a cabo fue el siguiente:

$$Y_{ijklmnop} = \mu + G_i + H_j + AN_k + MN_l + (MN*AN)_m +$$

$$(H*AN)_n + (H*MN)_o + (H*MN*AN)_p + e_{ijklmnop}$$

Donde:

$Y_{ijklmnop}$ = Número de servicios al primer parto, días abiertos e intervalo entre partos, del

individuo X, portador del genotipo i, ubicado en el hato j, con año de nacimiento k y mes de nacimiento l.

μ = Media para la característica

G_i = Efecto fijo del Genotipo para BGH ($i=1\dots3$)

H_j = Efecto fijo del hato ($j=1\dots8$)

AN_k = Efecto fijo del Año de Nacimiento ($k=1\dots15$)

MN_l = Efecto fijo del mes de Nacimiento ($l=1\dots12$).

$(MN*AN)_m$ = Efecto fijo de la interacción entre el mes de nacimiento y el año de nacimiento ($MN*AN$)_m ($m=1\dots86$)

$(H*AN)_n$ = Efecto fijo de la interacción entre el hato y el año de nacimiento ($H*AN$)_n ($n=1\dots46$)

$(H*MN)_o$ = Efecto fijo de la interacción entre el hato y el mes de nacimiento ($H*MN$)_o ($o=1\dots68$)

$(H*MN*AN)_p$ = Efecto fijo de la interacción entre el hato, el mes de nacimiento y el año de nacimiento ($H*MN*AN$)_p ($p=1\dots41$)

$e_{ijklmnop}$ = Error experimental.

Se realizó un análisis de regresión lineal simple para determinar el efecto de sustitución alélica, con cada una de las variables en estudio, para este fin, el genotipo se convirtió a una escala cuantitativa 0, 1 y 2 para (-/-), (+/-) y (+/+) respectivamente. El modelo de regresión lineal utilizado fue el siguiente:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + e_i$$

Donde:

Y_i : Valor de la variable dependiente (Número de servicios al primer parto, días abiertos e intervalo entre partos) en función del número de alelos +.

β_0 = Intercepto

β_1 = Coeficiente de regresión lineal estimado del alelo de sustitución (+)

X_i : Número de alelos + en el individuo i. (0, 1, 2).

e_i : error residual.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación de las frecuencias alélicas y genotípicas del gen de la (BGH)

Se amplificó un fragmento de 329pb a partir del ADN de 408 animales. El análisis de los

fragmentos de restricción usando la enzima MspI, originó 2 patrones de restricción; 329pb, correspondiente al alelo (-) y 224 y 105pb, correspondiente al alelo (+). Las frecuencias alélicas de (+) y (-) fueron de 0,91 y 0,09 respectivamente. Las frecuencias genotípicas fueron (0,77), (0,2) y (0,03) para (+/+), (+/-) y (-/-) respectivamente, ver Cuadro 1.

Análisis descriptivo

El número de servicios promedio para el primer parto fue $1,5 \pm 0,8$ servicios, el promedio de los días abiertos fue $149,2 \pm 115,7$ días y el promedio para el intervalo entre partos fue $430,7 \pm 115,8$ días. Las características de mayor variabilidad fueron el número de servicios y los días abiertos con un coeficiente de variación de 55,1% y 77,57% respectivamente y el intervalo entre partos fue una característica de variación media con 26,8%. Los valores promedios de estas características están un poco por encima de las metas reproductivas para los sistemas de producción. En el Cuadro 2 se resume la estadística descriptiva para todas las características.

Efecto del genotipo sobre las características reproductivas

El genotipo mostró una diferencia altamente significativa con el número de servicios para el primer parto ($P < 0,01$), el coeficiente de determinación (r) para el modelo fue de 0,85, indicando que los efectos como el hato, el año de nacimiento, mes de nacimiento, la interacción entre el mes y año de nacimiento, entre el hato y año de nacimiento, hato y mes de nacimiento y la interacción entre el hato el mes y el año de nacimiento, explican en un 85% la variación para esta característica. El análisis de medias de Tukey mostró que el genotipo (+/+) fue el menos favorable para la característica, ya que los animales portadores, presentaron mayor número de servicios, entre los genotipos (-/-) y (+/-) no hubo diferencias significativas ($P > 0,05$), tal como aparece en el Cuadro 3.

El genotipo tuvo un efecto significativo sobre los días abiertos, el coeficiente de determinación fue de 0,67, lo que indica que la variación para esta características esta explicada en un 67% por los efectos incluidos en el modelo. La prueba

Cuadro 1. Frecuencias alélicas y genotípicas para el polimorfismo del intrón 3 del gen de la hormona de crecimiento bovino en ganado Holstein del departamento de Antioquia, Colombia.

Raza	Frecuencias alélicas		Frecuencias genotípicas		
	Alelo (-)	Alelo (+)	(+/+)	(+/-)	(-/-)
Holstein	0,09	0,91	0,77	0,2	0,03

Las frecuencias genotípicas y alélicas obtenidas en el presente trabajo coinciden con las reportadas por Gorbani *et al.* (2009), en una población de 183 animales de raza Holstein, donde se encontraron frecuencias de 0,787, 0,191 y 0,022 para los genotipos (+/+), (+/-) y (-/-) respectivamente, y 0,883 y 0,117 para los alelos (+) y (-) respectivamente.

Cuadro 2. Media, desviación estándar (DE) y coeficiente de variación (CV) para el número de servicios días abiertos e intervalo entre partos en vacas Holstein del Departamento de Antioquia.

Característica	N	Media	DE	CV
Número de servicios	353	1,5	0,8	55,1%
Días abiertos (días)	353	149,2	115,7	77,5%
Intervalo entre partos (días)	353	430,7	115,8	26,8%

Cuadro 3. Análisis de medias de Tukey para el efecto del genotipo sobre número de servicios para el primer parto, días abiertos e intervalo entre partos.

Genotipo	Número de servicios	Días abiertos (días)	Intervalo entre partos (días)
(+/+)	2,0 a	153,5 a	434,9 a
(+/-)	1,5 b	137,1b	418,1b
(-/-)	1,5 b	135,8b	417,1b

Letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa ($P < 0,05$)*.

de medias de Tukey mostró que el genotipo (+/+) es el menos favorable para esta característica, ya que los individuos tuvieron mayor número de días abiertos; 17 días más que los individuos (-/-) y 16 días más que los individuos (+/-), entre los genotipos (-/-) y (+/-) no hubo diferencias significativas ($P > 0,05$), ver el Cuadro 3.

El efecto del genotipo fue altamente significativo sobre el intervalo entre partos ($P < 0,01$), el coeficiente de determinación del modelo fue

de 0,67 indicando que todos los efecto que se incluyeron en este (el hato, el año de nacimiento, mes de nacimiento, la interacción entre el mes y año de nacimiento, entre el hato y año de nacimiento, hato y mes de nacimiento y la interacción entre el hato el mes y el año de nacimiento) explican en un 67% la variación de esta característica. El análisis de prueba de medias de Tukey mostró como el genotipo (+/+) es el menos favorable, ya que los individuos tuvieron mayor intervalo entre partos; 17 días

más que los individuos (-/-), entre los genotipos (-/-) y (+/-) no hubo diferencias significativas ($P > 0,05$), ver Cuadro 3.

Efecto de sustitución alélica del polimorfismo del gen BGH sobre las características reproductivas

Se encontró un coeficiente de regresión para los días abiertos, (β) de 13,2, es decir que por a cada alelo (+) que aporte el individuo los días abiertos aumentan 13,2 días; para el intervalo entre partos se encontró un coeficiente de regresión (β) de 13,5, es decir por cada alelo (+) en el individuo este parámetro aumenta en 13 días. El número de servicios tuvo un coeficiente de regresión (β) de -0,08, indicando que por cada alelo (+) el número de servicios disminuye en 0,08.

El coeficiente de regresión estimado para el intervalo entre partos, fue altamente significativo ($P < 0,01$), los coeficiente de regresión para el número de servicio para el primer parto y los días abiertos fueron también significativos ($P < 0,05$). Los coeficientes de regresión de cada una de las características son mostrados en el Cuadro 4.

La mayoría de las asociaciones de características relacionadas con la fertilidad en el ganado con el gen de la BGH se han realizado en el polimorfismo ubicado en el quinto exón en la posición 2.141, en el cual una sustitución de una citosina (C) por una guanina (G) provoca un cambio de aminoácido de una leucina (L) a una valina (V) (Pereira *et al.*, 2005; Reiss *et al.*, 2001).

Gretel *et al.* (2011) no encontraron ningún efecto de este genotipo con parámetros reproductivos

como servicios por concepción, parto primer servicio y tasa de preñez, de igual manera Balogh *et al.* (2009), no encontraron ningún efecto en el tiempo de la primera ovulación posparto. Otros reportes como los de Lechniak *et al.* (2002) no mostraron efecto del genotipo en el número de ovulaciones, y Katalin *et al.* (2006) no descubrieron ningún efecto con el intervalo entre partos. Komisarek *et al.* (2011) localizaron que el genotipo se asoció significativamente con el intervalo entre partos.

Mullen *et al.* (2010) incluyeron en sus estudios seis nuevos polimorfismos situados en el primer exón (región 5'), encontraron que tres de ellos (BGH32, BGH35 y BGH38 todos caracterizados por una sustitución alélica de una Timina por una Citosina en el primer exón) se asociaron con la tasa de preñez al primer servicio. También se realizaron asociaciones con el intervalo entre partos donde se encontró un efecto de los polimorfismos BGH32 y BGH38 en el tercer parto.

No se encontraron reportes para el polimorfismo en estudio. La baja frecuencia de algunos genotipos limita las asociaciones del polimorfismo con estos parámetros reproductivos. Aunque se encontró una asociación significativa con el número de servicios, intervalo entre partos y días abiertos, denotando al genotipo (-/-) como el más favorable para estas características reproductivas.

Algunos estudios sugieren que el genotipo de la BGH (+/+) para este polimorfismo está asociado favorablemente con producción y composición láctea, (Dybus, 2002; Zwierzchowski, 2002), este genotipo en el presente estudio también se asoció con mayores intervalos entre partos, días abiertos y número de servicios al primer parto,

Cuadro 4. Coeficientes de regresión (β), para las características número de servicios, días abiertos e intervalo entre partos.

Característica	Intercepto (I)	Beta (β)	Error Estándar β
Número de servicios al primer parto	1,7	-0,08	0,03
Días abiertos (días)	126,7	13,2	4,6
Intervalo entre partos (días)	407,5	13,5	4,6

y como en estas poblaciones se han trabajado apareamientos dirigidos para lograr mayores volúmenes de producción de leche; dichos apareamientos podrían explicar, la baja fertilidad y la disminución de la eficiencia reproductiva que coincide con el incremento en la producción de leche en muchos hatos lecheros (Komisarek *et al.*, 2011; Reist *et al.*, 2003; Wathes *et al.*, 2007).

CONCLUSIONES

Este es el primer reporte que evalúa la asociación entre el número de servicios, días abiertos e intervalo entre partos con el polimorfismo del intron 3 del gen de la hormona de crecimiento bovino en ganado Holstein de trópico alto colombiano, los cuales servirán de base para futuras investigaciones.

Aunque la baja frecuencia del genotipo (-/-) puede generar dificultades al momento de haber realizado estas asociaciones, se encontraron que las tres características se asociaron con el polimorfismo en estudio; por ende se recomienda aumentar el tamaño muestral y así generar resultados de mayor confiabilidad para facilitar la selección de estos individuos favorables para su utilización en un programa genético y reproductivo.

LITERATURA CITADA

- Balogh, O., K. Kova'cs , M. Kulcsa'r , A. Ga'spa'r'dy , A. Zsolnai , L. Ka'tai , A. Pécsi, L. Fésüs , W. R. Butler and G. Huszenicza. 2009. Alul polymorphism of the bovine growth hormone (GH) gene, resumption of ovarian cyclicity, milk production and loss of body condition at the onset of lactation in dairy cows. *Theriogenology.*, 71 (4): 553 -559. Available on line: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0093691X08003841>. [Ene. 12, 2015].
- Dybus, A. 2002. Associations of growth (GH) and Prolactin (PRL) genes polymorphisms with milk production traits in Polish Black and White cattle. *Anim Sci P.*, 20 (4): 203 -212. Available on line: <http://www.archanimbreed.com/pdf/2005/at05p149.pdf>. [Nov. 02, 2014].
- Gorbani, A., T. Vaez, M. Bonyadi and C. Amirinia. 2009. A MspI PCR-RFLP within bovine growth hormone gene and its association with sperm quality traits in Iranian Holstein bulls. *Afr J Biotechnol.*, 8 (19); 4811 - 4816. Available on line: http://www.researchgate.net/publication/255628171_A_MspI_PCR_RFLP_within_bovine_growth_hormone_gene_and_its_association_with_sperm_quality_traits_in_Iranian_Holstein_bulls. [Ene. 12, 2015].
- Gretel, R., C. Mariana, J. M. Ramos and I. Pereira. 2011. Metabolic and endocrine profiles and reproductive parameters in dairy cows under grazing conditions: effect of polymorphisms in somatotropic axis genes. *Acta Veterinaria Scandinavica.*, 53:35. Available on line: <http://www.actavetscand.com/content/53/1/35>. [Dic. 18, 2014].
- Hartl, D. 2000. A primer of populations Genetics. Sinauer Associates, Inc. Publishers. Sunderland, Massachusetts. U.S.A. 3ra Ed., pp. 26 - 31.
- Hayhurst C., A. Flint, P. Lovendahl and J. Woolliams. 2009. Genetic variation of metabolite and hormone concentration in UK Holstein-Friesian calves and the genetic relationship with economically important traits. *J Dairy Sci.*, 92 (8): 4001-4007. Available on line: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030209707234>. [Nov. 14, 2014].
- Jiang, H. and M. C. Lucy. 2001. Variants of the 5'-untranslated region of the bovine growth hormone receptor mRNA: isolation, expression and effects on translational efficiency. *Gene.*, 265 (1-2): 45-53. Available on line: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378111901003560>. [Ene. 12, 2015].
- Katalin, K., V. József, Z. Attila, G. István and F. László. 2006. Associations between the Alul polymorphism of growth hormone gene and production and reproduction traits in a Hungarian Holstein-Friesian bull dam population. *Arch Tierz.*, 49 (3):

- 236 -249. Available on line: <http://www.archanimbreed.com/pdf/2006/at06p236.pdf>. [Ene. 12, 2015].
- Komisarek, J., M. Arkadiusz and W. Anna. 2011. The effects of polymorphisms in DGAT1, GH and GHR genes on reproduction and production traits in Jersey cows. *Animal Science Papers and Reports*, 29 (1): 29 -36. Available on line: <http://free-journal.umm.ac.id/download-pdf-journal-558-the-effects-of-polymorphisms-in-dgat1-gh-and-ghr-genes-on-reproduction-and-production-traits-in-jersey-cows.pdf>. [Dic. 10, 2014].
- Le, D., C. Bondy , S. Yakar , J. Liu and A. Butler . 2001. The Somatomedin Hypothesis 2001. *Endocr Rev.*, 22 (1): 53 -74. Available on line: <http://press.endocrine.org/doi/pdf/10.1210/edrv.22.1.0419>. [Ene. 20, 2015].
- Lee, B., G. Lin, B. Crooker, M. Murtaugh, L. Hansen and H. J. Chester. 1993. Association of somatotropin gene polymorphism at the 5th exon with selection for milk yield in holstein cows. *Domest Anim Endocrin.*, 13 (4): 376 – 381. Available on line: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8839630>. [Dic. 15, 2014].
- Lechniak, D., T. Adamowicz, D. Stanislawski and D. Kaczmarek. 2002. In vitro maturation and fertilization of bovine oocytes in relation to GH gene polymorphism (Leu/Val). *Reprod Nutr Dev.*, 42 (3): 275 - 280. Available on line: <http://rnd.edpsciences.org/articles/rnd/pdf/2002/04/08.pdf>. [Nov. 20, 2014].
- Lingappa, V., A. Devillers and G. Blobel. 1977. Nascent prehormones are intermediates in the biosynthesis of authentic bovine pituitary growth hormone and prolactin. *P Natl A Sci.*, 74 (6): 2432 - 2436. Available on line: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/267936>. [Dic. 15, 2014].
- Lucy, M. 2008. Functional differences in the growth hormone and insulin-like growth factor axis in cattle and pigs: implications for post-partum nutrition and reproduction. *Reprod Domest Anim.*, 43 (2): 31 - 39. Available on line: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0531.2008.01140.x/pdf>. [Ene. 20, 2015].
- Miller, S., D. Dykes and H. Polesky . 1988. A simple salting-out procedure for extracting DNA from human nucleated cells. *Nucleic Acid Res.*, 16: 1215. Available on line: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC334765/>. [Ene. 20, 2015].
- Mullen, M., D. Berry , D. Howard , M. Diskin, C. Lynch , E. Berkowicz , D. A. Magee, D. E. MacHugh and S. M. Waters. 2010. Associations between novel single nucleotide polymorphisms in the Bos taurus growth hormone gene and performance traits in Holstein-Frisian dairy cattle. *J Dairy Sci.*, 93 (12): 5959 - 5969. Available on line: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002203021000648X>. [Ene. 20, 2015].
- Pereira, A., M. Maurício, N. Henrique and C. Luciana. 2005. Association of GH and IGF1 polymorphisms with growth traits in a synthetic beef cattle breed. *Genet Mol Biol.*, 28 (2): 230 - 236. Available on line: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-47572005000200009. [Ene. 12, 2015].
- Renaville, R., M. Hammadi and D. Portetelle . 2002. Role of the somatotropic axis in the mammalian metabolism. *Domest Anim Endocrinol.*, 23 (1-2): 351- 360. Available on line: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0739724002001704>. [Ene. 12, 2015].
- Reiss, C., D. Navas , M. Pereira and A. Cravador. 2001. Growth hormone Alu polymorphism analysis in eight portuguese bovine breeds. *Arch zootec.*, 50: 41-48. Available on line: <http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCIQFjAA&url=http%3A%2F%2Fdiagonalnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F1426689.pdf&ei=t6rPVImDISXgwSzsYGADA&usg=AFQjCNEWNWJrV4IMo3ridvwMWWCJmBZTvw&sig2=mmlraTluwOHXwMKsQ563jA>. [Ene. 20, 2015].
- Reist, M., D Erdin , E. Von , K. Tschümperlin , H. Leuenberger , H. Hammon , C. Morel,

- C. Philipona , Y. Zbinden , N. Künzi and J. W. Blum . 2003. Postpartum reproductive function: association with energy, metabolic and endocrine status in high yielding dairy cows. *Theriogenology.*, 59 (8): 1707- 1723. Available on line: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0093691X02012384>. [Ene. 20, 2015].
- SAS 9.2 SQL Procedure User's Guide. 2009. SAS Institute., Inc., Cary, N.C, USA.
- Scaramuzzi, R., J. Murraya , J. Downingb and B. Campbellc . 1999. The effects of exogenous growth hormone on follicular steroid secretion and ovulation rate in sheep. *Domest Anim Endocrinol.*; 17 (2-3): 269 – 277. Available on line: http://www.researchgate.net/publication/12773737_The_effects_of_exogenous_growth_hormone_on_follicular_steroid_secretion_and_ovulation_rate_in_sheep. [Enero, 2015].
- Velásquez, M., L. Spicer and D. Wathes. 2008. The role of endocrine insulin-like growth factor-I (IGF-I) in female bovine reproduction. *Domest Anim Endocrinol.*, 35 (4): 325 - 342. Available on line: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0739724008000775>. [Dic. 04, 2014].
- Wathes, D., M. Fenwick, Z. Cheng, N. Bourne, S. Llewellyn, D. Morris, D. Kenny, J. Murphy and R. Fitzpatrick. 2007. Influence of negative energy balance on cyclicity and fertility in the high producing dairy cow. *Theriogenology.*, 68 (1): S232 - 41. Available on line: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0093691X07001343>. [Dic. 04, 2014].
- Zhang, H., D. Brown and S. Denise. 1993. Polymerase Chain Reaction-Restriction Fragment Length Polymorphism analysis of the bovine somatotropin gene. *J Anim Sci.*, 71: 2276. Available on line: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8104173>. [Dic. 04, 2014].
- Zwierzchowski, L., J. Krzyzewski, N. Strzałkowska, E. Siadkowska and Z. Ryniewicz. 2002. Effects of polymorphism of growth hormone (GH), Pit-1, and Leptin (LEP) genes, cow's age, lactation stage and somatic cell count on milk yield and composition of polish black-and-white cows. *Anim Sci P.* 20 (2): 213 -227. Available on line: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=PL2003001056>. [Ene. 12, 2015].

Qualidade da lã em diferentes regiões corporais de ovelhas da raça Corriedale

Wool quality in different parts of the body of Corriedale breed sheep

Calidad de la lana en diversas regiones del cuerpo de las ovejas de raza Corriedale

Fernando Amarilho-Silveira^{1*}, Jaqueline Schneider Lemes² e Roger M. Gomes Esteves³

¹Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Departamento de Zootecnia. Pelotas. Brasil. *Correio eletrônico: amarillo@zootecnista.com.br. ²Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Centro de Educação Superior do Norte do Rio Grande do Sul (CESNORS). Palmeira das Missões. Brasil. ³Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Zootecnia. Pelotas. Brasil.

RESUMO

O conceito de qualidade da lã envolve uma série de fatores inerentes à raça e ao manejo nutricional, reprodutivo, genético e sanitário, sendo o resultado destes observado na esquila. Qualquer lã, como matéria prima têxtil, tem um determinado uso industrial, e seus defeitos podem limitar sensivelmente sua utilidade ou encarecer de forma exagerada seus custos para colocá-la em condições a ser manufaturada. O objetivo da presente pesquisa foi avaliar as características de qualidade da lã em diferentes regiões corporais de ovelhas (*Ovis aries*) da raça Corriedale. Utilizando-se 90 amostras de lã oriundas de 30 ovelhas da raça Corriedale. Foram coletadas amostras da espádua, costilhar e coxa do lado esquerdo no animal. Essas foram submetidas às seguintes análises para estimar a qualidade da lã: dados objetivos, suavidade, elasticidade, volume da mecha de lã e rendimento ao lavado. A região da espádua apresentou menor diâmetro da fibra, menor distribuição estatística em micras que representa aproximadamente 70% das fibras que discrepam do diâmetro médio das fibras da amostra, menor número de micras que se afastam do diâmetro médio de 5% das fibras mais grossas, maior porcentagem de fibras com diâmetro inferior a 15 μ , maior fator de conforto, melhor qualidade ao fiado, ponto de menor diâmetro mais fino ao longo da mecha, maior suavidade e maior elasticidade. Neste rebanho a espádua foi a região de melhor qualidade, porém o costilhar é a que melhor prediz o perfil laneiro das ovelhas.

Palavras-chave: fibra de origem animal, fibra têxtil, ovinos, velo.

ABSTRACT

The concept of wool quality involves a number of factors inherent to the breed and management nutrition, genetic and health as well as reproductive performance, being the result of all these management practices are observed at shearing time. Any wool, textile raw materials, has a specific industrial use and faults can limit their usefulness or significantly raise costs to put it in position to be manufactured. The aim of this study was to evaluate the wool quality characteristics in different body regions of sheep (*Ovis aries*) Corriedale. Samples of the paddle, side and fourth from the left side in the animal were collected. These were subjected to the following tests to estimate the quality of wool: objective data, softness, elasticity, volume of the wick and washing performance. The paddle region showed smaller diameter fiber, less statistical distribution in microns, representing approximately 70% of fibers that average fiber diameter are not agreed on the sample, the lower number of microns that deviate from the average diameter of 5% of coarse fibers, greater percentage of fibers with a diameter of less than 15 μ , greater comfort factor, best quality in the spun, point of lower thinner diameter along the wick, softer and more elastic. In this herd the paddle was the best quality region, but the side is the one that best predicts the wool profile of sheep.

Key words: animal fiber, textile fiber, sheep, fleece.

Recibido: 08/04/15 Aprobado: 01/03/16

RESUMEN

El concepto de calidad de la lana involucra a una serie de factores inherentes a la raza y manejo nutricional, genético y sanitario, reproductivo, siendo el resultado de estos observados en la esquila. Cualquier lana, como materia prima textil, tiene un uso industrial específico y sus defectos pueden limitar sensiblemente su utilidad o elevar sus costos para ponerla en condición para ser manufacturada. El objetivo de esta investigación fue evaluar las características de calidad de la lana en diversas regiones del cuerpo de las ovejas (*Ovis aries*) de la raza Corriedale. Se recolectaron muestras de la paleta, costado y cuarto del lado izquierdo en el animal. Estos fueron sometidos a las siguientes pruebas para estimar la calidad de las lanas: datos objetivos, suavidad, elasticidad, volumen de la mecha y rendimiento al lavado. La región de la paleta mostró menor diámetro de la fibra, menor distribución estadística en micrones que representa aproximadamente el 70% de las fibras que discrepan del diámetro medio de las fibras de la muestra, el menor número de micras que se apartan del diámetro promedio del 5% de fibras gruesas, mayor porcentaje de fibras con un diámetro de menos de 15 μ , mayor factor de confort, una calidad superior a hilar, más fino el punto de menor diámetro a lo largo de la mecha, más suave y una mayor elasticidad. En esta majada la paleta fue la región de mejor cualidad, pero el costado es la que mejor representa el perfil lanero de la oveja.

Palabras clave fibra de origen animal, fibra textiles, ovinos, vellón.

INTRODUÇÃO

A produção de lã no cenário internacional vem retomando importância e participação econômica dentro da propriedade rural. Frente a impasses entre produtores e frigoríficos, que dificultam a comercialização do produto cordeiro, em países como Brasil, e a crescente procura por produtos naturais, renováveis e biodegradáveis, com recursos que não se esgotam e não causam danos ao ambiente, à valorização do produto lã vem ganhando espaço.

Porém uma retomada ao investimento laneiro dentro da ovinocultura atual, onde demanda o conhecimento intrínseco de cada rebanho, uma

vez que há grande heterogeneidade intra-raacial, principalmente nas raças Cruzas finas, devido a cruzamentos desordenados, assim defasando anos de seleção para características de produção, criam-se demandas de atualização de estudos que eram realizados até a década de 90, sobre a produção e qualidade desse produto. Porém, ainda não são encontradas novas metodologias para mensurar e classificar características da lã, levando em conta a atual desuniformidade dos rebanhos atuais.

O conceito de qualidade envolve uma série de fatores inerentes à raça, ao manejo nutricional, reproductivo, genético e sanitário, sendo o resultado destes observado na esquila. Qualquer lã, como matéria prima têxtil, tem um determinado uso industrial, e seus defeitos podem limitar sensivelmente sua utilidade ou encarecer de forma exagerada seus custos para coloca-la em condições a ser manufacturada (Osório *et al.*, 2014).

Neste contexto podemos indicar o diâmetro (ou finura) da fibra de lã como a característica de maior importância na valorização do produto, em que fibras mais finas possuem maior valorização, pelo fato de atender uma maior gama de produtos (Aliaga, 2006), logo perfazendo 80% da remuneração (Osório *et al.*, 2014). As mais finas são características das raças Merino, e as mais grossas, também as de mechas mais compridas, nas raças Lincoln e Leicester, por exemplo. Exemplos do destino industrial de lãs, com 20 μ , que vão servir como matéria prima para a fabricação de Caxemira, e, com 40 μ , para a fabricação de tapetes (Minola e Elissondo, 1990).

Esse diâmetro das fibras é muito variável, dentro do velo como entre fibras da mesma mecha, assim pode ser encontradas diferenças marcantes até mesmo na extensão da fibra em virtude de desequilíbrios fisiológicos ao longo de um período de crescimento. Quando o animal foi alimentado regularmente durante todo esse período e não tenha sido submetido a transições fisiológicas como a gestação e lactação, e a surtos parasitários, o diâmetro será o mesmo tanto na base como na ponta das mechas (Khan *et al.*, 2012).

A variação do diâmetro vai desde raças, animais e regiões no velo dos animais, onde a

uniformidade está diretamente relacionada à pureza racial e a sua individualidade. Há velos que apresentam sob o ponto de vista comercial apenas dois tipos de lã quanto à finura, ao passo que outros chegam a ter cinco ou seis tipos. Geralmente no velo há uma variação em finura da região anterior para a posterior do animal. Assim é que a da espádua/paleta é a mais fina, em seguida, lombo, anca e coxa/quarto. Nesta última parte é comum encontrar-se fibras muito grossas quando se trata de animais mestiços inferiores, constituindo essa característica um sinal de degeneração racial (Amarilho-Silveira *et al.*, 2015). Entretanto a maior variação do diâmetro esta dentro da própria mecha do que propriamente dentre as regiões corporais (Amarilho-Silveira *et al.*, 2015).

Outros fatores qualitativos como a falta de densidade, suavidade, elasticidade, carácter, comprimento de mechas e diminuição da capacidade higroscópica podem submeter ou ser consequência de defeitos. Um velo com pouca densidade além de produzir menor quantidade de lã, expõe as mechas ao rigor do ambiente, como umidade, radiação, calor, proliferação de patógenos, consecutivamente diminuindo a capacidade produtiva e afetando as características (suavidade, elasticidade, carácter e higroscopia). O comprimento de mecha também é outro fator de suma importância, tanto de forma econômica (quanto maior a mecha, maior o peso do velo) como pela maior facilidade de secagem mediante a aeração. Um velo com maior comprimento de mecha terá uma menor curvatura, logo preservará sua arquitetura (Barzola, 2009).

A curvatura das fibras está associada com as ondulações da mecha levando em conta o ângulo de curvatura (°graus) por unidade de comprimento de arco, mm, (Postle e Mahar, 2002). Uma baixa curvatura caracteriza maior comprimento de mecha, maior altura média nos Tops, menor porcentagem de Blouss, melhorando a performance ao fiado e a suavidade nos tecidos (Barzola, 2009). Essa característica em questão está relacionada com a frequência de número de ondulações e estas medidas se obtém em fragmentos de 2 mm da mecha, sendo expressada em graus/mm. A curvatura com maior grau por milímetro tem maior número de ondulações, assim valores até 50 graus/mm

são descritos como baixa curvatura, de 60 a 90 graus/mm descritos como média curvatura, e as curvaturas altas são aquelas maiores de 100 graus/mm (Holt, 2006).

Estudo realizado por Amarilho-Silveira e Lemes (2014) considerando o volume de mecha como uma ferramenta de maior praticidade para aferição da quantidade de lã passível de produção por um animal da raça Corriedale, soma à importância do presente trabalho, em estimar esta característica, complementando as demais sem necessitar técnicas mais sofisticadas para aferir sobre a densidade folicular.

Diante esses fatores e metodologias propostas, objetivou-se avaliar as características de qualidade da lã em diferentes regiões corporais de ovelhas da raça Corriedale.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido junto a Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão, RS, Brasil, (31° 52' 00"S; 52° 21' 24" O), utilizando-se 90 amostras de lã oriundas de 30 ovelhas da raça Corriedale. Em 17 de junho de 2014 foram coletadas amostras de lã em três regiões do velo (Figura 1), a saber: espádua, costilhar e coxa. As amostras foram retiradas do lado esquerdo dos animais, uma vez que ruminantes têm hábito de se deitar sobre o lado oposto ao rúmen, caracterizando o lado direito como ostentador de maiores impurezas na lã (Pinto de Andrade *et al.*, 1999).

Uma vez coletadas, as amostras foram submetidas às seguintes análises para estimar a qualidade da lã: dados objetivos provenientes do Optical Fibre Diameter Analysis (OFDA), suavidade, elasticidade, volume da mecha de lã e rendimento ao lavado.

Dados referentes às análises objetivas do OFDA consistiram na aferição do diâmetro da fibra de lã em micras (DF), distribuição estatística em micras que representa aproximadamente 70% das fibras que discrepam do diâmetro médio das fibras da amostra (DPF), coeficiente de variação do diâmetro (CVD), o número de micras que se afastam do diâmetro médio de 5% das fibras mais grossas em micras (MFG), porcentagem de fibras menores que 15 μ (<15), fator de conforto, ou seja, porcentagem de fibras menores ou igual

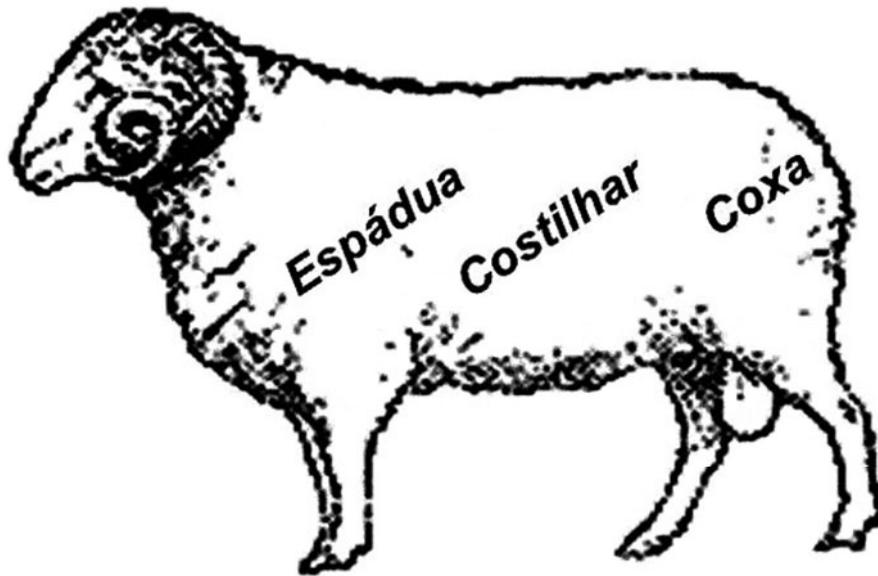


Figura 1. Regiões de amostragens do velo (Figura fornecida pelos autores).

a 30μ (FC), é o cálculo que leva em consideração o diâmetro da fibra e o coeficiente de variação do diâmetro, representando a qualidade do fiado expressado em μ (QF), comprimento da mecha em mm (CM), ponto mais fino ao longo da mecha em μ (MinMic), ponto mais grosso ao longo da mecha em μ (MaxMic), distância da ponta até o ponto mais fino ao longo da mecha em mm (DistPF), e curvatura da fibra em graus por mm (CVR) (IWG, 2014).

Para estimativa de suavidade (Suav), as amostras, após passarem pelo processo de lavagem, foram submetidas ao tato do avaliador. Foram atribuídos escores de 1 a 5, com intervalos de 0,5, em que 1 é uma lã muito suave, onde ao se passar a mão ao longo da fibra, no sentido base-ponta, não se encontra nenhuma resistência ao fluxo do toque, e 5 é uma lã muito áspera, sem presença de suavidade, em que o fluxo do toque encontra resistência por conta da fibra.

Conforme o preconizado e caracterizado pela Red Textil (2013), a elasticidade (Elast) é a propriedade da capacidade de se estirar a fibra a partir de seu comprimento original (longitude relativa) e depois de estirada, até o desaparecimento total das ondulações (longitude absoluta), retornar a valores próximos da longitude relativa (Figura 2). Baseado nisso,

aferiu-se a característica, considerando o valor longitudinal relativo de uma mecha de fibras com aproximadamente 3 mm de largura e 0,8 mm de profundidade, qual sofreu estiramento até o completo desaparecimento das ondulações caracterizando a longitude absoluta. Assim quando a fibra retomou seu resort original, mediu-se novamente o comprimento, e calculou-se a em porcentagem (%) o quanto a fibra retornou ao seu valor longínquo original (Elast % = comprimento original/comprimento pós estirarse x 100).

O volume da mecha de lã (Vol), segundo metodologia proposta por Amarilho-Silveira e Lemes (2014), obteve-se pelo espaço tridimensional referente à multiplicação da largura, profundidade e comprimento de cinco mechas, logo utilizando o valor médio para predizer o Vol da região. O rendimento ao lavado (Rend) foi obtido pela lavagem de aproximadamente 100 g de amostra de lã suja de cada região do velo, subsequentemente secado em estufa de ar forçado a 100°C até peso constante (Lopes e Figueró, 1978). Assim conforme os mesmos autores, quando obtido o peso da amostra lavada e seca inclui-se no cálculo de rendimento 16% de umidade standard, logo chegando aos valores de rendimento pela fórmula: Rend = [(peso da amostra lavada/peso da amostra suja) x 100] + 16%.

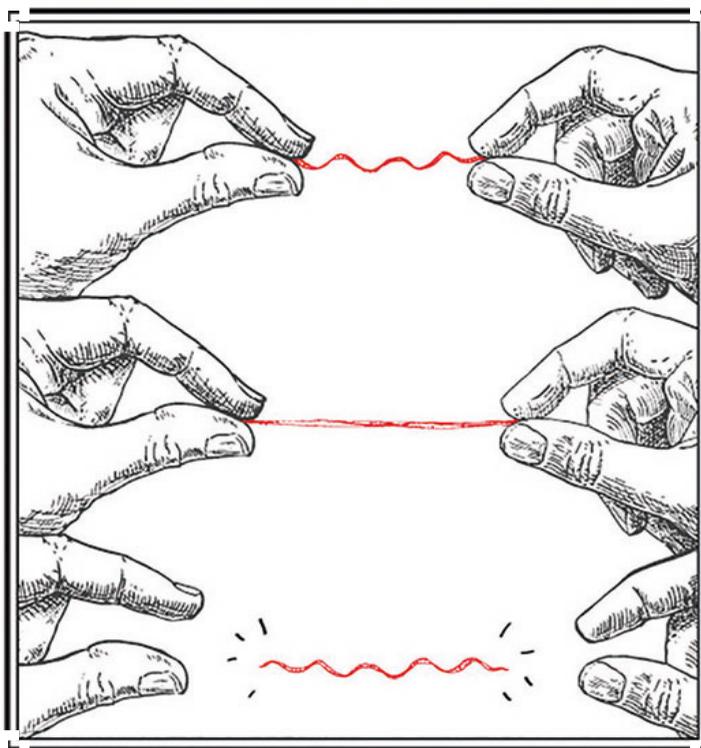


Figura 2. Demonstração didática da elasticidade da fibra de lã (Red Textil, 2013).

Em base nos valores obtidos para cada região corporal e a média de todas as medidas, excluindo as medidas de Suav, os dados foram submetidos à comparação de médias pelo teste de Fisher ao nível de 5% de probabilidade. Para Suav, por ser uma variável não-paramétrica, submeteu-se ao teste de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade. Ambos os testes foram executados utilizando o pacote estatístico SAS (SAS, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi encontrada diferença significativa ($P < 0,05$) para o diâmetro da fibra (DF), em que a região da espádua se mostrou mais fina que as regiões do costilhar, da coxa e do diâmetro médio entre as regiões. Resultados que vão de encontro aos comentados por Osório *et al.* (2014), que atribui a região da paleta (equivalente a espádua no presente estudo) como ostentadora de fibras de maior finura (Tabela 1).

Os coeficientes de variação (CVD) não diferiram significativamente ($P > 0,05$) entre as regiões,

estando abaixo do preconizado pela IWTO (2015), a saber, coeficientes de variação menores ou iguais a 24%. Conforme Cardellino (1983) a variação da finura é devido pela diferença da atividade folicular, onde os dois tipos de folículos (secundários e primários) respondem de maneira distintas aos efeitos ambientais externos e/ou internos. Logo, proporcionado coeficientes de variação diferentes de zero.

Para a distribuição estatística em micras que representa aproximadamente 70% das fibras que discrepam do diâmetro médio das fibras da amostra (DPF) e o número de micras que se afastam do diâmetro médio de 5% das fibras mais grossas (MFG), a região da espádua apresentou menores valores ($P < 0,05$), logo assim mostra que essa região apresenta uma maior homogeneidade, em que a discrepância foi apenas, respectivamente, de 5,19 e 9,33 μ (Tabela 1). Conforme o relatado por Neimaur *et al.* (2015) em relação aos estudos realizados por CSIRO, tem-se demonstrado que o conforto proporcionado pelos tecidos quando em contato com a pele, está relacionado com o diâmetro que

Tabela 1. Dados do OFDA 2000 nas três diferentes regiões do velo (médias e desvios-padrão).

Variável ¹	Região corporal			Média
	Espádua	Costilhar	Coxa	
DF (μ)	26,39 \pm 2,21c ²	29,39 \pm 2,68ab	30,34 \pm 2,14a	28,71 \pm 2,07b
DPF (μ)	5,19 \pm 0,63c	5,69 \pm 0,62ab	5,95 \pm 0,70a	5,61 \pm 0,53b
CVD (%)	19,71 \pm 2,32a	19,50 \pm 2,31a	19,65 \pm 2,30a	19,63 \pm 2,06a
MFG (μ)	9,33 \pm 1,26b	10,47 \pm 1,41a	10,87 \pm 1,48a	10,23 \pm 1,18a
<15 (%)	0,75 \pm 0,82a	0,29 \pm 0,32b	0,27 \pm 0,47b	0,44 \pm 0,45b
FC (%)	77,82 \pm 12,85a	60,37 \pm 17,76bc	54,04 \pm 14,37c	64,08 \pm 13,27b
QF (μ)	25,42 \pm 2,05c	28,25 \pm 2,38ab	29,22 \pm 1,95a	27,62 \pm 1,80b
CM (mm)	76,83 \pm 10,46a	76,16 \pm 8,77a	75,33 \pm 10,98a	76,11 \pm 8,69a
MinMic (μ)	23,60 \pm 2,63c	25,77 \pm 3,12ab	26,85 \pm 2,70a	25,40 \pm 2,42b
MaxMic (μ)	28,53 \pm 2,26c	31,72 \pm 2,68ab	32,61 \pm 2,29a	30,95 \pm 2,08b
DistPF (mm)	7,16 \pm 13,37a	2,83 \pm 5,03a	7,50 \pm 18,32a	5,83 \pm 7,33a
CVR ($^{\circ}$ /mm)	39,93 \pm 8,18a	40,71 \pm 9,76a	38,75 \pm 7,97a	39,79 \pm 8,09a

¹ DF= diâmetro da fibra de lã em micras; DPF = distribuição estatística em micras que representa aproximadamente 70% das fibras que discrepam do diâmetro médio das fibras da amostra; CVD = coeficiente de variação do diâmetro; MFG = o número de micras que se afastam do diâmetro médio de 5% das fibras mais grossas em micras; <15 = porcentagem de fibras menores que 15 micras; FC = fator de conforto, ou seja, porcentagem de fibras menores ou igual a 30 micras; QF = é o cálculo que leva em consideração o diâmetro da fibra e o coeficiente de variação do diâmetro, representando a qualidade do fiado expressado em micras; CM = comprimento da mecha em milímetro; MinMic = ponto mais fino ao longo da mecha em micras; MaxMic = ponto mais grosso ao longo da mecha em micras; DistPF = distância da ponta até o ponto mais fino ao longo da mecha em milímetros; CVR = curvatura da fibra em graus por milímetro.

² Médias seguidas de diferentes letras na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Fisher (P<0,05).

possui os extremos da fibra que sobressaem do tecido. Assim vem-se estabelecendo que, se os extremos da fibra mais grossos que 30 micras não superam 5% do total, o conforto a nível de pele é aceitável para a maioria dos usuários.

Logo a região espádua também apresentou, com P<0,05, maior porcentagem de fibras com diâmetro inferior a 15 μ e maior fator de conforto, ou seja, porcentagem de fibras menores ou igual a 30 μ . Como lãs mais finas possuem maior valorização, pelo fato de atender uma maior gama de produtos (Aliaga, 2006), logo perfazendo 80% da remuneração do produto (Osório *et al.*, 2014), essa região, como representado por Aguirre (2007), é a que apresenta melhor qualidade dentre as demais.

Outra variável de grande importância avaliada neste estudo é a qualidade do fiado (QF), qual estima, mediante cálculo teórico, o diâmetro médio das fibras pós-fiado, em que o processo de penteado gera uma quantidade de lã residual de fibras menores que 7 cm e com diâmetros inferiores a 17,1 μ , qual chamado de Blouss. Esse, por sua vez, é um subproduto da industrialização sendo destinado para confecção de panos e chapéus, que por apresentar fibras curtas e muito finas, é submetido, após classificado, ao processo de cardado (IWTO, 2015).

Neste sentido a região da espádua foi a que apresentou melhor (QF), com P<0,05, assim podendo proporcionar fios mais finos na confecção dos Tops (Tabela 1). Portanto ela foi a que apresentou menores diâmetros (P<0,05)

no ponto mais fino ao longo da mecha (MinMic), assim as fibras dessa região vão apresentar menor resistência, pois essa característica é um parâmetro importante para aferir solidez e firmeza das mechas ao serem esticadas, logo assim para determinar seu destino industrial (Gea, 2007). Esse evento é causado devido a interações de vários fatores, como a baixa nutricional, em relação às exigências, e enfermidades, como as gastrointestinais ou ectoparasitoses (Khan *et al.*, 2012).

O contrário também reflete diretamente no diâmetro, em que Amarilho-Silveira *et al.* (2015), em revisão, comentam que um aumento na qualidade alimentar, juntamente com um ganho de peso corporal, proporciona um aumento também no diâmetro da fibra, logo no presente foi encontrada diferença significativa ($P < 0,05$) entre as regiões da espádua e da coxa, sendo essa última a que apresentou maiores diâmetros no ponto mais grosso ao longo da mecha (MaxMic), entretanto a região do costilhar não diferiu ($P > 0,05$) das demais (Tabela 1).

Uma vez que não foram encontradas diferença significativas ($P > 0,05$) para as variáveis de comprimento da mecha (CM) e a distância da ponta até o ponto mais fino ao longo da mecha (DistPF), podemos afirmar que a época de desordem fisiológica foi quando os animais apresentavam apenas 5,83 mm de comprimento de mecha, ou seja, período logo após a esquila na primavera, onde os animais foram adquiridos e submetidos a mudança abrupta de sistemas, sendo o antigo um sistema extensivo com

pastejo integrado com outras espécies, e o atual com manejo semiextensivo com altas cargas parasitárias.

Esses distúrbios sanitários podem reduzir substancialmente o crescimento da lã, particularmente em ovinos infectados pela primeira vez por endoparasitas, onde sua resistência está se desenvolvendo, ou quando enfrentam grandes cargas parasitárias, onde o organismo não consegue aportar nutrientes para as duas vias de interesse, imune e produtiva, tendo por tendência atender este primeiro e logo prejudicando o segundo, que nestas situações se reduzem tanto o diâmetro da fibra como a sua resistência (Khan *et al.*, 2010; Osório *et al.*, 2014).

A curvatura da fibra não se apresentou diferente, devido a não ocorrência de diferença entre o número de ondulações por polegada (dados não apresentados) e no CM, a saber: para a espádua, costilhar e coxa as ondulações médias das três regiões foram de cinco ondulações por polegadas e o CM, respectivamente, 76,86, 76,16 e 75,33 mm.

Não foi encontrada diferença significativa ($P > 0,05$) para a variável de volume de mecha, logo se mostrando, em quantidade de lã, a grande homogeneidade dentre as regiões (Tabela 2). Em relação ao escore de suavidade, como mostrado na Tabela 2, a região da espádua se apresentou mais suave que o costilhar ($P < 0,05$), onde pode ser atribuído que lãs mais finas são mais suaves ao toque, por estarem mais protegidas pela

Tabela 2. Suavidade, elasticidade, volume de mecha e rendimento ao lavado nas três diferentes regiões do velo (médias e desvios-padrão).

Variável ¹	Região corporal			Média
	Espádua	Costilhar	Coxa	
Suav (1-5)	2,66 ± 0,53b ²	3,10 ± 0,63a	2,95 ± 0,57ab	2,90 ± 0,54ab
Elast (%)	93,82 ± 2,60a ³	91,11 ± 5,48ab	90,21 ± 8,14b	91,71 ± 3,79ab
Vol (mm ³)	2834,49 ± 2096,84b ³	5359,01 ± 3368,52a	5493,92 ± 2578,82a	4562,47 ± 2420,27a
Rend (%)	68,34 ± 6,32a ³	66,10 ± 5,28ab	65,04 ± 7,59b	66,49 ± 4,78ab

¹ Suav = Suavidade da lã; Elast = Elasticidade da lã; Vol = Volume de mecha de lã; Rend = Rendimento ao lavado da lã. ² Médias seguidas de diferentes letras na linha diferem estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis ($P < 0,05$). ³ Médias seguidas de diferentes letras na linha diferem estatisticamente pelo teste de Fisher ($P < 0,05$).

suarda devido uma maior relação de folículos secundário/primários, em relação às fibras mais grossas (Amarilho-Silveira *et al.*, 2015). Porém não foi o que aconteceu quando comparada com a região da coxa, qual não diferiu ($P>0,05$) de nenhuma das demais (Tabela 2).

Esse achado difere pelo relatado por Aguirre (2007), onde enquadra a região do quarto (referente à coxa no presente estudo) como uma local em que as fibras são mais ásperas, ou seja, com menor suavidade, devidamente por ser uma região que apresenta maior diâmetro de lã e com menor lubrificação.

Assim podemos hipotetizar que este deve-se ao número de cutícula e sua disposição quando envolve o córtex da fibra. Que segundo Osório *et al.* (2014), quanto maior for o diâmetro da fibra, maior número de cutículas será necessário para encobri-la, porém seu crescimento é decorrente da carga genética e aporte nutricional, ou seja, o carregamento de nutrientes específicos e o sequenciamento gênico para formação da cutícula pode ter se apresentado diferente entre as regiões.

A região da espádua foi a que apresentou maior elasticidade e maior rendimento ao lavado ($P<0,05$), quando comparada à região da coxa, que segundo Aguirre (2007) a região da coxa é a que apresenta pior qualidade entre as demais estudadas. A inferioridade tanto na elasticidade como no rendimento ao lavado provavelmente, segundo mesmo autor, pode ser levado ao fato de que a região da coxa possui menor quantidade de suarda, uma vez que ela mantém as características da fibra aguçadas e constitui um grande componente no peso da lã no estado sujo.

Quando levado em consideração os valores médios dentre as regiões pra as variáveis obtidas pelo OFDA (Tabela 1) e para suavidade, elasticidade, volume de mecha e rendimento ao lavado (Tabela 2), a região que melhor prediz o todo, ou seja, a região que não diferiu da média em nenhuma das variáveis estudadas ($P>0,05$) foi o costilhar.

Minola e Elissondo (1990), dando um exemplo de um reprodutor da raça Merino tendo as seguintes finuras: Lã da paleta (espádua) 20 μ , lã do costilhar 21 μ e lã dos quartos (coxa) de 22

μ , entretanto a finura média do velo foi de 21 μ . Pinto de Andrade (1999), também encontraram resultados semelhantes para ovinos da raça Merino, em Portugal, onde tanto para o diâmetro das fibras como para o rendimento ao lavado, a região do costilhar se apresentou a que melhor representa o todo.

CONCLUSÃO

A espádua foi à região que se mostrou a ostentadora da lã de melhor qualidade, logo sendo o costilhar a melhor região para predizer o perfil laneiro das ovelhas, onde em nenhuma das avaliações diferiu da média.

LITERATURA CITADA

- Aguirre, A. 2007. Porcentaje de Pedaceria. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. PROLANA Argentina. Chubut, Argentina.
- Aliaga, J. 2006. Producción de Ovinos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 420 p.
- Amarilho-Silveira, F. e J. S. Lemes. 2014. Qualidade da lã de ovelhas Corriedale com diferentes volumes de mecha. V Congreso de la Asociación Uruguaya de Producción Animal. Montevideo, Uruguay.
- Amarilho-Silveira, F., W. C. Brondani y J. S. Lemes. 2015. Lã: Características e fatores de produção. Arch. Zootec. 64(R): 13-24.
- Barzola, J. C. G. 2009. Evaluación del método de clasificación del vellón de ovino Corriedale (*Ovis aries*) en la S.A.I.S Pachacutec. Tese. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 67 p.
- Cardellino, R. 1983. Importancia de las características de la lana. Secretariado Uruguayo de la Lana, Ovinos y Lanans, n. 10. Montevideo, Uruguay.
- Gea, G. 2007. Ganado Lanar. El ganado lanar en la Argentina. 2ª ed. Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Córdoba. Argentina. 280 p.

- IWG. Interactive Wool Group. 2014. Disponível on-line: <http://www.iwgofda.com/ofda2000.htm>. [Out. 17, 2014].
- IWTO. International Wool Textile Organization. 2015. Disponível on-line: <http://www.iwto.org/wool/the-natural-fibre/>. [Mar. 06, 2015].
- Holt, C. A. 2006. Survey of the relationships of crimp frequency, micron, character & fiber curvature. A Report to the Australian Alpaca Assoc. International School of Fibers, Pampubula Beach, Australia.
- Khan, M. J., A. Basit, H. M. Arshad, A. A. Farooq and C. S. Hayat. 2010. Epidemiological studies on different factors affecting growth performance of animals in Southern Punjab. National conference on the Strategies to improve Red meat Production in Pakistan. Faculty of Veterinary Sciences Bahauddin Zakriya, Multan, Pakistan. 36 p.
- Khan, M. J., A. Abbas, M. Ayaz, M. Naeem, M. S. Akhter and M. H. Soomro 2012. Factors affecting wool quality and quantity in sheep. *African J. Biotech.* 11(73): 13761-13766.
- Lopes, O. T. P. and Figueró, P. R. P. 1978. Some factores affecting the clean wool production en Polwarth (Ideal) sheep. *Revista Centro Ciências Rurais*, 8(1): 27-33.
- Neimaur, K., I. Sienna, R. Kremer, A. L. Sánchez y J. I. Urioste. 2015 Diámetro de la lana y su variabilidad en Corriedale. 1. Asociación fenotípica con características de la lana de medición objetiva. V Congreso de la Asociación Uruguaya de Producción Animal, Montevideo. *Arch. Latin. Prod. Anim.*, 23: CP2.
- Minola, J. y A. Elissondo. 1990. Praderas y Lanares. *Tecnología Ovina Sudamericana. Hemisfério Sur.* Buenos Aires, Argentina. 64 p.
- Osório, J. C. S., M. T. M. Osório, F. M. Vargas Junior e A. Leão, A. G. 2014. Produção e qualidade de lã. *In* Selaive, A. B. y Osório, J. C. S. (Eds.) *Produção de Ovinos no Brasil.* Roca. Vila Mariana, Brasil. pp. 449-467.
- Pinto de Andrade, L., A.M. Rodrigues, J. Varzea Rodrigues, C. Rebelo de Andrade e M. L. Esteves. 1999. Caracterização da qualidade da fibra lanar de um efectivo Merino Branco. *Jornadas "Ovelhas de Raça Merina". Sociedade Portuguesa de Ovinotecnia e Caprinotecnia.* Porto Alegre, Brasil. 8 p.
- Postle, R. and T. Mahar. 2002. Fiber crimp, curvature and diameter of australian fine wool and their influence on textile properties. University of New England. Armidale, Australia.
- Red Textil Argentina. 2013. Propriedades físico-químicas de la lana. Disponível on-line: <http://www.redtextilargentina.com.ar/index.php/component/content/article/103.html>. [Mai. 31, 2013].
- SAS. Statistical Analysis Systems Institute. 2002. Version 9. SAS.

Niveles de premezcla de vitaminas y microminerales en dietas para gallinas reproductoras pesadas sobre algunas variables productivas y reproductivas

Premix levels of vitamins and trace minerals in diets for broiler breeder hens on some productive and reproductive variables

Charly Farfán-López^{1*}, Bruno Pellizzoni¹, Rafael Galindez¹ y Yakeline Pizzo²

¹Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Instituto de Producción Animal. Maracay, Venezuela. Correo electrónico: charly.farfa@gmail.com, charly.farfa@ucv.ve.

²Reveex Nutrición C. A. Gerencia de Nutrición Animal. Maracay, Venezuela.

RESUMEN

Para evaluar efecto del nivel de pre-mezcla de vitaminas y microminerales sobre las variables productivas y calidad de huevos en reproductoras pesadas. Para ello, se utilizaron 120 reproductoras del híbrido Ross 308, distribuidas en tres tratamientos (T), que contenían niveles de pre-mezcla de vitaminas y minerales de 0,70% (T1), 0,56% (T2) y 0,42% (T3). Evaluando las variables de peso vivo, producción de huevos, fertilidad estimada, peso del huevo, calidad del huevo, altura de la clara, altura de la yema, peso de la cáscara y unidad de Haugh (UH). No hubo diferencias significativas en las variables peso vivo ($3.969 \pm 18,73$ g), producción de huevos ($32,7 \pm 1\%$), UH ($93,4 \pm 0,87$) y altura de la clara ($6,57 \pm 0,21$ mm). Para la fertilidad estimada hubo diferencia ($P=0,0151$) entre T1 (67,63%), T2 (44,94%) y T3 (58,83%), a su vez, la altura de la yema hubo diferencias ($P=0,0103$) entre T1 (18,01 mm) con respecto a T2 (16,99 mm) y T3 (17,52 mm). En el peso del huevo hubo diferencia ($P=0,0004$) entre T1 (65,18g) con respecto a T2 (63,07 g) y T3 (63,63 g) y para el peso de la cáscara ($P=0,0257$) entre T1 (7,92 g), T2 (7,83 g) en comparación con T3 (7,27 g). La disminución de la pre-mezcla de vitaminas y microminerales, afecta la fertilidad estimada, la altura de la yema, peso del huevo y peso de la cáscara. Se recomienda añadir 0,70% de esta pre-mezcla en dietas para gallinas de la línea de reproductoras pesadas Ross 308.

Palabras clave: Avicultura, nutrición aviar, fertilidad, vitaminas.

ABSTRACT

To evaluate the effects of pre-mix level of vitamins and trace minerals on production and quality of eggs in broiler breeder hens. To accomplish it, 120 hens Ross 308 hybrid were randomly allotted into three treatments (T) that contained premix levels of vitamins and minerals of 0.70% (T1), 0.56% (T2) and 0.42% (T3). The variables live weight of hens, egg production, estimated fertility, egg weight, egg quality, albumen height, yolk height, shell weight and Haugh units (HU) were evaluated. There were no significant differences in the live weight of hens (3.969 ± 18.73 g), egg production ($32.7 \pm 1\%$), HU (93.4 ± 0.87) and albumen height (6.57 ± 0.21 mm), however, the estimated fertility was not different ($P=0.0151$) among T1 (67.63%), T2 (44.94%) and T3 (58.83%). The yolk height was greater ($P=0.0103$) for T1 (18.01 mm) than T2 (16.99 mm) and T3 (17.52 mm). Also in egg weight was difference ($P=0.0004$) between T1 (65.18g) relative to T2 (63.07 g) and T3 (63.63 g) and the weight of the shell ($P=0.0257$) between T1 (7.92 g), T2 (7.83 g) as compared to T3 (7.27 g). The decrease of the premix of vitamins and trace minerals, affects estimated fertility, yolk height, egg and shell weight. In this regard, it is recommended adding 0.70% of this pre-mix in diets for broiler breeder hens Ross 308 hybrid.

Key words: Aviculture, poultry nutrition, fertility, Haugh unit, vitamins.

Recibido: 07/05/15 Aprobado: 09/03/16

INTRODUCCIÓN

La avicultura venezolana es de carácter intensiva, desarrollada por medianos y grandes productores asociados en integraciones, donde factores como genética, alimentación, manejo y sanidad determinan el éxito en las granjas. En específico, las reproductoras pesadas representan la base para el mantenimiento y expansión de la producción de carne de pollos a nivel nacional, generando proteína con alto valor biológico, por tal motivo las dietas que se apliquen en dichas líneas tendrán un posterior efecto en el éxito de los objetivos deseados.

Los alimentos utilizados en la avicultura se han desarrollado en torno a las necesidades concretas del animal, donde las pre-mezclas representan una unidad compuesta generalmente por cobre, iodo, magnesio, manganeso, zinc, hierro y selenio dentro de los micro-minerales; y ácido fólico, colina, biotina, niacina, ácido pantoténico, vitamina A, vitamina C, vitamina D, vitamina E, vitamina K y complejo de la vitamina B dentro de las vitaminas. Actualmente las pre-mezclas de vitamina y microminerales, son un componente indispensable en la formulación de las dietas, variando su composición de acuerdo a las necesidades y resultados que se desea obtener. Por este motivo, cambios en su nivel de inclusión tienen efectos colaterales sobre factores como mortalidad, resistencia y vigor de los pollos incubados (Hernando, 1990).

No son muchos los autores relacionados con el estudio de las pre-mezclas y su efecto en las dietas de reproductoras pesadas, sin embargo, efectos significativos sobre el peso del huevo se documentaron en un estudio realizado por Junqueira *et al.* (2010) encontrándose con aumento en la producción de huevos y el peso del huevo con niveles de pre-mezcla cercanos al 0,40 %, siendo la última variable estrechamente relacionada con el peso de los pollitos a los 7 días. Sin duda es vital tener pollos más pesados la primera semana de cría ya que es garantía de buenos resultados en el futuro, además, el peso del huevo y la calidad de la cáscara son factores importantes en la producción de huevos fértiles. Se encontró que el aumento en el peso del huevo tiene influencia en una mejor calidad cáscara, por lo tanto, hay mayor probabilidad que los huevos eclosionen (Silveira *et al.*, 2005).

En relación a lo antes mencionado, se estima que la incidencia de los huevos rotos está entre 6 y 8% de los huevos producidos (Salvador *et al.*, 2009), a su vez se han documentado efectos en la altura de la clara y el peso de la yema, con efectos antagónicos en las dos variables (Silversides *et al.*, 2006), debido a que la curva de postura no es persistente en el tiempo, al decaer rápidamente hace necesario que se implanten planes en la reducción de pérdidas, motivo por lo que las pre-mezclas son muy importantes para la formación de la cáscara.

En el éxito de la producción con reproductoras pesadas, aunque depende en gran medida de la eficiencia en producción de huevos y la calidad de los mismos, la fertilidad juega un papel fundamental, debido a que los huevos fertilizados son los que producirán pollos de engorde, objetivo central de las reproductoras pesadas. Y tal y como lo demuestra Spradley *et al.* (2008), que inclusiones de pre-mezclas con niveles de 0,58% no afectan la fertilidad en la reproductoras pesadas. Por lo tanto, dadas las variaciones en cuanto a los valores de la inclusión de pre-mezcla en reproductoras pesadas y sus efectos heterogéneos a nivel reproductivo. Se hace necesario estudiar de manera específica las pre-mezclas y sus niveles de inclusión en las dietas, para con ello tener mayor nivel de certeza a la hora de formular.

En tal sentido el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del nivel de pre-mezcla de vitaminas y microminerales sobre las variables productivas y calidad de huevos en reproductoras pesadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el Laboratorio Sección de Aves de la Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, estado Aragua, Venezuela (10°16'50" N, 67°35'01" O), a una altura de 452 m.s.n.m. La zona presenta características ambientales anuales de temperatura de 25°C, humedad relativa de 75% y precipitaciones de 1068 mm (INIA, 2012).

La fase experimental tuvo una duración de 25 semanas, comenzando a partir de las 25 hasta las 50 semanas de edad de las aves. Se utilizó

un diseño completamente aleatorizado, con tres tratamientos 0, 20 y 40% de reducción de premezcla de vitaminas y microminerales con base en 7 kg/t como se detalla en el Cuadro 1, con cinco repeticiones cada uno. Cada repetición estuvo conformada por siete gallinas y un gallo, para un total de 120 aves de la línea pesada Ross 308. Para el inicio de postura, se realizó una selección de los animales evaluando las características físicas de los mismos, además del peso vivo, donde se descartaron las aves con defectos en las patas, picos u otros problemas visibles que pudiesen afectar la ejecución de la fase experimental.

Las aves durante el ensayo fueron alimentadas con una dieta balanceada, formulada con base en los requerimientos nutricionales para reproductoras, y con única variación el nivel de inclusión de la pre-mezcla de vitaminas y microminerales (cuadro 1 y 2), suministrándose una ración diaria en promedio de 169,2 g

alimento/ave, en un horario comprendido entre 7:30-8:00 am. La cantidad de la ración diaria suministrada se tomó del manual de manejo para la línea genética Ross 308, considerando la hora más fresca para el consumo de alimento de los animales evitando estrés y problemas de producción.

El galpón utilizado se encuentra orientado en dirección este-oeste, presentando medidas de 60 m de largo x 6 m de ancho, estructurado con paredes de bloques de concreto y malla tipo gallinero, techo de zinc y piso de cemento. Está compuesto por 60 corrales, los cuales están dispuestos en dos hileras de 30 cada uno, separados por un pasillo central de 2 m de ancho. Los corrales poseen un área de 2 m², tres nidales trampa, comedero de tolva y bebedero tipo copa, piso con cáscara de arroz de 10 cm de altura, aproximadamente. No se aplicó programa de iluminación debido a las limitaciones en cuanto a suministro energético.

Cuadro 1. Composición de raciones para gallinas reproductoras con variación en nivel de inclusión de premezcla de vitaminas y microminerales.

Ingredientes	Tratamiento 1 (T1)	Tratamiento 2 (T2) %	Tratamiento 3 (T3)
Harina de maíz amarillo	57,44	57,41	57,44
Harina de torta de soya	25,00	25	25
Carbonato de calcio grueso	6,20	6,2	6,2
Segunda y tercerilla de arroz	5,00	5	5
Cascarilla de arroz	2,00	2	2
Aceite de maíz	2,00	2	2
Tricalfos	1,40	1,55	1,65
Premezcla de vitaminas y micro-minerales	0,70	0,56	0,42
Sal	0,15	0,17	0,18
Metionina 99%	0,11	0,11	0,11
Análisis Calculado			
Humedad	11,28	11,27	11,26
Proteína Bruta	16,14	16,14	16,13
Fibra Bruta	4,18	4,17	4,17
Ceniza	11,00	11,1	11,14
Calcio	2,84	2,87	2,9
Fosforó total	0,63	0,66	0,68

Fuente: Gerencia de Formulación Reveex Nutrición C.A

Cuadro 2. Composición de la pre-mezcla de vitaminas y microminerales en raciones para gallinas reproductoras con variación de inclusión.

Ingredientes, Unidad	Tratamiento 1 (T1)	Tratamiento 2 (T2)	Tratamiento 3 (T3)
Vitamina A, UI	2.000.000,00	1.666.666,7	1.428.571
Vitamina D3, UI	400.000,00	333.333,3	285.714,3
Colina, g	71,43	59,53	51,03
Vitamina E, g	5,715	4,763	4,083
Niacina, g	5,714	4,762	4,082
Pantotenato de calcio, g	1,858	1,548	1,327
Vitamina B2, g	1.143	0.952	0.8164
Vitamina B6, g	0.486	0.405	0.347
Vitamina K3, g	0.286	0.238	0.204
Vitamina B1, g	0.287	0.239	0.205
Ácido fólico, g	0.143	0.119	0.102
Biotina, g	0.029	0.024	0.020
Vitamina B12, g	0.0036	0.003	0.0025
Manganeso, g	12.858	10.715	9.184
Zinc, g	12.857	10.714	9.183
Hierro, g	8,572	7,143	6,122
Cobre, g	1.715	1.429	1.225
Iodo, g	0.215	0.179	0.153
Selenio, g	0.043	0.035	0.030

Fuente: Gerencia de Formulación Reveex Nutrición C.A

En relación al manejo sanitario, se realizó una desinfección con Cloruro de Benzalconio al 80% en una relación 1:2000 en solución acuosa, aplicado en el sitio de alojamiento de las aves 10 días antes de su instalación en los corrales, con una bomba de fumigación de 46 l, se procedió a rociar de manera homogénea con la solución en las áreas de: corrales, comederos, bebederos y nidales para con ellos realizar la desinfección. A las aves que presentaron lesiones en la zona posterior del cuerpo debido a la copula, motivado por el tamaño y peso de los machos, se les aplicó un gel que contiene: por cada 100 g

dietil 0-3.5.6 tricloro-2 piridil-fosfato al 96, Aceite de Pino 35% e ingredientes inertes 60%.

Las variables evaluadas durante la fase experimental:

Peso vivo de gallinas

Se realizó la medición del peso de las gallinas una vez por semana antes de suministrar el alimento. También se procedió a colocar los animales por separado en cestas de pesaje, para lo cual se utilizó una balanza digital (AND modelo FW-31K con capacidad de 31 kg y apreciación de 0,01 kg). El pesaje se realizó desde la semana 25 de

edad de las gallinas y gallos hasta la semana 50, para contar con un registro de datos en total de 25 semanas. *Producción de huevos*: se evaluó entre la semana 25 y la semana 50 de edad de las reproductoras. Los datos de postura fueron sistematizados en planillas ubicadas en los corrales seleccionados. Diariamente los huevos fueron recolectados verificando en los nidales, proceso que se llevó a cabo tres veces al día (8:00 am, 12:00 m y 4:00 pm).

Calidad del huevo

Los huevos se pesaron por medio de una balanza digital (KERN modelo FCB de 0,5 g de apreciación). Se tomaron dos huevos por cada tratamiento para luego medir el peso, se hizo el pesaje los días miércoles y jueves durante 13 semanas en la segunda fase del experimento, desde la semana 37 de edad hasta la semana 50 de edad, esto con el objetivo de realizar la recolección de datos en el momento con más respuesta homogénea en postura.

En el caso del peso de la cáscara, luego de medir el peso del huevo se descascaró y se colocó toda la cáscara en una bandeja, para posteriormente en la balanza tomar el valor del peso húmedo, al igual que el peso del huevo, este procedimiento fue realizado desde la semana 37 de edad hasta la 50 para tener un total de 13 semanas. Luego de descascarar los huevos, el contenido se colocó sobre una bandeja de vidrio (mesa didáctica), y utilizando un Vernier de Trípode con tornillo milimétrico colocado en el centro de la yema, se obtuvo la altura de la yema (mm), además, se midió el punto de unión entre

la yema y la albúmina (clara densa) para obtener altura de la albúmina. La Unidad Haugh (UH), se determinó por medio de la siguiente fórmula, según norma Ender *et al.* (1986):

$$UH=100\text{Log}(h-1,7G^{0,37}+ 7,6)$$

Dónde: h= altura de la albúmina en milímetros.
G= peso del huevo en gramos

Fertilidad estimada

La fertilidad se estimó al momento de la evaluación de las variables de calidad de los huevos, observando minuciosamente para verificar la presencia de disco germinal, el cual fue tomado como indicador de fertilidad positiva. Durante las 13 semanas de estudio los datos se registraron por corral y tratamiento.

Para el análisis de los datos registrados de las variables; peso del huevo, peso de la cáscara, altura de la yema, altura de la clara, se realizó un análisis de varianza, usando el programa estadístico SAS (Littell *et al.*, 2002), mientras que para la fertilidad estimada, se utilizó una prueba de proporciones usando el procedimiento GENMOD del programa estadístico SAS (2002), luego, se verificó la diferencia entre promedios se realizaron pruebas de "t" de Student sobre las medias ponderadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al evaluar los pesos promedios de las gallinas, tal como se pueden observar en el Cuadro 3, no expresaron diferencias significativas con los tratamientos, con un valor de $3.969 \pm 18,73$ g.

Cuadro 3. Peso de gallinas, producción de huevos y fertilidad estimada en gallinas reproductoras con variación en nivel de inclusión de premezcla de vitaminas y microminerales.

Tratamiento (T)	Peso de gallinas (g)	Producción de huevos (%)	Fertilidad estimada (%)
1	3.943	32,95	67,63 ^a
2	3.985	35,44	44,94 ^b
3	3.980	33,02	58,83 ^c
Probabilidad	0,05	0,3108	0,0151
EE	18,73	1,84	9,34

Superíndice con letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas ($P<0,05$).

EE: Error estándar de la media.

Según Aviagen (2011), las aves en el lapso estudiado debían estar alrededor de los 3.685 g de peso, en comparación a nuestros resultados con 300 g de peso sobre el estándar. Resultado similar al presente estudio el reportado por Farías *et al.* (2000) quienes al incluir la pre-mezcla de 0,50% en la dieta no afectó el peso de las gallinas, similar a la evaluación realizada por Shen *et al.* (1981), donde suministraron un nivel de pre-mezcla de 0,60%, y no se evidenció diferencias en los pesos de las gallinas de 30 semanas de edad. Para finalizar, cuando se suministró una dieta con pre-mezclas de 0,40%, no se alteró de manera significativa para ninguno de los tratamientos en cuanto al peso de las gallinas, no obstante se registraron cambios significativos en el consumo de los tratamientos (Fernandes *et al.*, 2009). En comparación a nuestro estudio, la diferencia en la pre-mezcla de vitaminas y minerales respecto a las literaturas citadas fue de 0,10% - 0,20%, sin afectar la variable en evaluación.

Hay que resaltar, a pesar de que las aves orientadas a la reproducción tienen una fuerte influencia genética en el crecimiento durante las primeras 18 semanas de edad que puede derivar en un mayor consumo y producir pollas obesas, afectando la fertilidad (Mateos *et al.*, 1994). En otras palabras, la alteración de las pre-mezclas en las dietas no tiene influencia determinante en los pesos de gallinas, aves adultas son capaces de adaptar su consumo, cuando hay alteraciones relevantes en los alimentos para adecuarlo a sus necesidades siempre y cuando se encuentran en rangos razonables, por este motivo los factores (densidad, temperatura ambiental, emplume, iluminación, entre otros) son los que podrían ejercer una influencia en la definición del peso de gallinas en etapas tempranas de desarrollo.

La producción de huevos (Cuadro 3) se muestra sin diferencias ($P > 0,05$), obteniendo en promedio $32,7 \pm 1\%$ postura, indicando un bajo rendimiento de postura; contrario a lo reportado por Farías *et al.* (2000), donde evaluó una inclusión de 0,5% de pre-mezcla con un rendimiento de 72,74%. Pero, Shen *et al.* (1981) evaluaron una pre-mezcla de 0,60% en gallinas de 30 semanas de edad, donde encontraron que hay inmediata disminución en la producción de huevos llegando a situar en 30% de postura. Pese a, cuando se evaluó una pre-mezcla de 0,40%, lograron obtener

resultados de postura 77,79% (Fernandes *et al.*, 2009). Así mismo, una dieta de 0,15% de pre-mezcla la producción de huevos fue de 81,25%, respectivamente (Fanchiotti *et al.*, 2010).

Comparando resultados en cuanto al comportamiento de la postura a nivel temporal con (Mateos *et al.*, 1994), su estudio obtuvo en la primera semana de postura 20%, y en los picos de postura, resultados cercanos al 80% con un rápido descenso hasta establecerse en el 40% de postura. La diferencia en la inclusión de pre-mezcla mencionada en la literatura citada se ubica entre 0,10 - 0,50% con respecto a nuestro estudio, y la diferencia en la producción de huevos es bastante relevante ya que en casi todos los estudios esta variable estuvo muy por encima de nuestros resultados, aunque es importante resaltar la tendencia característica de líneas pesadas al expresar bajos niveles en producción de huevos hasta establecerse en valores de producción cercanos al 40%. Aunado a esto, las instalaciones en las cuales se desarrolló el estudio estaban adaptadas a gallinas livianas.

Igualmente, es bien conocido que las reproductoras pesadas responden a la fotorefractoriedad, fenómeno que, esto influenciado en gran medida por la respuesta fisiológica del ave al invierno, en cuyo caso era necesario tener un primer periodo de iluminación de ocho horas para luego pasar un periodo de entre 12 y 14 horas de luz, en el presente estudio las aves tenían el peso adecuado para la madurez sexual a las 20 semanas, pero sin ser fotoestimuladas, las aves no pasarían de manera completa a un proceso productivo (Aviagen, 2009), esto sin menoscabo en la calidad del huevo por ser aves sexualmente adultas.

En relación a la fertilidad estimada (Cuadro 3), resultó que hubo diferencias significativas ($P = 0,0151$), observándose valores: 67,63% (T1), 44,94% (T2) y 58,83% (T3), existiendo una disminución al comparar T1 vs T2 y T3, respectivamente. Resalta el valor promedio de T1, tratamiento con el más alto valor de inclusión de pre-mezcla, siendo los otros dos tratamientos afectados por la reducción de la misma. Pese a, Lucca *et al.* (2011) evaluaron una dieta con pre-mezcla de 0,5% resultando una fertilidad de 87,64%, a la par Pereira *et al.* (1999) suministró

una dieta de 0,6% de pre-mezcla obtuvo resultados de fertilidad 87,2%, junto a esto, en la evaluación de una pre-mezcla 0,16% resultando fertilidades de 53,6% (Quadro *et al.*, 2006a). En estrecha relación se evaluó la inclusión de pre-mezcla de 0,1% resultado una fertilidad estimada de 97,98% (Tozzo *et al.*, 2013).

Por último, Quadro *et al.* (2006b) con una pre-mezcla en la dieta de 0,16% señala una fertilidad estimada de 57,36%. La variedad de respuestas productivas que se presentan en las investigaciones mencionadas arrojan, elementos en torno a la influencia que ejerce el nivel de pre-mezcla sobre la fertilidad, ya que en muchos casos al aumentarse los niveles se mejoraron los resultados al igual que en la presente evaluación.

En el Cuadro 4, se observan los valores promedios para el peso del huevo, con diferencias significativas ($P=0,0004$), el peso del huevo tuvo 65,18 g (T1), 63,07 g (T2) y 63,63 g (T3). Comparando nuestros resultados común estudio similar realizado por Farías *et al.* (2000), aplicaron niveles de inclusión de pre-mezcla de 0,5% resultó en cuanto al peso de los huevos 64,71 g, otros autores evaluaron una pre-mezcla 0,25% respectivamente el peso del huevo fue de 58,56 g (Salvador *et al.*, 2009). Sin embargo, Fernandes *et al.* (2009) llevaron a cabo en estudio para la evaluación de una pre-mezcla de 0,4% resultando con 68,68 g del peso de huevo, aunado a esto, Costa *et al.* (2008) realizaron un estudio en el cual se suministró dietas con

pre-mezcla de 0,25% en reproductoras pesadas reportando peso de huevo en 64,65 g.

En la literatura antes mencionada las diferencias de la inclusión de pre-mezcla estuvo entre 0,15 - 0,30% con respecto a nuestro estudio y exhibieron valores de peso de huevo en su mayoría menores a los nuestros. Los resultados antes expuestos demuestran una correlación entre la inclusión de la pre-mezcla y el peso de los huevos, esto motivado en gran medida según Terry *et al.* (1999), que reportó un mejor peso de los huevos cuando las gallinas se les suministró vitamina D, vitamina que se encuentra incluida en la pre-mezcla.

Las investigaciones citadas resaltan el importante efecto en la pre-mezcla y el peso de los huevos. En gran medida un efecto positivo en esta variable tendrá efectos directos en la vitalidad y peso del pollo a los 7 días, variable de gran importancia en sistemas de producción con objetivos en la producción de carne. Vitaminas D, C y K tienen efecto sobre el peso de los huevos debido a su participación en el metabolismo de su formación a nivel fisiológico (Zhang *et al.*, 2003).

Al evaluar el peso de la cáscara (Cuadro 4), hubo diferencia entre los tratamientos ($P=0,0257$), obteniendo los siguientes valores de peso: 7,92 g (T1), 7,83 g (T2) y 7,27 g (T3), el T1 con 0,7% de inclusión de pre-mezcla fue el que presentó el más alto valor de peso de cáscara, siendo (T2) y (T3) los que estuvieron por debajo del

Cuadro 4. Peso de huevo, peso de la cascara, unidad Haugh, altura de la yema y clara de gallinas reproductoras con variación en el nivel de inclusión de premezcla de vitaminas y microminerales.

Tratamiento (T)	Peso del huevo (g)	Peso de la cascara (g)	Altura de la Yema (mm)	Altura de la Clara (mm)	Unidad Haugh (UH)
1	65,18 ^a	7,92 ^a	18,01 ^a	6,86	94,59
2	63,07 ^b	7,83 ^a	16,99 ^b	6,38	92,51
3	63,63 ^{ab}	7,27 ^b	17,52 ^{ab}	6,43	93,09
Probabilidad	0,0004	0,0257	0,0103	$P>0,05$	$P>0,05$
EE	0,89	0,28	0,41	0,21	0,87

Superíndice con letras diferentes dentro de la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas $P<0,05$. EE: Error estándar de la media.

tratamiento, respectivamente. En comparación con un estudio donde se evaluaron las variables reproductivas asociado a un nivel de pre-mezcla de 0,25% resultando un peso de cáscara 6,17 g (Costa *et al.*, 2008), del mismo modo en la evaluación que se llevó a cabo para determinar el efecto de dos niveles de fibra en reproductoras pesadas, se les suministro un nivel de pre-mezcla de 0,25% teniendo como resultado un promedio de peso de la cáscara 6,35 g (Da Silva *et al.*, 2002).

A su vez en la investigación llevada a cabo por Silversides *et al.* (2006) obtuvo resultados con inclusiones de pre-mezcla 0,22% el peso promedio de la cáscara fue 5,84 g, al igual que cuando evaluó una dieta con inclusiones de pre-mezcla de 0,15% tuvo efectos positivos sobre el peso de la cáscara (Fanchiotti *et al.*, 2010). La literatura antes mencionada demuestra en la gran mayoría de los casos, valores de peso de la cáscara con menores índices en referencia a nuestros resultados llegando a estar entre 1- 2 g de diferencia y 0,50% por debajo en la inclusiones de pre-mezcla, evidencia clara de su efecto sobre dicha variable.

Muchos cofactores que participan en la movilización del calcio en los huesos que va al útero para la formación del huevo están incluidos en la pre-mezcla, y una disminución en los mismos afectará de manera negativa el proceso fisiológico. Los resultados antes expuestos (T2 y T3) exhibieron menores pesos de cáscara, por lo que hay que recordar que la cáscara representa la protección contra patógenos y posibles daños a nivel anatómico, dicha variable influencia la incubabilidad de los huevos debido a que el peso de la cáscara influye de manera decisiva en el éxito del programa de incubación.

En el Cuadro 4 se observan los valores promedios de la altura de la clara (mm), los cuales no presentaron diferencias significativas, resultando en promedio $6,57 \pm 0,21$ mm de altura de la clara, lo cual fue similar a lo reportado por Silverside *et al.* (2006), quienes al incluir la pre-mezcla de vitaminas y minerales de 0,22%, la altura de la clara fue de 7,10 mm. Por otra parte, en el presente estudio al evaluar la altura de la yema (mm), esta variable presentó diferencia significativa ($P=0,0103$) con promedios de 18,01 mm (T1), 16,99 mm (T2) y 17,52 mm (T3), lo que

indica una disminución de altura de la yema de 1,02 mm y 0,49 mm, al comparar T1 vs T2 y T3, respectivamente.

Resultado contrario fue reportado por Gravena *et al.* (2011), que con inclusiones de pre-mezcla de 0,5% resultó con efecto positivo sobre la altura de la yema, además de manera similar Mabe *et al.* (2003) indica que con una inclusión de pre-mezcla de 0,7% se registró aumentos de manera combinada en la altura de la clara y la yema, a pesar de que el caso contrario fue el estudio que llevaron a cabo por Skrivan *et al.* (2006) con base a una inclusión de pre-mezcla 0,4% y no registró cambios en la altura de la yema y la clara. En otros estudios, se ha demostrado que los cambios combinados en las cantidades de las pre-mezclas de vitaminas y microminerales pueden ser beneficiosos para la altura de la clara, con inclusión de 0,5% (Faria *et al.*, 2000), al igual que Salvador *et al.* (2009) quienes indican que al suministrar una pre-mezcla de 0,25% encontró un aumento en la altura de la yema de los huevos.

Al evaluar la calidad de los huevos a través de la Unidad Haugh, no se obtuvo diferencias significativas, como se observa en la (Cuadro4), los tratamientos promediaron $93,4 \pm 0,87$ UH. Los tratamientos se destacaron por tener altos valores de UH, todos clasificados como AA según la norma realizada por Ender *et al.* (1986) debido a que superaban las 72 UH. Resultado similar al que reportaron Gravena *et al.* (2011) donde suministraron 0,5% de pre-mezcla en la alimentación de ponedoras obteniendo valores de UH 89,67. Igualmente en un estudio donde se suministró un nivel de pre-mezcla de 0,25 % la UH tuvo un valor promedio de 63,41 (Marinho *et al.*, 2010).

Del mismo modo, Junqueira *et al.* (2010) realizaron una evaluación en la que se registró la calidad del huevo en gallinas de 60 semanas de edad con una dieta donde el nivel de pre-mezcla fue de 0,40%, exhibiendo valores de UH en promedio de 87,75. Por último con la finalidad de evaluar la calidad del huevo en aves de 76 semanas de edad se suministraron dietas isocalóricas e isoenergéticas con inclusión en la dieta de una pre-mezcla con niveles de 0,30%, lo cual obtuvo 71,52 UH en promedio (Lima *et al.*, 2007).

Adicionalmente Salvador *et al.* (2009) verificó que la suplementación proporcionó un mayor porcentaje de albúmina en comparación con las dietas no suplementadas, los resultados demuestran que la UH como elemento valorativo de la calidad del huevo se ve afectada por variables sensibles como altura de la clara y peso del huevo los cuales sufren cambios drásticos cuando se modifican la pre-mezcla de vitaminas y minerales.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó el presente estudio, se determina que la disminución de la pre-mezcla de vitaminas y minerales afecta la fertilidad estimada, la altura de la yema, peso del huevo y peso de la cáscara, por lo tanto es recomendable incluir 0,7% de la pre-mezcla en gallinas reproductoras de línea pesada Ross 308.

LITERATURA CITADA

- Aviagen. 2009. Centro técnico. Iluminación para reproductoras pesadas, Alabama EUA. Disponible en línea: <http://es.aviagen.com/contact-us/>. [Ago.09, 2012].
- Aviagen. 2011. Centro técnico. Manual de manejo de reproductoras Ross 308, Alabama. Disponible en línea: <http://es.aviagen.com/contact-us/>. [Ago. 09, 2012].
- Costa, F, C. Souza, C. Goulart, R. Neto, J. Costa e W. Pereira. 2008. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com dietas contendo óleos de soja e canola. R Bras Zootec. 37(8): 1412-1418.
- Da Silva, J, E. Da Silva, J. Filho, R. Toledo, L. Teixeira, M. Gomes e H. Pena. 2002. Valores energéticos e efeitos da inclusão da farinha integral da vagem de algaroba (*Prosopis juliflora* (SW.) D.C.) em Rações de Poedeiras Comerciais. Rev. Bras. Zootec. 31(6): 2255-2264.
- Ender, C, J. Arriaga, M. Páez, S. Alfonzo, L. Cruz, G. Anderson, L. Coiman, D. Yanez, F. Padilla, A. Medina y J. Vidaurreta. 1986. Comisión Venezolana de Normas Industriales Ministerio de Fomento. Norma 1507-87 Fondonorma. Caracas. Venezuela. 9 p.
- Fanchiotti, F, G. Moraes, A. Barbosa, L. Albino, P. Cecon e A. Moura. 2010. Avaliação de óleos, carvão vegetal e vitamina E no desempenho e nas concentrações lipídicas do sangue e dos ovos de poedeiras. R Bras Zootec. 39(12): 2676-2682.
- Farías, D, O. Junqueira, N. Sakomura e Á Santana. 2000. Influência de diferentes níveis de energia, vitamina D₃ e relação sódio:cloro sobre o Desempenho e a qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais. Rev. Bras Zootec. 29(2): 467-475.
- Fernandes, J, A. Murakami, C. Scapinello, I. Moreira and E. Varela. 2009. Effect of vitamin K on bone integrity and eggshell quality of white hen at the final phase of the laying cycle. Rev. Bras. Zootec. 38(3): 488-492.
- Gravena, R., R. Marques, J. Roccon, J. Picarelli, F. Hada, J. Silva, S. De Queiroz and V. Moraes. 2011. Egg quality during storage and deposition of minerals in eggs from quails fed diets supplemented with organic selenium, zinc and manganese. Rev. Bras. Zootec. 40(5): 2767-2775.
- Hernando, A. 1990. Factores que influyen sobre el huevo incubable. Selecavi. 17(2): 295-301.
- INIA. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 2012. Unidad Agroclimática. Reporte de Estación Climatológica. Maracay, Venezuela.
- Junqueira, O, R. Da Silva, E. Cristina, E. Casartelli, S. Sgavioli, V. Assuena, K. Ferreira e C. De Laurentiz. 2010. Avaliação técnica e econômica da matriz nutricional da enzima fitase em rações contendo farelo de girassol para poedeiras comerciais. Rev. Bras. Zootec. 39 (10): 2200-2206.
- Lima, R, M. Freire, E. Freitas, F. Sucupira, R. Moreira e N. De Melo. 2007. Farelo de coco na ração de poedeiras comerciais: digestibilidade dos nutrientes, desempenho

- e qualidade dos ovos. *Rev. Bras. Zootec.* 36(5): 1340-1346.
- Lin, L., J. Wang, Y. Song, M. Xie and Q. Yang. 2002. Effect of dietary supplemental levels of vitamin A on the egg production and immune responses of heat-stressed laying hens. *Poultry Sci.* 81(8):458-465.
- Littell, R., G. Milliken, W. Stroup and R. Freud. 2002. *SAS for linear Models*. 4ed. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, USA. 633 p.
- Lucca, W., A. Rosa, R. Machado, C. Santos e V. Barcelo. 2011. Diferentes níveis de energia metabolizável para galos reprodutores de corte com ou sem retirada da crista. *Ciência Rural Santa Maria.* 41(3): 513-518.
- Mabe, I., C. Rapp and M. Brain M. 2003. Supplementation of a corn-soybean diet of manganese, copper, and zinc from organic and inorganic sources improves eggshell quality in aged laying hens. *Poultry Sci.* 82: 1903-1913.
- Marinho, T., L. Fátima, A. Gaspar y A. Souza. 2010. Teores de ácidos graxos em ovos comerciais convencionais e modificados com ômega-3. *Rev. Bras. Zootec.* 39 (8): 1733-1739.
- Mateos, G., y J. Piquer. 1994. *Fundamentos Nutricionales y Diseños de Programas de Alimentación para Reproductoras Pesadas*, Madrid, Departamento de Producción Animal Universidad Politécnica de Madrid España. 23 p.
- Moraes, V., M. Macari and R. Furlan. 1991. Effect of different energy intake on egg production by laying in tropical weather. *Ars Vet.* 7: 87-93.
- Pereira, E., F. Sousa, A. Guidoni e P. Rosa. 1999. Comparação de diluentes, diluições e tempo de armazenamento do sêmen sobre fertilidade, eclodibilidade e nascimento de pintos em matrizes pesadas. *Rev. Bras. Zootec.* 38(6): 1239-1244.
- Quadro, C., H. Rostagno, J. Silva, L. Teixeira, C. Alves, J. Jordão e M. Gomes. M. 2006a. Exigência de proteína e composição da carcaça de galos reprodutores de 27 a 61 semanas de idade. *Rev. Bras. Zootec.* 35 (5): 1971-1977.
- Quadro, C., H. Rostagno, J. Silva, L. Teixeira, C. Alves, J. Jordão e M. Gomes. 2006b. Exigências de energia e composição da carcaça de galos reprodutores pesados em função do consumo energético na fase de reprodução. *Rev. Bras. Zootec.* 35 (5): 1978-1984.
- Salvador, D., D. Faria, M. Mazalli, D. Tsuyoshito, E. Faria e L. Acosta. 2009. Vitaminas D e C para poedeiras na fase inicial de produção de ovos. *Rev. Bras. Zootec.* 38 (5): 887-892.
- Shen, H., J. Summers and S. Leeson. 1981. Egg production and shell quality of layers fed various levels of vitamin D₃. *Poult. Sci.* 60 (7): 1485-90.
- Silveira, V., A. Penz, P. Rabenschlag, A. Guidoni, P. Rosa e A. Coldebella. 2005. Produção e qualidade de ovos em reprodutoras de frangos de corte com horário de arraçoamento diferenciado. *Rev. Bras. Zootec.* 34 (4): 1202-1209.
- Silversides, F., T. Scott, D. Korver, M. Afsharmanesh and M. Hruby. 2006. A study on the interaction of xylanase and phytase enzymes in wheat-based diets fed to commercial white and brown egg laying hens. *Poult. Sci.* 85(6): 297-305.
- Skrivan, M., J. Simáne and G. Dlouhá. 2006. Effect of dietary sodium selenite, Se-enriched yeast and Se-enriched Chlorella on egg Se concentration, physical parameters of eggs and laying hens production. *Czech Journal Animal Sci.* 51(4): 163-167.
- Spradley, J., M. Freeman, J. Wilson and A. Davis. A. 2008. The Influence of a Twice-a-Day feeding regimen after photostimulation on the reproductive performance of broiler breeder hens. *Poult. Sci.* 87(7): 561-568.
- Sturkie, P. 1968. *Fisiología Aviar*. 2da edición, editorial Acribia, Zaragoza, España, 607 p.
- Surai, P., F. Karadas and A. Pappas. 2006. Effect of organic selenium in quail diet on

its accumulation in tissues and transfer to the progeny. *Bri. Poul. Sci*, 47: 65-72.

Terry, M., M. Lanenga and J. Mcnaughton. 1999. Safety of 25-hydroxyvitamin D₃ as a source of vitamin D3 in layer poultry feed. *Veterinary and Human Toxicology*. 41(1): 312-316.

Tozzo, A, N. Kazue, L. Hauschild, B. Loureiro e D. Zanardo. 2013. Microminerais complexados a aminoácidos no desempenho reprodutivo de matrizes pesadas e resposta da progênie. *Ciência Rural*, Santa Maria. 43(6): 1044-1049.

Zhang, C, D. Li and F. Wang. 2003. Effects of dietary vitamin K levels on bone quality in broilers. *Archives fur Tierernahrung*. 57(3): 197-206.

Nota Técnica

Efecto del reuso de dispositivos internos de liberación controlada de hormona en la sincronización y comportamiento reproductivo en cabras

Effect of reusing controlled internal hormone releasing device in the synchronization and reproductive behavior in goats

Juan Hernández^{1*}, Raúl Navarrete¹, María Alonso², José Benítez¹, Agapito Gómez¹, Hugo Bernal³, Luis Moreno¹ y María Orozco¹.

¹Universidad Autónoma de Nayarit. Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Compostela, Nayarit, México. Correo electrónico. mvzballesteros@hotmail.com. ²Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco. ³Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Agronomía.

RESUMEN

El costo beneficio de dispositivos intravaginales es mayor que las esponjas, la reutilización de los mismos disminuye el costo. Se evaluó el uso de un dispositivo interno de liberación controlada de droga reutilizado sobre la sincronización de estrus, fertilidad y prolificidad en cabras. Se utilizaron 36 cabras Boer y mestizos Boer con Saanen distribuidos en dos Tratamientos (T) con 18 cada uno. En el T1 se les insertó un dispositivo CIDR usado por segunda vez y en el T2 CIDR usado por tercera vez, permaneciendo en la vagina durante 12 d para ambos grupos. Después del retiro de los dispositivos cada 12 y hasta las 60 h las cabras fueron puestas en presencia de un macho adulto con mandil para evitar la cópula y verificar estrus, hembras positivas al celo fueron montadas en ese momento y 24 horas recibieron un segundo servicio con un macho de raza Boer fértil. Treinta días postmonta se diagnosticó gestación con ultrasonido de tiempo real vía rectal. Las variables evaluadas fueron: estrus, fertilidad y prolificidad, analizadas estadísticamente con Chi Cuadrado y T de Student bajo un diseño completamente al azar. El resultado para estrus fue de 100%, en sincronización de estrus ($P>0,01$). Para fertilidad fue 86,66% para T1 y 57,14 T2 ($P<0,01$). Para prolificidad se logró 1,62 y 1,88 crías en promedio para T1 y T2, respectivamente ($P>0,01$). Es posible inducir el estrus en cabras con dispositivos reciclados sin afectar la prolificidad, sin embargo, la fertilidad disminuye cuando se utilizan por tercera vez.

Palabras clave: Dispositivo, reutilizado, sincronización, reproducción.

ABSTRACT

The cost benefit of intravaginal devices is greater than sponges, the reuse of the same decreases the cost. The use of an internal drug controlled release device reused on the synchronization of estrus, fertility and prolificacy in goats was evaluated. Were used 36 Boer goats and hybrid Boer with Saanen distributed in two treatments (T) with 18 each one. On T1 has been inserted a CIDR device used for the second time and T2 CIDR used for the third time, remain in the vagina for 12 d for both groups. After removal of devices every 12 up to 60 h the goats were placed in the presence of an adult male with apron to avoid copulation and verify estrus, positive females in estrus were serviced at that time and 24 hours received a second service with a fertile Boer breed male. Thirty days postmonta was diagnosed gestation with real time via rectal ultrasound. The evaluated variables were: estrus, fertility and prolificacy, statistically analyzed using Chi square and Student T under a completely randomized design. The result for estrus synchronization was 100% in T1 and T2 ($P>0.01$). For fertility was 86.66% for T1 and T2 57.14 ($P<0.01$). For prolificacy were 1.62 and 1.88 breeding on average for T1 and T2, respectively ($P>0.01$). It is possible to induce estrus in goats with recycled devices without affecting the prolificacy, but fertility decreases when CIDR were used for the third time.

Key words: Device, reused, synchronization, reproduction.

Recibido: 03/10/14 Aprobado: 10/03/16

INTRODUCCIÓN

La comprensión de los mecanismos que regulan la foliculogénesis durante el ciclo estral es esencial para lograr una mayor eficiencia en la aplicación de técnicas utilizadas en el control de la ovulación (Espinoza *et al.*, 2007). La implementación de los programas de mejoramiento para el aumento de la producción de los hatos ha promovido la difusión de material genético de alto mérito productivo en la especie caprina, lográndose esto con el apoyo de tratamientos hormonales para la sincronización del estro (Gibbons y Cueto, 2012). Estas técnicas permiten la manipulación reproductiva, ya que las hembras presentan la ovulación en forma sincronizada, concentrando las actividades del rebaño, como la monta natural, inseminación artificial y transferencia de embriones a tiempo fijo en una estación de nacimiento, facilitando el manejo reproductivo y productivo (Valenzuela *et al.*, 2004; Maffili *et al.*, 2006; Amarin *et al.*, 2008; Siqueira *et al.*, 2009; Pérez *et al.*, 2012).

Los métodos para sincronizar estro han sido desarrollados y utilizados en la cabra, para facilitar y agilizar el proceso reproductivo (Maffili *et al.*, 2005). La duración de los tratamientos para la inducción de celo en cabras varía entre 9 y 18 días empleando dispositivo interno de liberación controlado de droga (CIDR) o esponjas (Amarin *et al.*, 2008). El CIDR es un implante vaginal a base de nylon, cubierto con silicón impregnado de progesterona (0,33 g). Los niveles plasmáticos de progesterona se incrementan rápidamente luego de su inserción, alcanzando concentraciones más altas desde los primeros 3 a 5 días. Su uso permite inducir una respuesta ovulatoria estral sincronizada debido al efecto bloqueador de la progesterona sobre la ovulación, cuando el efecto bloqueador desaparece al retirar el dispositivo, se presenta la respuesta (Pérez, 2010).

Sin embargo, actualmente se están empleando tratamientos de menor duración con resultados similares a los obtenidos con los tratamientos de larga duración (Nava *et al.*, 2010). El uso de esponjas intravaginales, así como los CIDR son eficaces en el control del estro y ovulación en la cabra (Maia *et al.*, 2011). No obstante, el CIDR se considera caro cuando se evalúa la relación costo beneficio comparado con las esponjas

intravaginales, de ahí la importancia de evaluar su uso reciclado con el fin de reducir su costo sin modificar los indicadores reproductivos. Por lo anterior, en el presente estudio el objetivo fue evaluar el uso de un dispositivo interno de liberación controlada de droga reutilizado sobre la sincronización de estro, fertilidad y prolificidad en cabras.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la granja de producción de ovinos y caprinos de la Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAMVZ - UAN), área que se encuentra ubicada en la Ciudad de Compostela, Nayarit, México, en el kilómetro 3,5 de la carretera de cuota Compostela-Chapalilla, localizada geográficamente al suroeste del estado de Nayarit, a una altitud de 1,021 m.s.n.m., temperatura media anual de 22°C, clima semicálido - subhúmedo (AcW), con lluvias en verano y una precipitación pluvial de 900 mm (Anuario Estadístico de Nayarit, 2005).

La investigación se realizó durante los meses de mayo y junio. Se utilizaron 36 cabras de la raza Boer y mestizas de Boer con Saanen maduras sexualmente, clínicamente sanas, de edades comprendidas entre tres y cuatro años y una condición corporal promedio de tres en la escala 1 a 5. Todas las hembras fueron alimentadas con una dieta que contenía 2.780 Mcal EM/g de materia seca y 16% proteína cruda integrada con rastrojo de maíz, harina de soya, canola, grano de maíz molido, urea y minerales.

Las hembras fueron agrupadas en dos tratamientos (T), T1 con 18 hembras se les colocó el dispositivo CIDR (Kawate *et al.*, 2002) reciclado (segundo uso), empleando un aplicador previamente desinfectado y lubricado para facilitar su inserción vía vulvar y hasta el fondo de la vagina, donde permaneció por un tiempo de 12 d. El T2 con 18 cabras, se les insertó el dispositivo CIDR (Kawate *et al.*, 2002) reciclado (tercer uso), utilizando el mismo procedimiento que el anterior, permaneciendo en la vagina 12 d.

Después del retiro de los dispositivos (CIDR) cada 12 y hasta las 60 h las cabras fueron expuestas a presencia de un macho adulto al cual se le colocó un mandil para evitar la cópula y con la finalidad

de verificar si las hembras presentaban estro por efecto de los tratamientos hormonales. Todas las hembras que manifestaron signos positivos de estro frente al macho fueron sometidas a monta natural utilizando un semental de la raza Boer con una edad en promedio de cuatro años, 24 h después se les dio la segunda monta. Todas las hembras recibieron monta natural y se les realizó diagnóstico de gestación a los 30 d utilizando ultrasonido de tiempo real Sonovet 600 por vía rectal (Medan *et al.*, 2004).

Las variables en estudio fueron estro, fertilidad y prolificidad. Los datos fueron analizados con Chi Cuadrado y T de Student, bajo un diseño completamente al azar utilizando el paquete estadístico SAS versión 9.0, Statistic Análisis Sistema, (SAS, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de las variables en estudio se presentan en el Cuadro. No hubo diferencia estadística significativa, para estro, obteniendo un valor de 100%, para las cabras tratadas con dispositivos segunda y tercera vez, respectivamente. Para la variable porcentaje de fertilidad a los 30 d se obtuvo diferencia estadística significativa ($P < 0,01$), registrando el valor más alto con 86,66% (13/15) y 57,14% (8/14) para T1 y T2, respectivamente. Mientras que para la variable prolificidad no se encontró diferencia estadística, obteniendo 1,62 para las cabras sincronizadas con CIDR utilizado por segunda vez y 1,88 para las hembras sincronizadas con CIDR utilizado por tercera vez.

Duenhas *et al.*, (2002), reportaron valores de 100% de presentación de estro en cabras utilizando el método de sincronización con CIDR nuevo durante 14 d, con un intervalo de 12 a 24 h, después del retiro del dispositivo intravaginal. Los valores anteriores son iguales a los que se obtuvieron en el presente trabajo, a diferencia

que en el estudio no se utilizó prostaglandina ni Gonadotropina Coriónica Equina (eCG), además se debe considerar que en el experimento los tratamientos hormonales estaban reciclados. En cuanto a fertilidad, reportaron un porcentaje de 61,74%, valor inferior a los obtenidos en la presente investigación, y 2,3 de prolificidad, siendo mayor al logrado en este experimento.

Por su parte, Uribe *et al.*, (2011), obtuvieron 100% de manifestación de estro al utilizar el dispositivo intravaginal CIDR reutilizados en protocolos de 6, 9 y 13 días de inserción, respectivamente, más 500 UI de eCG. Valores iguales a los que se registraron en este estudio, solo que en el presente no se administró eCG. Mientras que para fertilidad reportaron valores más bajos a los encontrados en este estudio con 66,67; 44,44 y 44,44%, respectivamente.

Maia *et al.*, (2011), utilizaron CIDR por segunda y tercera vez para la sincronización de estro e inseminación artificial por vía transcervical utilizando un espéculo y tracción del cérvix en cabras lecheras. Dos días antes del retiro del dispositivo se aplicó 75 μ g de d-cloprostenol y 300 UI de eCG. El porcentaje de fertilidad fue de 73,3 y 80,0%, mientras que la prolificidad fue de $1,7 \pm 0,4$ y $1,5 \pm 0,3$, sin diferencias significativas ($P > 0,05$) para las hembras con el segundo y tercer uso de los CIDR.

La fertilidad en el presente estudio fue mayor para las hembras sincronizadas con CIDR por segunda vez, en comparación las hembras sincronizadas con CIDR por tercera vez, sin embargo la prolificidad en este estudio fue mejor para las hembras que se sincronizaron con CIDR por tercera vez, a diferencia que en este trabajo no se utilizaron otras hormonas exógenas en el protocolo de sincronización, que pudieron haber influido en los resultados obtenidos, además del método de apareamiento.

Cuadro.- Estro, fertilidad y prolificidad en cabras empleando CIDR reciclados.

Tratamiento	Estro	Fertilidad	Prolificidad
Utilizado 2 ^a . Vez	100 (15/15)	86,66 (13/15) ^a	$1,62 \pm 0,51$
Utilizado 3 ^a . Vez	100 (14/14)	57,14 (8/14) ^b	$1,88 \pm 0,64$

Letras diferentes en columnas indican diferencia estadística $P < 0,01$.

Las altas concentraciones séricas de progesterona desencadenan un efecto positivo en el crecimiento folicular, incrementando la cantidad de folículos grandes y jóvenes con un potencial para la ovulación (Menchaca y Rubianes, 2002). Las cabras responden de la misma manera a los tratamientos en donde se emplea CIDR o esponja intravaginal (Freitas *et al.*, 2004).

En la práctica, es común que se reutilicen los dispositivos para reducir costos de producción, teniendo resultados favorables en la presentación de estro, pero, cuando el CIDR se utiliza por tercera vez disminuye el porcentaje de preñez comparado con una sola, esto podría estar asociada con la disminución en la concentración de progesterona durante el primer día de tratamiento cuando se utilizan dispositivos por segunda o tercera vez.

CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados y condiciones del presente estudio, el uso de dispositivos intravaginales reutilizados por segunda y tercera vez muestra resultados satisfactorios para la sincronización de estro y mantenimiento de la prolificidad, los cuales permiten implementar este tipo de prácticas en los sistemas de producción caprina, sin embargo, la fertilidad disminuyó cuando se reutilizaron por tercera vez.

LITERATURA CITADA

- Amorin, E. A. M., C. A. A. Torres e J. F. Fonseca. 2008. Sincronização de estro com CIDR reutilizado em cabras lactantes da raça Toggenburg tratadas com somatotropina bovina recombinante (r-bST). *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 60: 51-57.
- Anuario Estadístico de Nayarit. 2005. Gobierno del Estado de Nayarit. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- Duenhas, M. A. C., H. G. Toniollo, J. R. Zorzatto y J. D. Bicudo. 2002. Cabras sincronizadas con CIDR en la latitud de 20°28'S. *Arch. Zootec.* 51: 453 – 456.
- Espinoza, V. J. L., P. R. Ortega, E. A. Palacios, M. J. Valencia y F. F. Aréchiga. 2007. Crecimiento folicular ovárico en animales domésticos: una revisión. *Interciencia.* 32 (2): 93 – 99.
- Freitas, V. J. F., D. Rondina, J. E. S. López, D. I. A. Teixeira and N. R. O. Paula. 2004. Hormonal treatments for the synchronization of oestrus in dairy goats raised in the tropics. *J. Repr. Dev.* 16: 415 – 420.
- Gibbons, A y M. Cueto. 2012. Investigación, desarrollo e implementación de la inseminación y la transferencia de embriones en las especies ovina y caprina. *Spermova.* 2 (1): 1 – 5.
- Kawate, N., M. Yamazaki, H. Tamada, T. Inaba and T. Sawada. 2002. Effect of low dose of hCG on induction of fertility estrus in shiba goats pre-treated intravaginally with progesterone during the early postpartum dursing period. *J. Repr. Dev.* 48: 497 – 504.
- Maffili, V. V., C. A. A. Torres, J. F. Fonseca, E. A. Morales e R. A. M. Pontes. 2005. Sincronização de estro em cabras da raça Saanen com esponja intravaginal e CIDR-G®. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 57 (5): 591-598.
- Maffili, V. V., C. A. A. Torres, J. H. Bruschi, J. F. Fonseca e J. H. M. Viana. 2006. Indução de estro em cabras da raça Toggenburg com dois diferentes dispositivos intravaginais. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 58: 3. 367 – 372.
- Maia, N. D., L. J. E. Soares, P. R. Moraes, M. Christilis, M. S. Rodriguez and M. A. Oliveira. 2011. Using the same CIDR up to three times for estrus synchronization and artificial insemination in dairy goats. *Acta Scientiarum. Animal Sciences.* Maringá. 33 (3): 321-325.
- Medan, M, G. Watanabe, G. Absy, K. Sasaki, S. Sharawy and K. Taya. 2004. Early pregnancy diagnosis by means of ultrasonography as a method of improving reproductive efficiency in goats. *J. Reprod. Dev.* 50: 391 – 397.
- Menchaca, A and E. Rubianes. 2002. Relation between progesterone concentrations during early phase and follicular dynamic in goats. *Theriogenology.* 57: 1411 – 1419.

- Nava, T. H., V. J. Chango, P. V. Finol, R. P. Torres, F. F. Carrillo, S. J. Maldonado, H. L. Gil y A. Akourki. 2010. Efecto de la dosis de eCG sobre la inducción del celo en cabras mestizas luego de un tratamiento corto con medroxiprogesterona. *Revista Científica FCV, LUZ.* 20:2. 181 – 183.
- Pérez, L. U. 2010. Uso de dispositivo CIDR reciclado. Efecto de su esterilización mediante autoclave en los niveles de progesterona liberados en cabras sometidas a tratamientos cortos. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Pérez, C. R., R. J. A. Garese, T. R. Fleischmann, P. A. Ganzábal y C. S. González. 2012. Sincronización de celos en cabras en estación reproductiva: uso de esponjas de medroxiprogesterona o aplicación de prostaglandina después de cinco días de detección de celos. *Revista Científica FCV, LUZ.* 22 (3): 245 – 251.
- SAS. 2002. SAS/STAT® User's Guide (Release 9.0) SAS Inst. Inc., Cary NC.
- Siqueira, A. P., J. F. Fonseca, F. Silva, J. H. Bruschi, J. H. M. Viana, M. S. Palhares, M. C. M. Bruschi e M. P. Peixoto. 2009. Parâmetros reprodutivos de cabras Toggenburg inseminadas com sêmen resfriado, após diluição em meio à base de gema de ovo. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 61: 2. 299 – 305.
- Uribe, V. L. F., T. C. Gutiérrez, O. E. E. Carreño, J. J. H. Izquierdo, S. M. I. Lenz y B. S. Ángel. 2011. Reutilización del dispositivo de progesterona CIDR asociado con protocolos de corta duración en cabras. *Vet. Zoot.* 5 (1): 39 – 46.
- Valenzuela, J. N., C. J. Hernández, M. C. Murcia, M. R. Rodríguez y G. C. Gutiérrez. 2004. Efecto del benzoato de estradiol en la presentación del pico preovulatorio de LH, momento de ovulación y fertilidad en cabras sincronizadas con acetato de melengestrol. *Agrociencia* 38: 603-611.

NOTA TÉCNICA

Composición mineral de astas del venado cola blanca texano (*Odocoileus virginianus texanus*) en el noreste de México

Mineral composition of the white tail deer (*Odocoileus virginianus texanus*) antlers in the northeast of Mexico

Eugenia G. Cienfuegos Rivas, Francisco G. Cantú Medina, Arnoldo González Reyna,
Sonia P. Castillo Rodríguez y Juan C. Martínez González*

Universidad Autónoma de Tamaulipas. Facultad de Ingeniería y Ciencias. Centro Universitario Adolfo López Mateos. Ciudad Victoria, Tamaulipas. México. *Correo electrónico: jmartinez@docentes.uat.edu.mx

RESUMEN

El noreste mexicano es una de las regiones ecológicas más importantes del país, debido a su gran biodiversidad, la cual ha favorecido que se desarrolle el aprovechamiento cinegético de diversas especies silvestres, tanto por cazadores nacionales como extranjeros. El objetivo del presente trabajo fue determinar la composición mineral de las astas del venado cola blanca texano (*Odocoileus virginianus texanus* Mearns) en el noreste de México. Se obtuvieron 39 muestras de astas de animales cazados y registrados ante la Asociación Nacional de Ganaderos Diversificados Criadores de Fauna (ANGADI) provenientes de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAS) en el noreste de México. Las astas fueron clasificadas con el Sistema Internacional de Boone & Crockett. Las muestras consistieron en un corte de las astas con una segueta de acero inoxidable, a las cuales se les determinó la concentración de calcio (Ca), fósforo (P), sodio (Na) y magnesio (Mg). Los datos fueron analizados estadísticamente con un modelo lineal general, agrupando las astas por tipo e índice (MASS e INDEX) en tres grupos (G1=<69,0 cm; G2=69,0 a 74,4 cm; y G3=>74,4 cm. La concentración de Ca, P, Na y Mg fue 26,7; 9,1; 0,7 y 0,4%, respectivamente, sin efectos importantes (P>0,05) en la clasificación de las astas. Se determina que la masa y el índice no afectaron la concentración de minerales en las astas.

Palabras clave: *Odocoileus virginianus texanus*, Astas, Minerales.

ABSTRACT

The Mexican Northeast region is one of the most important ecological regions of the country, given its biodiversity. This biodiversity has favored the national and international hunting utilization of the wild species. The objective of this study was to determine the of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus texanus* Mearns) antler mineral composition in the northeast of Mexico. A total of 39 deer antlers hunted and registered in the Asociación Nacional de Ganaderos Diversificados Criadores de Fauna (ANGADI) from Animal Management Units (UMA) in the Mexican Northeast. The antler were evaluated and classified with the Boone & Crockett International System and a tissue sampled by getting a cut of the antlers with a stainless steel blade, to determine the concentration of calcium (Ca), phosphorus (P), sodium (Na) and magnesium (Mg). The data were statistically analyzed with a general linear model, by grouping the antlers by type (MASS e INDEX) in three groups (G1=<69.0 cm; G2=69.0 to 74.4 cm; and G3=>74.4 cm). The concentration of Ca, P, Na and Mg were 26.7; 9.1; 0.7 and 0.4%, respectively. There were not effects (P>0.05) in the classification of the antlers. It determined that the mass and the index did not affect the concentration of minerals in the antlers.

Key words: *Odocoileus virginianus texanus*, Antlers, Minerals.

INTRODUCCIÓN

En México se ha utilizado exitosamente el modelo de ganadería diversificada, donde las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) han favorecido el aprovechamiento de la fauna cinegética (Granados *et al.*, 2014).

El venado cola blanca texano (*Odocoileus virginianus texanus* Mearns) es considerado como una de las especies cinegéticas con mayor demanda por la calidad y tamaño de sus astas (Buckner y Reneau, 2003). Este se distribuye en la región sureste de los EUA y a lo largo de la franja fronteriza de los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas (Villarreal, 2000).

La mayoría de los venados machos desarrollan sus primeras astas a partir del primer año de edad (Carrillo, 2013). Sin embargo, la gran variabilidad de las astas de los venados está influenciada por efectos ambientales (Hewitt *et al.*, 2014), el hábitat (Heffelfinger, 2006) y los efectos genéticos (Strickland *et al.*, 2001).

La dieta del venado cola blanca se basa principalmente en el ramoneo (consumo de hojas y tallos) de especies vegetales arbustivas y el consumo de hierbas silvestres, como por ejemplo anacahuita (*Cordia boissieri*), cenizo (*Leucophyllum texanum*), guayacán (*Porlieria angustifolia*), vara dulce (*Eysenhardtia polystachya*), coyotillo (*Karwinskia humboldtiana*), hojasen (*Flourensia cernua*) y quebradora (*Lippia ligustrina*) (COTECOCA, 1973). Pero con cambios significativos en la cantidad y calidad a través del año (Granados *et al.*, 2014).

Los venados normalmente no obtienen de la naturaleza todos los nutrientes para un desarrollo óptimo (Carrillo, 2013), por lo que el tamaño de las astas es severamente afectado por el estado nutricional antes de la época de crecimiento y por supuesto durante la misma. La proteína, energía y minerales son nutrientes críticos ya que las astas se componen de aproximadamente un 80% de proteína con base a su peso, durante su crecimiento. Al llegar a su madurez, las astas se componen de proteína y minerales por partes iguales. El calcio y el fósforo son los minerales

más comunes en las astas maduras, ya que constituyen del 30 a 35% de su peso (McDonald *et al.*, 2005).

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue determinar el contenido de minerales en las astas de venados cola blanca texanos (*O. v. texanus*) y su relación con la clasificación de las mismas en el noreste de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo durante la temporada de cacería de 2008, durante la cual se utilizaron 39 especímenes registrados ante la Asociación Nacional de Ganaderos Diversificados Criadores de Fauna (ANGADI). Los venados cola blanca texanos (*O. v. texanus*) fueron cazados en UMA del norte de Nuevo León.

La vegetación que predomina es la de arbustos, principalmente sin espinas, como anacahuita (*Cordia boissieri*), cenizo (*Leucophyllum texanum*), guayacán (*Porlieria angustifolia*), vara dulce (*Eysenhardtia polystachya*), coyotillo (*Karwinskia humboldtiana*), hojasen (*Flourensia cernua*), quebradora (*Lippia ligustrina*) y gobernadora (*Larrea divaricata*). También, participan elementos espinosos como el mezquite (*Prosopis glandulosa*), desde un metro de altura hasta bosques con árboles de encino y pino (COTECOCA, 1973).

La capacidad de carga del matorral es extremadamente baja; las cifras más comunes son de cerca 40 ha UA⁻¹, variando entre 15 ha UA⁻¹ en vegetación de *Acacia spp.* y *Prosopis spp.* en planicies en condición excelente, a 70 ha UA⁻¹ en sierras con suelos superficiales en condición pobre (Jáuregui, 2008). Según el Sistema Meteorológico Nacional de México (SMN, 2010), la precipitación anual en los años de 2007 y 2008 fue de 695 y 824 mm, respectivamente (Figura).

Los venados cazados contaban con permiso de aprovechamiento (cintillo) autorizado por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. La medición de las astas se hizo de acuerdo a la clasificación de Boone y Crocket Club (BACC, 2013) modificada por ANGADI (2010). El índice de la cornamenta (INDEX) se obtuvo basado en lo sugerido por Strickland y Damarais (2000) que refleja el tamaño del asta y

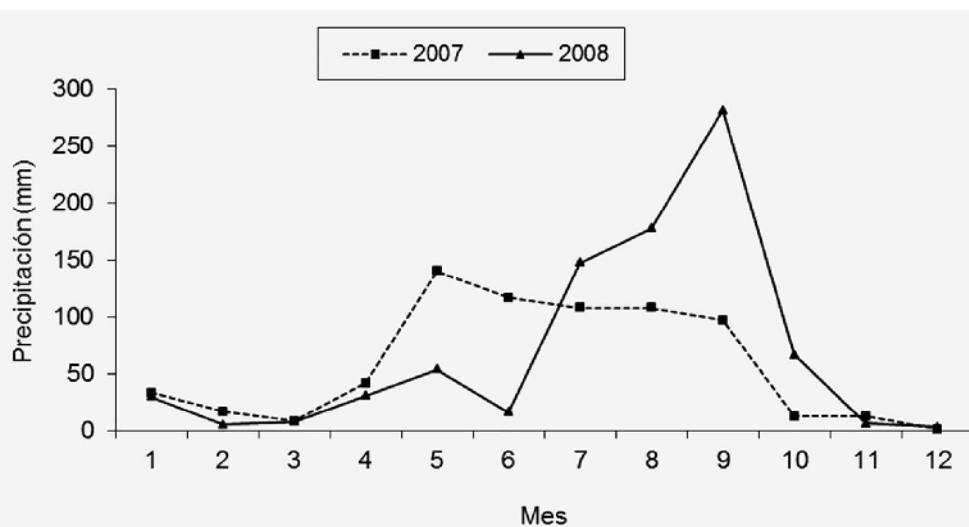


Figura. Precipitación para los años de 2007 y 2008 en el noreste de México (SMN, 2010).

la masa (MASS) se calculó como la suma de las circunferencias entre las puntas (BACC, 2013). La edad fue estimada de acuerdo al desgaste de dientes y molares (Villareal, 2000) y fue registrada por los técnicos de ANGADI.

Para la determinación de minerales se obtuvo una muestra de las astas, la cual consistió en un pequeño corte (100 a 130 g) de las astas con una segueta de acero inoxidable y colocadas en bolsas de plástico (Ziplock®) previamente identificadas. Las muestras se procesaron en el Laboratorio de Nutrición Animal del Colegio de Posgraduados, en Montecillo, Estado de México.

Las concentraciones de Calcio (Ca), Fósforo (P), Sodio (Na) y Magnesio (Mg) fueron obtenidas mediante los métodos sugeridos por Harris y Popat (1954), Fernández y Kahn (1971) y Little (1972).

Para el análisis de minerales se agruparon las astas de acuerdo a la distribución de cuartiles de MASS, donde el Grupo 1 se conformó con aquellas que se encontraban entre 62,4 y 69,0 cm; Grupo 2, entre 69,0 y 74,4 cm; y Grupo 3, mayor de 74,4 cm. Esto fue necesario debido a que existen venados cuyo desarrollo de las astas no coincide con la edad fisiológica del mismo (Cienfuegos-Rivas *et al.*, 2011).

Las variables fueron analizadas con un modelo lineal general (SAS, 2001) mediante el siguiente

modelo: $Y_{ij} = \mu + G_i + E_{ij}$, donde: Y_{ij} = es la j -ésima observación en el i -ésimo grupo, μ = media general, G_i = el efecto del i -ésimo grupo y E_{ij} = error aleatorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las medias generales para las clasificaciones de las astas MASS e INDEX fueron 66,6 cm y 156,2 puntos, respectivamente (Cuadro). Con efectos importantes ($P < 0,05$) debidos a grupo, los mayores valores para MASS e INDEX fueron para los venados del Grupo 3 con 76,0 cm y 174,5 puntos, respectivamente. Aún y cuando la agrupación fue realizada de manera arbitraria, es importante destacar que la concentración de minerales no fue afectada ($P > 0,05$).

El tamaño de las astas del venado cola blanca puede modificarse por múltiples factores. Bartoskewitz *et al.* (2008), Cienfuegos-Rivas *et al.* (2008) y Hewitt *et al.* (2014) señalaron que el ambiente, la edad y la suplementación mineral afectaron el desarrollo de las astas. El cazar venados jóvenes o menores de 4,5 años de edad puede traer como consecuencia una reducción en las astas con calidad de trofeo (Strickland *et al.*, 2001; Cienfuegos-Rivas *et al.*, 2008; Cienfuegos-Rivas *et al.*, 2011), lo cual tiene que ver con la edad de los animales (Villarreal, 2000).

En el presente estudio se apreció una diferencia ($P < 0,05$) en las astas de venados de acuerdo a la clasificación de MASS e INDEX, resultados similares fueron señalados por Cienfuegos-Rivas *et al.* (2008). La cacería selectiva de venados jóvenes que presentan una buena conformación de astas podría eliminar animales con potencial genético que no han dejado descendencia (Strickland *et al.*, 2001; Harris *et al.*, 2002; Cienfuegos-Rivas *et al.*, 2011).

Por otro lado, las medias generales de concentración de Ca, P, Na y Mg fueron 20,7; 9,1; 0,8 y 0,4%, respectivamente, sin diferencias significativas ($P > 0,05$) debidas a Grupo. Resultados similares fueron publicados por McDolnald *et al.* (2005) quienes no observaron cambios significativos ($P > 0,05$) en las astas rotas o intactas. En el Cuadro se puede apreciar que las astas de venados tuvieron una relación Calcio: Fósforo de 3:1. Sin embargo, en el estudio realizado en el Condado de Coke en Texas, la relación Calcio: Fósforo fue de 2:1 en astas quebradas e intactas (McDolnald *et al.*, 2005).

En la Figura se presenta la distribución de la precipitación durante los años 2007 y 2008, donde se observa que durante el año 2008 la precipitación fue mayor, concentrándose en los meses de julio, agosto y septiembre. Durante estos meses los venados demandaron una mayor cantidad y calidad de alimento, que fueron satisfechos por el año favorable.

Además Plata *et al.* (2009) señalaron que los venados seleccionaron para su consumo 76,5;

19,4; 5,8 y 0,3% de vegetación arbórea, arbustiva, herbácea y gramínea, respectivamente. Por lo que con base en el tipo de cobertura vegetal que predomina en el noreste de México (COTECOCA, 1973), se puede estimar que la ración cubría los requerimientos de mantenimiento.

Por su parte, Campbell y Hewitt (2004) citan que el guajillo (*Acacia berlandieri*) satisface las necesidades de minerales para los procesos productivos y de mantenimiento descritos en la literatura. Las tasas de consumo de calcio, magnesio y sodio en dietas que consistían de hasta 100% de guajillo excedieron lo requerido. De igual modo, Bartoskewitz *et al.* (2008) señalaron que la suplementación mineral que se destina al ganado bovino en los ranchos, también es aprovechada por los venados y trae beneficios directos al desarrollar animales con más INDEX y MASS en las astas.

En el presente estudio no se observaron efectos significativos ($P > 0,05$) del Grupo sobre la concentración de Ca, P, Na y Mg en las astas. Resultados similares son mencionados por Soler y Cseh (2009), quienes realizaron una suplementación estratégica en ciervos colorados (*Cervus elaphus*) para mejorar la producción de astas duras, no hallaron diferencias en la composición mineral de las mismas. Similarmente, en un estudio realizado en el Condado de Coke en Texas, la concentración de Ca, P, Na y Mg no cambió en las astas quebradas, intactas y ambas (McDolnald *et al.*, 2005).

Cuadro. Calificación y concentración de minerales de las astas de venados cola blanca cazados en la temporada 2008 en el noreste de México.

	Grupo 1* (n=10)		Grupo 2** (n=11)		Grupo 3*** (n=18)	
	LSM†	EE£	LSM	EE	LSM	EE
MASS (cm)	57,36a	1,10	66,60b	0,61	75,96c	0,96
INDEX (puntos)	139,50a	4,51	154,72b	2,72	174,47c	2,86
Ca (%)	26,25	1,04	27,59	1,40	26,11	1,01
P (%)	9,07	0,30	9,49	0,42	8,70	0,28
Na (%)	0,65	0,03	0,70	0,04	0,67	0,02
Mg (%)	0,38	0,02	0,42	0,03	0,38	0,03

Grupo 1*=entre 62,4 y 69,0 cm; Grupo 2**=entre 69,0 y 74,4 cm; y Grupo 3***=mayor de 74,4 cm; LSM†=media de mínimos cuadrados; EE£=error estándar; INDEX=suma del número de puntas; MASS = suma de todas las mediciones de circunferencia en la parte más delgada entre las puntas; abc diferente literal dentro de línea ($P < 0,05$).

Las concentraciones de minerales encontrados en el presente estudio fueron similares a los reportados por Perkins (1995) quien mencionó que el contenido de minerales fue de 32,0; 17,0 y 1,8% de Ca, P y Mg, respectivamente. Valores semejantes a los encontrados por Soler y Cseh (2009) en *Cervus elaphus* para Ca, P y Mg con 28,0; 18,4 y 3,6%, respectivamente. De igual modo, Schultz *et al.* (1994) al analizar el contenido de minerales en los metacarpianos de venados cola blanca en Louisiana encontraron porcentajes de Ca de 23,9% con efectos significativos ($P < 0,01$) para edad de los animales, mientras que para el fósforo (10,5%) no se observaron estas diferencias ($P = 0,88$).

CONCLUSIONES

Con base en los resultados encontrados en el presente estudio las astas pueden reflejar la calidad del ambiente biótico durante su desarrollo anual.

No se observaron diferencias en la concentración de calcio, fósforo, sodio y magnesio de las astas de venados cola blanca, aún y cuando existieron diferencias en forma y tamaño (IDEX y MASS).

Las astas no están relacionadas con la edad de los venados o en número de puntas en las mismas. Las UMAS son el mejor campo experimental para la toma de muestras y posterior estudio de las poblaciones en cautiverio y su potencia extrapolación a las poblaciones silvestres.

LITERATURA CITADA

ANGADI. Asociación Nacional de Ganaderos Diversificados Criadores de Fauna. 2010. Reglamento y convocatoria para medición y clasificación de trofeos. Disponible en línea: <http://www.angadi.org.mx/cinegetico.aspx#Torneo4> [May, 15, 2012].

BACC. Boone and Crockett Club. 2013. Official Scoring System for North American Big Game Trophies. Disponible en línea: http://www.boone-crockett.org/pdf/SC_whitetail_typical.pdf [Sep. 15, 2013].

Bartoskewitz, M. L., D. G. Hewitt, J. S. Pitts and F. C. Bryant. 2008. Supplemental feed use by free-ranging white-tailed deer in southern

Texas. Wildlife Society Bulletin 31(4):1218-1228.

Buckner, E. L. and J. Reneau. 2003. Records of North American Whitetail Deer. 4 ed. The Boone and Crockett Club. Missoula, EUA. 672 p.

Campbell, T. A. and D. G. Hewitt. 2004. Mineral metabolism by white-tailed deer fed diets of guajillo. The Southwestern Naturalist 49(3):367-375.

Carrillo, F. A. M. 2013. Ciclo de desarrollo de las astas de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus yucatanensis*) en condiciones de cautiverio. Revista de la Universidad Autónoma de Yucatán 263:20-30.

Cienfuegos-Rivas, E. G., A. Maldonado-García, K. Logan-López, A. González-Reyna, J. C. Martínez-González y P. Zárate-Fortuna. 2008. Variabilidad morfológica de las astas de venado cola blanca texanus en el noreste de México. Ciencia UAT 10(Dic):64-67.

Cienfuegos-Rivas, E., F. G. Cantú-Medina, K. Logan-López, F. González-Saldívar, A. González-Reyna, H. Castillo-Juárez, G. D. Mendoza-Martínez y J. C. Martínez-González. 2011. La cosecha selectiva: un factor de cambio en las astas del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*). Agrociencia 45(7):771-783.

COTECOCA. Coeficientes de Agostadero de la República Mexicana. 1973. Coeficientes de Agostadero de la República Mexicana: Estado de Tamaulipas. Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D. F. 324 p.

Fernández, F. J. and H. L. Kahn. 1971. Clinical methods for atomic absorption spectroscopy. Clinical Chemistry Newsletter 3:24-28.

Granados, D., L. Tarango, G. Olmos, J. Palacio, F. Clemente y G. Mendoza. 2014. Dieta y disponibilidad de forraje del venado cola blanca *Odocoileus virginianus thomasi* (Artiodactyla: Cervidae) en un campo experimental de Campeche, México. Revista de Biología Tropical 62(2):699-710.

- Harris, R. B., W. A. Wall and F. W. Allendorf. 2002. Genetic consequences of hunting: What do we know and what should we do. *Wildlife Society Bulletin* 30(2):634-643.
- Harris, W. D. and P. Popat. 1954. Determination of phosphorus content of lipids. *Journal of the American Oil Chemists Society* 31(4):124-127.
- Heffelfinger, J. R. 2006. Deer of the Southwest: a complete guide to the natural history, biology, and management of mule deer and white-tailed deer. Texas A & M University Press. Kingsville. USA. 282 p.
- Hewitt, D. G., M. W. Hellickson, J. S. Lewis, D. B. Wester and F. C. Bryant. 2014. Age-related patterns of antler development in free-ranging white-tailed deer. *The Journal of Wildlife Management* 78(6):976-984.
- Jáuregui, R. P. 2008. Las tierras de pastoreo en nuestra entidad. *Comunicación Ganadera (En)*:24-26.
- Little, D. A. 1972. Bone biopsy in cattle and sheep for studies of phosphorus status. *Australian Veterinary Journal* 48(12):668-670.
- McDonald, C. G., S. DeMarais, T. A. Campbell, H. F. Janssen, V. G. Allen and A. M. Kelley. 2005. Physical and chemical characteristics of antlers and antler breakage in White-tailed deer. *Southwestern Naturalist* 50(3):356-362.
- Perkins, G. M. 1995. Genetics. **En:** Miller, K. V. and R. L. Marchinton (Ed.). *Quality whitetails: the why and how of quality deer management*. Stackpole Books. Mechanicsburg. USA. 322 p.
- Plata, F. X., S. Ebergeny, J. L. Resendiz, O. Villarreal, R. Bárcena, J. A. Viccon y G. D. Mendoza. 2009. Palatabilidad y composición química de alimentos consumidos en cautiverio por el venado cola blanca de Yucatán (*Odocoileus virginianus yucatanensis*). *Archivos de medicina veterinaria* 41(2):123-129.
- SAS. Statistical Analysis System. 2001. User's Guide Statistics. Institute Inc., Cary, USA.
- Schultz, S. R., M. K. Johnson, S. E. Feagley, L. L. Souther and T. L. Ward. 1994. Mineral content of Louisiana white-tailed deer. *Journal of Wildlife Diseases* 30(1):77-85.
- SMN. Servicio Meteorológico Nacional. 2010. Precipitación acumulada 2007 y 2008. Servicio Meteorológico Nacional, México. Disponible en línea. http://smn.cna.gob.mx/INDEX.php?option=com_content&view=article&id=12&Itemid=77. [Sep. 15, 2013].
- Soler, J. P. y S. B. Cseh. 2009. Suplementación estratégica en ciervos colorados (*Cervus elaphus*) para mejorar la producción de asta dura. *Revista Veterinaria Argentina* 26(257):s/p. Disponible en línea. <http://www.veterinariargentina.com/revista/2009/09/suplementacion-estrategica-en-ciervos-colorados-cervus-elaphus-para-mejorar-la-produccion-de-asta-dura/> [Sep. 15, 2013].
- Strickland, B. K. and S. Demarais. 2000. Age and regional differences in antler and body characteristics of white-tailed deer in Mississippi. *Journal of Wildlife Management* 64(4):903-911.
- Strickland, B. K., S. Demarais, L. E. Castle, J. W. Lipe, W. H. Lunceford, H. A. Jacobson, D. Frels and K. V. Miller. 2001. Effects of selective-harvest strategies on white-tailed deer antler size. *Wildlife Society Bulletin* 29(2):509-520.
- Villarreal, G. J. G. 2000. Venado cola blanca, manejo y aprovechamiento cinegético. Primera reimpresión. Unión Ganadera Regional de Nuevo León. México. 401 p.

NOTA TÉCNICA

Principales protozoarios gastrointestinales en chigüiros silvestres (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en una vereda del municipio de Arauca, Colombia

Main gastrointestinal protozoa in wild capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in a village in the municipality of Arauca, Colombia

Arlex Rodríguez-Durán^{1*}, Linda C. Blanco Palma² y Ricardo Peña Flórez³

¹Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Programa Identificación Nacional de Bovinos IDENTIFICA. Arauca, Colombia. *Correo electrónico: ardoncemvz@gmail.com.co. ²Universidad Cooperativa de Colombia. Estudiante Medicina Veterinaria y Zootecnia. Arauca, Colombia. ³Universidad Cooperativa de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Arauca, Colombia.

RESUMEN

El chigüiro es el roedor más grande del mundo, este mamífero silvestre puede llegar a hospedar alrededor de 50 especies de parásitos gastrointestinales, de los cuales algunas especies de protozoarios pueden ser de interés zoonóticos. Con el propósito de identificar los principales protozoarios que afectan a este roedor en el municipio de Arauca, se tomaron al azar 360 muestras fecales frescas provenientes de una población natural, durante la época de verano e invierno. El examen macroscópico se realizó mediante la observación directa, mientras que el examen microscópico se empleó el método de sedimentación de Telemann Modificado MTM. Los datos obtenidos fueron analizados aplicando estadística descriptiva y no paramétrica (DMS). Dentro de los resultados obtenidos se observó una frecuencia de aparición del 97%, identificando las especies de protozoarios *Eimeria* spp., *Giardia* spp., *Sarcocystis* spp., *Cycloposthium minutum*, *Cycloposthium incurvum*, *Cycloposthium compressum*, *Cycloposthium lenticularis* y *Cycloposthium hydrochoeri*. La presencia de este grupo de endoparásitos en esta investigación puede estar regulada por las condiciones del medio ambiente, el cual puede favorecer el desarrollo y la supervivencia de las formas pre-parasitarias en el terreno; lo que implica una mayor probabilidad de infección, especialmente en los grupos más susceptibles como las madres lactantes y las crías. Los anteriores hallazgos son nuevos y de gran importancia para la epidemiología de estos parásitos en la región, debido a que constituyen el primer reporte de infección en esta especie silvestre, asociados al hábitat que comparten con el ganado bovino y otras especies domésticas en el municipio de Arauca, Arauca.

Palabras claves: infección, endoparásitos, sanidad, frecuencia, identificación.

ABSTRACT

The capybara is the world's largest rodent, this wild mammal can get to host about 50 species of gastrointestinal parasites, of which some species of protozoa may be of interest zoonotic. In order to identify the main protozoan affecting this rodent in the municipality of Arauca, 360 were randomly fresh fecal samples from a natural population during the summer and winter. Macroscopic examination was performed by direct observation, microscopic examination while the sedimentation method Telemann Modified MTM was used. The data obtained were analyzed using descriptive statistics and nonparametric (DMS). Among the results of appearance frequency of 97% it was observed, identifying the species protozoan *Eimeria* spp., *Giardia* spp., *Sarcocystis* spp., *Cycloposthium minutum*, *Cycloposthium incurvum*, *Cycloposthium compressum*, *Cycloposthium hydrochoeri* and *Cycloposthium lenticularis*. The presence of this group of endoparasites in this research may be regulated by environmental conditions, which can promote the development and survival of pre-parasitic forms in the field; which implies a greater likelihood of infection, especially in the most susceptible groups such as nursing mothers and young. The above findings are new and important for the epidemiology of these parasites in the region, because they constitute the first report of infection in this wild species associated with the habitat they share with cattle and other domestic species in the municipality of Arauca, Arauca.

Key words: Infección, endoparásitos, sanidad, frecuencia, identificación.

Recibido: 03/10/14 Aprobado: 10/03/16

INTRODUCCIÓN

El Chigüiro, Carpincho o Capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), se distribuye desde Panamá a través de las sabanas orientales de Colombia, hasta el norte de Argentina; a diferencia de la especie *Hydrochoerus isthmius* se caracteriza por tener un mayor tamaño en su composición corporal y habitar en ecosistemas bajos (Queirolo *et al.*, 2008; Moreira *et al.*, 2012). Este mamífero se destaca por ser los más grandes roedores existentes en el mundo, se reúnen en manadas de 20 hasta 30 individuos, entre machos y hembras de varias generaciones. Son altamente territoriales y ocupan áreas (8 hectáreas en promedio) cerca de una fuente de agua, ya que presentan hábitos semiacuáticos (Herrera, 2012). Las poblaciones de vida libre, generalmente comparten hábitat con bovinos y especies nativas en explotaciones ganaderas extensivas (Ojasti, 1973).

A raíz de esta coexistencia, en el chigüiro se han realizado varios estudios sobre la dinámica poblacional (Jorgenson, 1986), la cual se encuentra sujeta a condiciones como la poca oferta de alimentos y la presencia de parásitos (Sowls, 1984; Chardonnet *et al.*, 1995). Este último, es perjudicial para la salud de sus anfitriones, influyen sobre la productividad y la reproducción; lo que ejerce un efecto patogénico específico; inducido por una respuesta inmune nutricionalmente exigentes para sus hospedadores (Eberhardt *et al.*, 2013).

Algunos parásitos endémicos pueden ser raramente patógenos, pero, pueden llegar a ser reguladores importantes para poblaciones enteras, especialmente cuando los grupos se encuentran estresados (Arias, 1997). Los factores que determinan un contexto que mejora la virulencia del parásito aún no se han dilucidado, no obstante, se han propuesto algunas hipótesis; Lochmiller y Deerenberg (2000) postulan que la limitación de nutrientes es uno de los factores de estrés ambientales más importantes que influyen en la inmunocompetencia, y posteriormente la regulación de una población.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó con muestra fecales frescas de una población natural de chigüiros

presentes en la finca la Maporita (Latitud: 6°55'43.97"N y Longitud: 70°27'34.99"O), la cual se ubica en la vereda Maporita del corregimiento Maporillal del municipio de Arauca; los individuos estudiados se encontraban en una extensión de 60 hectáreas, agrupados en un total de 129 chigüiros, pertenecientes a diferentes estados de desarrollo biológicos (adultos, jóvenes y crías) y géneros; mantenidos en condiciones silvestres alrededor de dos lagunas naturales. El índice de precipitación en el área durante la investigación fue entre los 50 mm hasta 1.900 mm, en un gradiente ascendente de oriente a occidente; la temperatura mínima osciló entre los 23°C a 25°C, la temperatura máxima fluctuó entre 32°C y 35°C y el promedio de humedad fue del 89% (IDEAM, 2013).

El área de estudio se dividió en 4 zonas, codificadas con las letras A, B, C y D; así mismo, se georreferenció y delimitó con banderas para no limitar el desplazamiento de los animales, como se observa en la Figura 1.

Muestras y análisis

El número total de muestras analizadas fue calculado a partir de la multiplicación del número total de individuos por el promedio diario de deposiciones de un chigüiro (Bolkovic *et al.*, 2006), este resultado representó la población total, de la cual se calculó una muestra representativa correspondiente a 360 muestras a estudiar. La recolección de la materia fecal se realizó durante 90 días no consecutivos (45 días por época), abarcando los meses de febrero a julio del año 2013, incluyendo las épocas de verano e invierno para un total de 180 muestras por cada época. Diariamente se recogieron 4 muestras al azar dentro de cada área, cada una se encontraba compuesta por cinco pellets de una sola pila; excluyendo las pilas de pellets del mismo tamaño y de menos de 10 metros de proximidad en el terreno, lo anterior con el fin de evitar la recopilación de materia fecal del mismo animal dos veces. Sólo se recolectaron muestras frescas de menos de 5 horas de defecadas, evaluando la humedad (brillante) y el color (verde claro) según lo recomendado por Corriale *et al.* (2011).

Para el examen microscópico se empleó el método de sedimentación de Telemann

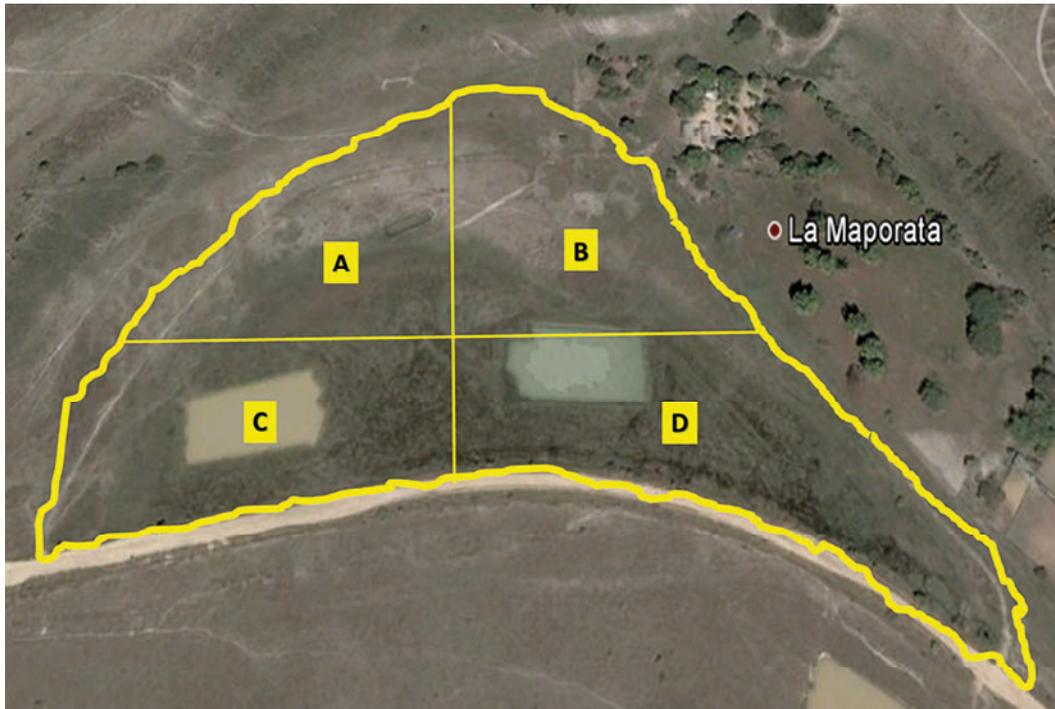


Figura 1. Estaciones de muestreo fecales en el área de estudio (Google Earth, 2005).

Modificado MTM, según Feldman y Guardis (1999); la identificación y clasificación de las diferentes especies de protozoarios se realizó mediante la utilización de las claves taxonómicas planteadas por Levine *et al.* (1980), Ito y Imai (2000), Urquhart *et al.* (2001) y Veles (2006).

Tratamiento de la información

Los resultados de los coproparasitológicos se analizaron mediante un análisis de varianza, en busca de frecuencia de aparición y diferencias estadísticas significativas (DMS) con un valor $P \leq 0,05$, respecto a la aparición de cada género parasitario en la época de verano o invierno, para lo cual se empleó el programa estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versión 19.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 2, se observan las principales especies de protozoarios hallados en las diferentes muestras coprológicas de los chigüiros analizados, donde se detallan los principales rasgos anatómicos de: a. *Eimeria* spp. b. *Giardia* spp. c. *Sarcocystis* spp. d. *Cycloposthium*

minutum. e. *Cycloposthium incurvum*. f. *Cycloposthium compressum*. g. *Cycloposthium lenticularis*. h. *Cycloposthium hydrochoeri*. **CV**: Vacuola contráctil. **MA**: Macronúcleo. **CA**: Caudalium. **TF**: Aleta de cola. **VS**: Vestibulum. **MI**: Micronúcleo. **AC**: Cilios adoral. **SP**: Placa ósea. **SR**: Barra del esqueleto. **OW**: Membrana del ooquiste. **Z**: Plasma del cigoto. **FG**: Flagelo. **CP**: Cuerpo piriforme. **BN**: Bi-nucleado parte anterior. **EI**: Espacio intracelular.

Mientras que en el Cuadro, se muestra la frecuencia de aparición de las diferentes especies de protozoarios hallados en las muestras coprológicas de los chigüiros silvestres estudiados en las épocas de verano e invierno; aquí se observa que existen tres comportamientos característicos, en un primer grupo de parásitos se ubican los miembros de la familia Cycloposthiidae: *C. minutum*, *C. incurvum* y *C. hydrochaeri*, cuya presencia se potencializa por el incremento en las precipitaciones y registran un aumento estadísticamente significativo con un valor $P \leq 0,05$ de sus hallazgos en las muestras fecales; demostrando que la época de invierno estimula el aumento de la presencia de este género parasitario en los chigüiros.

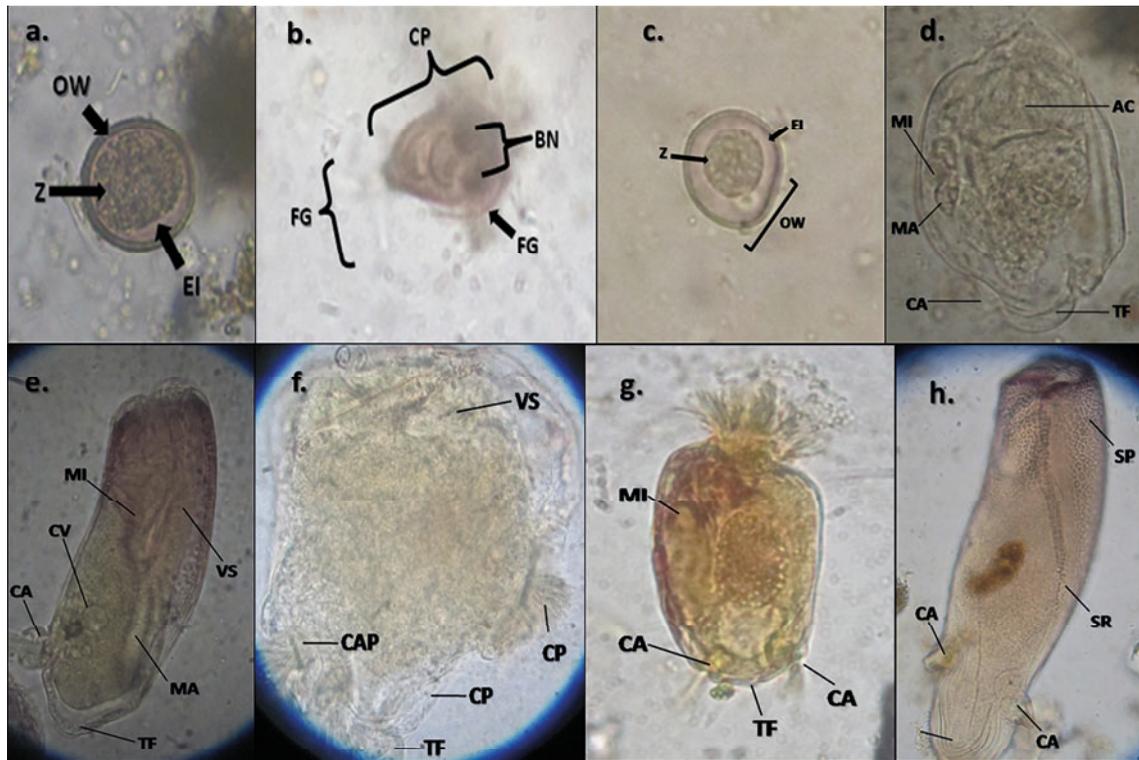


Figura 2. Anatomía de los huevos y ooquistes de los protozoarios hallados en los chigüiros.

Cuadro. Frecuencia de aparición de los protozoarios durante la época de verano e invierno.

Especies de protozoarios	Frecuencia de aparición		
	Época del año		
	Verano (%)	Invierno (%)	Total (%)
<i>Sarcocystis</i> spp.	3,06	0,56	3,61
<i>Eimeria</i> spp.	1,94	3,06	5
<i>Giardia</i> spp.	1,11	0,56	1,66
<i>Cycloposthium hydrochaeri</i> .	1,11	10,27	11,38
<i>Cycloposthium incurvum</i> .	3,05	8,05	11,1
<i>Cycloposthium minutum</i> .	2,50	6,11	8,61
<i>Cycloposthium lenticularis</i> .	1,94	3,05	5
<i>Cycloposthium compressum</i> .	1,66	2,22	3,88
Total	16,37	33,88	50,25

Por otro lado, en un segundo grupo comportamental se encuentran los miembros de la familia Eimeriidae: *Eimeria* spp, y los miembros de la familia Cycloposthiidae: *C. compressum* y *C. lenticularis*, los cuales registraron un incremento en la época de invierno, sin embargo, su presencia no fue significativo; y en un tercer grupo comportamental se ubican el miembro de la familia Hexamitidae: *Giardia* spp y el miembro de la familia Sarcocystidae: *Sarcocystis* spp, los cuales registraron un descenso en el número de las muestras positivas durante la época de lluvias.

La presencia de los protozoarios de la familia Cycloposthiidae han sido reportada en los chigüiros por Ito y Imai (2000) en la provincia de Trinidad (Bolivia), quienes identificaron 4 familias y 14 especies; 9 fueron reconocidas y descritas por primera vez como agentes infectantes de este animal silvestre; así mismo, Cunha (1915), observó 19 especies de ciliados intestinales en el ciego del chigüiro, de los cuales 17 de ellos eran especies propias del trato digestivo de este animal. La aparición del primer grupo de endoparásito (*C. minutum*, *C. incurvum* y *C. hydrochaeri*) en la época de lluvias, probablemente se deba al tipo de interacción biológica que sucede entre el chigüiro y los mencionados ciliados; de acuerdo a Martínez y Cordero del Campillo (2008), los ciliados presentan coacciones heterópicas positivas con sus hospedadores, comportándose como comensales y no propiamente como parásitos; mostrando una tolerancia a estos protozoarios y no una reacción de resistencia y eliminación de los mismos.

Además, el inicio de la temporada de lluvias brinda mejor oportunidades para este grupo de patógenos, debido a la alta ingesta de alimentos por parte de los animales, contrario a la época de verano en donde disminuye la materia orgánica y por lo tanto, la disponibilidad de nutrientes predigeridos en el ciego del animal es aprovechado por los ciliados. Otro factor, que influyó sobre la presencia de las mencionadas especies fueron las altas temperaturas estresantes a las que estos se encontraban expuestos, típicas de las épocas de verano o invierno; lo que pudo inducir presentar daños letales en algunas de las especies, disminuyendo

la longevidad, fecundidad y la movilidad de estos parásitos (Putten *et al.*, 2004).

La aparición del segundo grupo comportamental *Eimeria* spp, *C. compressum* y *C. lenticularis*; protozoarios que registraron un incremento en la época de invierno, pero que no fue significativo; se debe posiblemente a que *Eimeria* spp necesita realizar la esporulación en el ambiente externo, para ello se requiere de tres elementos principales: oxígeno, temperatura y humedad ambiental (Soulsby, 1987; Quiroz, 1989); siendo la época de lluvia la adecuada para el desarrollo de los ooquistes en el medio externo, lo que permitió mayor riesgo de infección en los chigüiros, en referencia a la época de verano donde se provocó la desecación de los mismos en el ambiente (Urquhart *et al.*, 2001). En el caso de los ciliados la disponibilidad de alimento que se presenta en la temporada de lluvia, donde se produce una alta ingesta de materia orgánica y por lo tanto la existencia de nutrientes predigeridos en el ciego del animal es aprovechado por estos protozoarios, observando un número alto de parásitos en esta época frente a la de verano.

El tercer grupo de aparición se encuentran las especies de protozoarios *Giardia* spp y *Sarcocystis* spp, los cuales registraron un descenso en el número de las muestras positivas durante la época de lluvias; este comportamiento está probablemente relacionado con la mejora en las condiciones alimenticias, donde el potencial biótico de los ciliados prevaleció frente a los demás protozoarios, estos endoparásitos presentan numerosas tiendas de almacenamiento de Ca, los cuales liberan a través de los sacos alveolares durante la estimulación de la exocitosis.

En contraste, el complejo de la membrana interna de los Apicomplexas que han perdido total o parcialmente la capacidad de almacenar grandes cantidades de este mineral (Beraldo *et al.*, 2007) imprescindible para el desarrollo subcelular, generación de energía, cytokinesis, motilidad y afinidad de membranas (Berridge *et al.*, 2003; Clapham, 2007; Dodd *et al.*, 2010); formando finalmente una competencia inter parasitaria entre los ciliados y los demás protozoarios por la instalación, mantenimiento y reproducción en sus hospedadores. Del mismo modo, los ciliados presentan similitudes con algunas moléculas,

enzimas y proteínas celulares de origen animal (Wright y Van Houten, 1993; Plattner *et al.*, 2012), lo que le permite tener mejor oportunidad de permear las células de sus hospedadores.

Además, la capacidad de la respuesta inmunitaria de los chigüiros frente a este tipo de agresión es mediante la movilización de células T (linfocitos intraepiteliales) activadas por la estimulación prolongada de antígenos de los protozoarios, desempeñando un papel de destrucción durante el inicio de la patogenia de estos dos endoparásitos (Faure-Fontenla *et al.*, 1993).

Por otra parte, la presencia de protozoos de la familia Sarcocystidae en el chigüiro es nueva en la región y es de gran relevancia para la epidemiología en la zona; resultados similares han sido reportados para este género por Truppel (2009) en Brasil, el cual encontró una prevalencia del 22,7% de las muestras analizadas, describiendo solo la presencia del género.

CONCLUSIONES

Se identificaron 8 especies de protozoarios, pertenecientes a las familias Cycloposthiidae, Sarcocystidae, Eimeriidae y Hexamitidae. Las especies de ciliados *C. hydrochoeri*, *C. incurvum*, *C. minutum*, *C. lenticularis* y *C. compressum*, se caracterizan como endoparásitos propios del tracto digestivo de los chigüiros; a pesar de, las especies de *Sarcocystis* spp, *Eimeria* spp y *Giardia* spp, se describen como parásitos no frecuentes del *C. Hydrochaeris*. Los anteriores hallazgos son importantes y novedosos, ya que constituyen el primer reporte de dichos parásitos en esta especie silvestre, asociados al hábitat que comparten con el ganado bovino y otros animales domésticos en el municipio de Arauca.

De los endoparásitos hallados en esta investigación, el de mayor importancia epidemiológica para la salud humana es *Sarcocystis* spp, debido a que el consumo de carne proveniente de este animal es alto en la región (Velasco *et al.*, 1991). Para determinar la especie y un gran número de este parásito en el chigüiro se tendrá que llevar a cabo estudios de laboratorio específicos como bioensayos y análisis genéticos de *Sarcocistídeos*. Así mismo, las condiciones

medio ambientales de la sabana inundable del municipio de Arauca, favorecen la aparición de estos protozoarios; ya que se observó un elevado número parásitos durante la época de lluvias frente a la de verano.

Finalmente, se puede decir que los individuos estudiados presentan un equilibrio biológico con las especies de protozoarios registrados, debido a que la mayoría de los chigüiros analizados presentaban una buena condición corporal y no se evidenció a simple vista signos clínicos compatibles a enfermedades parasitarias. Esto mejora las características al hacer de este un excelente animal para el sistema de producción extensiva en la gestión sostenible de la fauna silvestre en el municipio de Arauca y la región de la Orinoquía Colombiana, teniendo resistencia a las enfermedades parasitarias y un alto potencial para la producción de carne y piel para la industria marroquinera local.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo hace parte de la tesis de pregrado de los estudiantes Arlex Rodríguez Durán y Linda Coromoto Blanco Palma, en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Arauca; quienes, junto a su director agradecen el valioso apoyo de dicha entidad.

LITERATURA CITADA

- Arias, F., F. García, M. Rivera y R. López. 1997. Trypanosoma evansi in capibara from Venezuela. *Journal of Wildlife Diseases*, 33(2): 359 - 361.
- Beraldo, F. H., K. Mikoshiba and C. R. Garcia. 2007. Human malarial parasite, *Plasmodium falciparum*, displays capacitative calcium entry: 2-aminoethyl diphenylborinate blocks the signal transduction pathway of melatonin action on the P. falciparum cell cycle. *Journal Pineal Res*, 43: 360 - 364.
- Berridge, M. J., M. D. Bootman and H. L. Roderick. 2003. Calcium signalling: dynamics, homeostasis and remodelling, *National Review Molecular. Cell Biology*, 4: 517 - 529.

- Corriale, M., A. Milano, M. Gómez-Muñoz and E. Herrera. 2011. Prevalence of gastrointestinal parasites in a natural population of capybaras, *Hydrochoerus hydrochaeris*, in Esteros del Iberá (Argentina). *Revista Ibero-Latinoamericana de Parasitología*, 70(2): 189 - 196.
- Chardonnet, P., H. Fritz, N. Zorzi and E. Ferón. 1995. Current importance of traditional hunting and major contrast in wild meat consumption in sub-saharan Africa. En *Integrating people and wildlife for a sustainable future*. Bissonette, J. A. And P. R. Kraussman (eds). The Wildlife Society, 5: 304 - 307.
- Cunha, A. 1915. Sobre os ciliados intestinaes dos mamíferos II. *Institute Oswaldo Cruz*, 7: 139 - 145.
- Clapham, D. E. 2007. Calcium signaling. *Cell*, 131: 1047 - 1058.
- Dodd, A. N., J. Kudla and D. Sanders. 2010. The language of calcium signaling, *Annual Review Plant Biology*, 61: 593 - 620.
- Eberhardt, A. T., S. A. Costa, M. R. Marini, A. Racca and C. J. Baldi. 2013. Parasitism and Physiological Trade-Offs in Stressed Capybaras. *PLoS ONE*, 8(7): 703.
- Faure-Fontenla, M., S. Torres, J. García y T. García. 1993. Deficiencia selectiva de IgA y mala absorción. Revisión de la literatura a propósito de un caso. *México D.F. Boletín Médico*, 50: 9 - 185.
- Feldman, R. E. y M. V. Guardis. 1999. Diagnóstico coproparasitológico. Fundamentos, normas, metodología, bioseguridad, control de calidad. Nueva guía práctica. *Revista de la Federación Bioquímica de la Provincia de Buenos Aires*, 9: 18 - 22.
- Google Earth, Imagen satelital. 2005. Disponible en línea: <http://www.googleearth.com>. [Feb. 16, 2013].
- Herrera, E. A., 2012. Capybara social behavior and use of space: patterns and processes. **In:** Moreira, J. R., K. M. P. M. B. Barros Ferraz, E. A. Herrera y D. W. Macdonald (Eds). *Capybara. Biology, Use and Conservation of an Exceptional Neotropical Species*. Springer, USA, 195 - 207.
- IDEAM. Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales. 2013. Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Compra de servicios, clase meteorológica, categoría pluviométrica. Bogotá D.C. Colombia. 2.
- Ito, A. and S. Imai. 2000. Ciliates from the Cecum of Capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in Bolivia 2. The Family Cycloposthiidae. *European Journal of Protistology*, 36, 69 - 200.
- Jorgenson, J.P. 1986. Notes on the ecology and behavior of capybaras in northeastern Colombia. *Vida Silvestre Neotropical*, 1, 31 - 40.
- Levine, N., J. Corlis and F. E. Cox. 1980. A Newly Revised Classification of the Protozoa. *Journal Protozool*, 27: 37 - 58.
- Lochmiller, R. L. and C. Deerenberg. 2000. Trade-offs in evolutionary immunology: just what is the cost of immunity?. *Oikos*, 88: 87 - 98.
- Martínez, A. y M. Cordero del Campillo. 2008. Capítulo 2. El parasitismo y otras asociaciones biológicas. *Parásitos y hospedadores*. 12 - 20.
- Moreira, J. R., M. R. Álvarez, T. Tarifa, V. Pacheco, A. Taber, D. G. Tirira, E. A. Herrera, K. M. P. M. B. Ferraz, J. Aldana-Domínguez and D. W. Macdonald. 2012. Taxonomy. Natural history and distribution of the capybara. **In:** Moreira, J. R., K. M. P. M. B. Barros Ferraz, E. A. Herrera y D. W. Macdonald (Eds). *Capybara. Biology, Use and Conservation of an Exceptional Neotropical Species*. Springer, USA, 3 - 37.
- Ojasti, J. 1973. Estudio Biológico del Chigüire o capibara. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias FONAIAP. Editorial Sucre. Caracas, Venezuela.
- Putten, W. H., P. C. de Ruiterb, T. M. Bezemera, J. A. Harvey, M. Wassen and V. Wolters. 2004. Trophic interactions in a changing world. *Basic Appl Ecology*, 5: 487 - 94.
- Plattner, H., I. M. Sehring, I. K. Mohamed, K. Miranda, W. De Souza, R. Billington,

- A. Genazzani and E. M. Ladenburger. 2012. Calcium signaling in closely related protozoan groups (Alveolata): Non-parasitic ciliates (Paramecium, Tetrahymena) vs parasitic Apicomplexa (Plasmodium, Toxoplasma). *Cell Calcium*. Elsevier, 351 - 382.
- Queirolo, D., E. Vieira and F. Reid. 2008. *Hydrochoerus hydrochaeris*. In: IUCN Red List of Threatened Species.
- Quiróz, H. 1989. Parasitología y enfermedades parasitarias en animales domésticos. Ed. Limusa. México, D.F. México, 876 p.
- Sowls, W. K. 1984. The peccaries. The University of Arizona Press, Tucson.
- Soulsby, E. J. 1987. Parasitología y enfermedades parasitarias en los animales domésticos. Ed. Nueva Interamericana, México, D.F. México, 823 p.
- Sowls, L. K. 1984. The Peccaries. The University of Arizona Press, Tucson.
- Truppel, J. E. 2009. Prevalência de parásitos gastrintestinais em capivaras (*Hydrochaeris hydrochaeris* Linnaeus, 1766) do parque Tingüi, Curitiba, Paraná. **En:** Avaliação do parasitismo em capivaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*) e sua atuação como hospedeiro intermediário de *Neospora caninum* e *Toxoplasma gondii*. Departamento de patología básica e departamento de patología médica, setor de ciências biológicas e da saúde, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná. Brasil, 163 p.
- Urquhart, G. M., J. Armour, J. L. Ducan, A. M. Dunn e F. W. Jennings. 2001. Parasitología Veterinária. **En:** Urquhart, G. M., J. Armour, J. L. Ducan, A. M. Dunn y F. W. Jennings. Protozoología veterinaria, Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España, pp. 239 - 289.
- Wright, M. V. and J. Van Houten. 1993. Ca²⁺ transport and chemoreception in Paramecium. *Journal Company Physiologic*, 163: 288 - 296.
- Velasco, A., M. González, R. De Sola, E. Marín y M. Quero. 1991. Programa de aprovechamiento del chigüire o capibara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en Venezuela.
- Vélez, A. 2006. La coprología y otras técnicas de diagnóstico. **En:** Vélez, A. Guías en Parasitología Veterinaria, Ed. Éxito dinámica. Colombia, pp. 99 - 288.

NORMAS DE PUBLICACIÓN (Instrucción a los Autores)

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

a) **Artículo Científico:** es un texto de carácter académico-científico que muestra el cumplimiento de normas específicas tanto en su estructura general como en su contenido. Cubre una extensa variedad de temas relacionados con la investigación e innovación tecnológica en las diversas disciplinas del conocimiento agrícola, bajo los paradigmas de investigación cuantitativo y cualitativo. Se redactan

Estudios con enfoque cuantitativo:

- Introducción: Problema, justificación y objetivos.
- Materiales y Métodos
- Resultados y Discusión
- Conclusiones
- Agradecimientos (opcional)
- Literatura citada.

Estudios con enfoque cualitativo:

- Introducción: Objeto de estudio, justificación y propósitos.
- Metodología
- Resultados y Hallazgos
- Conclusiones y/o aproximaciones
- Agradecimientos (opcional)
- Literatura citada.

en vocabulario especializado y formal. Estos deberán ser de carácter innovadores y constituir un aporte al conocimiento científico, tecnológico o metodológico en el área de la producción agropecuaria sustentable y temas afines. La extensión del trabajo no debe exceder

de 25 páginas a doble espacio, incluyendo cuadros, figuras y literatura citada. El trabajo debe incluir las siguientes secciones:

- b) **Nota Técnica:** Son textos cortos que describen técnicas experimentales, equipos, fenómenos naturales, especies nuevas, resultados parciales o detalle de un trabajo que pueden tener algún interés en sí, aún desligados del conjunto de trabajo que se está realizando. Se usa también para adelantar información sobre resultados obtenidos u observaciones efectuadas, acerca de las cuales se informara después detalladamente en artículos, boletines o informes técnicos; también se aceptan reseñas de libros recientemente publicados. El mismo no deberá exceder de 12 páginas.
- c) **Revisiones Bibliográficas:** son artículos acerca de temas que por los avances científicos, tecnológicos o metodológicos logrados en los mismos, requieren de una visión más completa, con el fin de facilitar la comprensión de los alcances de dichos adelantos. La información debe ser tratada en forma de disertación, análisis analítico o descriptivo, confrontación o comparación. Estos serán solicitados a especialistas de reconocida trayectoria profesional que hayan realizado aportes en los temas requeridos. El texto se presentará de forma libre y no deberá exceder de 8 páginas.
- d) **Trabajos Especiales:** son trabajos de un área temática actualizada, de orden científico o técnico, así como de eventos científicos de relevancia nacional e internacional,

donde entra a discusión temas de aspecto social, académico, científico, de interés de la sociedad. Los temas serán solicitados a especialistas de reconocida trayectoria profesional y que hayan realizado aportes importantes en los temas sugeridos. El texto se presentará de forma libre y no deberá exceder de 8 páginas.

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

- a) **Idioma:** Los trabajos pueden escribirse en español, inglés o portugués.
- b) **Formato:** Deben ser escritos utilizando preferiblemente los procesadores de palabras *Open Office Writer*® o en su defecto *Microsoft Office Word*® en cualquiera de sus versiones recientes, fuente Arial tamaño 12 a doble espacio para el texto; para las tablas y referencias Arial tamaño 11.
- c) **Título:** El título será en el idioma correspondiente, con su respectiva traducción en el resumen. Se escribe en letras mayúsculas y minúsculas, debe ser claro y conciso. No debe exceder de 20 palabras. Debe identificar y describir concretamente el contenido del trabajo, sin abreviaturas. Sólo deben incluirse los nombres comunes de plantas, insectos u otras especies cuando se requiere, dejando como palabra clave el nombre científico de los mismos. No debe exceder de dos líneas sin puntos, exceptuando cuando exista alguna subdivisión del mismo.
- d) **Autor (es) y Afiliación:** Primer nombre completo, inicial del segundo y apellidos completos. Después de los nombres se usarán números en subíndices para identificar la información del autor o autores tal como: cargo, institución, correo electrónico, dirección postal donde trabajan. Debe usar el nombre completo de la institución con la abreviatura o siglas entre paréntesis. Igualmente, identificar con un asterisco al autor (es) que fungirá como autor de correspondencia. De manera opcional podrá indicarse alguna aclaratoria sobre la fuente de financiamiento de la investigación y proyecto al cual pertenece.
- e) **Resumen, Abstract o Resumem:** Cada trabajo debe tener un resumen de un párrafo no mayor de 250 palabras, que sea claro y comprensible, en los idiomas correspondientes. Para el caso de estudios con enfoque cuantitativo, se debe indicar de manera sucinta: objetivo (s), el problema, los métodos experimentales, resultados y conclusiones, sin sobrecargarlos con valores numéricos; para estudios con enfoque cualitativo se deben indicar: el propósito, objeto de estudio, la metodología, resultados y aproximaciones. Las referencias a cuadros, figuras y las abreviaturas no definidas, no son aceptables. Los entes biológicos y los suelos deben ser identificados por sus nombres científicos cuando son mencionados por primera vez en el resumen y la primera vez que aparezcan en el cuerpo del trabajo, sin repetirse en el cuerpo del artículo. El idioma del resumen será como se indica a continuación:
-Trabajo en español: resumen en español e inglés (*Abstract*).
-Trabajo en inglés: resumen en inglés

- (*Abstract*) y español (Resumen).
- Trabajo en portugués: resumen en portugués (Resumem) y español (Resumen).
 - f) **Palabras clave:** Son aquellas que permiten identificar el tópico que se discute en el texto, tratando de no repetir las que se usen en el título. Debe incluir los nombres científicos de los entes biológicos. Las palabras clave deben permitir localizar el trabajo en los índices y bases de datos agrícolas como el Sistema Agris de la FAO. Máximo seis (6) palabras.
 - g) **Introducción:** Su contenido debe expresar además de la importancia del tema a tratar, una breve referencia de los antecedentes que motivaron a la realización del trabajo; puede incluirse la revisión de literatura con las investigaciones más recientes que aporten ideas fundamentales para la realización del trabajo. Para estudios de tipo cuantitativo debe presentar claramente el problema, justificación y los objetivos, un objetivo general y máximo tres objetivos específicos. En el enfoque cualitativo, debe presentar el objeto de estudio, justificación y propósitos. Las referencias en la introducción deben ser limitadas.
 - h) **Materiales y Métodos** (Enfoque cuantitativo) o **Metodología** (Enfoque cualitativo): Deben ser lo suficientemente claros y precisos para que otra persona especialista en la materia pueda repetir el experimento o metodología. Para estudios con enfoque cuantitativo, debe ser clara y concreta, siguiendo un ordenamiento lógico de las técnicas empleadas en la investigación y los materiales utilizados. Los procedimientos analíticos y estadísticos usados deberán ser descritos claramente o citados como referencias bibliográficas. En investigaciones de campo deberán incluir además una breve descripción agroclimática de la localidad donde se efectuó el trabajo. Cuando las investigaciones se realicen bajo el paradigma cualitativo, se indica el marco o contexto teórico que describe brevemente conceptos, modelos o enfoques que orientan la investigación y los referentes teóricos relacionados con los discursos de los actores sociales y se indica la naturaleza y tipo de la investigación, los informantes clave, métodos, técnicas y procedimientos de acopio de la información y las técnicas de interpretación de la información y categorización.
 - i) **Resultados y Discusión** (Enfoque cuantitativo) o **Resultados y Hallazgos** (Enfoque cualitativo): Esta sección debe satisfacer los objetivos que señalaron en la introducción, manejando la información cuantitativa a través de cuadros y figuras a fin de transmitir en forma clara la interpretación de los resultados obtenidos. La discusión de los datos deberá hacerse basada en los soportes disponibles en la literatura citada del trabajo. En el enfoque cuantitativo, es necesario el uso de la estadística para verificar la validez de los resultados, cuando así se requiera. En el enfoque cualitativo, se presentan de modo organizado y coherente los resultados de la investigación a partir del procedimiento de triangulación.
 - j) **Cuadros:** Cada cuadro se presentará en

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

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

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

- *Revista (ya publicada)*

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

- *Revista (aceptado, pero no publicado)*

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

- *Suplemento de revista*

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

- *Libros*

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

- *Capítulos de libros*

Toledo J.M. y R. Schultze-Kraft. 1985. Metodología para la Evaluación Agronómica de Pastos Tropicales. *En: Toledo J.M. (Ed.). Manual para la Evaluación Agronómica*. R.I.E.P.T. CIAT, Cali, Colombia, pp. 91-110.

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

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

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

- *Tesis y Trabajos de Ascenso*

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

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

- *Revistas y otras fuentes electrónicas:*

Los documentos electrónicos se tratan como una variante de la publicación impresa tradicional. En forma electrónica

se encuentran actualmente monografías, publicaciones periódicas, mensajes, conferencias, reuniones, bases de datos, programas de computadora u otros. Por tanto se seguirán las normas establecidas para cada uno de ellos y además se incluirán otros elementos que permitan identificar el medio en que están disponibles: en línea, disco compacto, disquetes, mensajes electrónicos, cintas magnéticas. La fuente de información para el documento electrónico es el documento mismo. Si éste carece de información, puede ser tomada del recipiente (caja, sobre, otro), sitio web, o material impreso complementario.

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

- *Publicaciones Misceláneas*

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

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

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

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIMBOLOS

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

Zoo|ecnia
ropical

ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical