



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

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia tropical

Zootecnia
tropical
Depósito Legal: pp. 198302AR214
ISSN: 0798 - 7269
AÑO 33 VOL. 33 No. 1 2015

ZOOTECNIA TROPICAL

Zootecnia Trop.

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

EDITORIAL

La investigación agrícola es una actividad tan compleja como lo es la misma agricultura. Ella está supeditada a muchos factores que determinan la calidad y efectividad de la misma y que están intrínsecamente relacionados a la visión que el país y la región donde se realiza tienen de su propio desarrollo.

La cantidad y calidad de la investigación agrícola que lleva a cabo un país son, sin duda alguna, una parte importantísima de la ecuación, en el desarrollo de la agricultura y de como esta es capaz de responder a las necesidades de alimentación de su población.

La investigación que se realiza de manera local es la que por ejemplo, determina y produce las semillas que deben utilizarse para los cultivos que pueden o deben producirse en el país, las razas de animales más productivos y convenientes para la producción de leche y carne, las plagas que aquejan los cultivos y las formas de controlarlas, los sistemas de producción más eficientes y cónsonos con el ambiente, entre muchas otras cosas que son vitales para el éxito de la actividad agrícola.

Los conceptos de seguridad y soberanía alimentaria, implican la producción suficiente de alimento para asegurar su suministro efectivo a la población y esto pasa porque que el mismo sea producido de manera regular y con poca dependencia de insumos externos.

De aquí la importancia que el investigador agrícola tiene y debe reconocérsele, siendo que un indicador utilizado frecuentemente por las organizaciones que estudian el desarrollo a nivel mundial es el número de investigadores que un determinado país tiene dedicado a esta actividad.

No parece ser obra del azar que los países con mayor desarrollo agrícola en la región como Brasil o Argentina hayan generado mecanismos para que los investigadores funjan de asesores en la toma de las decisiones políticas que atañen a la agricultura.

Es en este sentido, que desde esta tribuna hacemos un humilde reconocimiento a los profesionales que han decidido dedicar su vida a la loable labor de ser investigadores agrícolas y hacemos votos porque en los países donde todavía no se reconoce su importancia se produzca un cambio en las políticas que permita su participación de manera efectiva en el tan anhelado sueño del desarrollo agrícola que garantice la seguridad y soberanía alimentaria de nuestros pueblos.

Luis Dickson

TABLA DE CONTENIDO Vol. 33 N° 1**Artículos Científicos**

Díaz Lugo Á. A., Álvarez Castillo R. A., Méndez Martínez J. A., González Rodríguez L. V., Chocrón Castellano M. M. y Guanipa Maldonado M. V. Análisis de la comunidad de peces asociada a la pesca artesanal de camarón blanco <i>Litopenaeus schmitti</i> , en el Golfo de Venezuela	7
Rodríguez C. E., Saavedra G. F. y Gómez D. F. Efecto de la etapa de lactancia sobre la calidad fisicoquímica de leche en vacas de raza Holstein y Normando	23
Zapata-Vívenes E., Sánchez G. y Marcano L. Reservas energéticas e índices moleculares de condición en <i>Lima</i> (Ctenoides) scabra expuesta a lubricantes usados de motores de automóviles.....	37
Longart Y., Lanza N., Lista M., Prieto A. y Acosta V. Estimación de la edad mediante análisis de otolitos en una población de <i>Dactylopterus volitans</i>	47
De Oliveira Grieser D., Marcato S. M., Furlan A. C., Zancanela V, Batista E., Silva Ton A. P., Prestes Perine T. y Espejo Stanquevis C. Desempenho e rendimento de carcaça e partes de três diferentes linhagens de codornas	61
Desempeño y rendimiento en carcasa y piezas de tres diferentes líneas de codornices.....	61
De Azevedo R. V. y Tavares Braga L. G: Crescimento e avaliação econômica da tilápia do Nilo criada em diferentes salinidades da água.....	73
Crecimiento y evaluación económica de la tilapia del Nilo criada en diferentes salinidades de agua.....	73
Restrepo Betancur G., Zapata Acosta K. y Rojano B. A. Evaluación de la capacidad antioxidante total del plasma seminal equino	79
Nota Técnica	
Saddy J., Depablos L., Colina Y. y Vargas D. Evaluación de concentrados comerciales sobre el crecimiento de becerros doble propósito en la zona central de Venezuela	89
Instrucciones al autor	97

TABLE OF CONTENTS Vol. 33 N° 1**Scientific Articles**

Díaz Lugo Á. A., Álvarez Castillo R. A., Méndez Martínez J. A., González Rodríguez L. V., Chocrón Castellano M. M. and Guanipa Maldonado M. V. Analysis of the fish community associated with artisanal fisheries of white shrimp <i>Litopenaeus schmitti</i> , in the Gulf of Venezuela.....	7
Rodríguez C. E., Saavedra G. F. and Gómez D. F. Effect of stage of lactation on physicochemical quality of milk in Holstein and Norman cows	23
Zapata-Vívenes E., Sánchez G. and Marcano L. and da Silva Cyrne C. C. Energetic reserves and molecular index of condition in <i>Lima</i> (Ctenoides) scabra exposed to crankcase oil.....	37
Longart Y., Lanza N., Lista M., Prieto A. and Acosta V. Age estimation using analysis of otoliths in a population <i>Dactylopterus volitans</i>	47
De Oliveira Grieser D., Marcato S. M., Furlan A. C., Zancanela V, Batista E., Silva Ton A. P., Prestes Perine T. and Espejo Stanquevis C. Performance and carcass yield and parts of three different quails strains	61
De Azevedo R. V. and Tavares Braga L. G. Growth and economic evaluation of Nile tilapia reared at different water salinities.....	73
Restrepo Betancur G., Zapata Acosta K. and Rojano B. A. Evaluation of total antioxidant capacity of equine seminal plasma	79
Technical note	
Saddy J., Depablos L., Colina Y. and Vargas D. Evaluation of concentrated commercial growth calves on dual purpose in the center of Venezuela.....	89
Instructions to the author	97

Análisis de la comunidad de peces asociada a la pesca artesanal de camarón blanco *Litopenaeus schmitti*, en el Golfo de Venezuela

Analysis of the fish community associated with artisanal fisheries of white shrimp *Litopenaeusschmitti*, in the Gulf of Venezuela

Ángel A. Díaz Lugo ^{1*}, Rodolfo A. Álvarez Castillo¹, Jesús A. Méndez Martínez¹, Luis V. González Rodríguez ¹, Mónica M. Chocrón Castellano² y María V. Guanipa Maldonado¹.

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Campo Experimental Las Piedras, Muelle Pesquero Las Piedras. Punto Fijo, estado Falcón, Venezuela. Correo electrónico: adiazlugo@gmail.com. ²Instituto Socialista de la Pesca y Acuicultura (INSOPESCA), Muelle Pesquero Las Piedras. Punto Fijo, estado Falcón, Venezuela.

RESUMEN

La comunidad pesquera de Río Seco está ubicada en la zona occidental del estado Falcón, sus zonas de pesca están circunscritas al Golfo de Venezuela. El camarón blanco *Litopenaeus schmitti* es su principal recurso objetivo y es capturado artesanalmente con redes de deriva; durante este proceso de pesca, también pueden capturar especies, consideradas como fauna acompañante. Este estudio analiza algunos aspectos biológicos, ecológicos, ambientales y pesqueros asociados a la fauna acompañante, para ello se emplearon técnicas y metodologías estándares de la ciencia pesquera (estructura de tallas, peso, proporción de sexos, grado de madurez), índices ecológicos (S, d, H' y λ), también se obtuvo información sobre variables ambientales en 16 zonas de pesca, abarcando un total de 43 Km² del Golfo de Venezuela. Se aplicaron métodos estadísticos no paramétricos (escalamiento multidimensional o MDS y ANOSIM) y paramétricos (componente principales o PCA). En total se identificaron 14 familias, representadas en 27 especies. La familia Sciaenidae fue la mejor representada en número de especies, espacio y tiempo. *Macrodon ancylodon*, *Micropogonias furnieri*, *Genyatremus luteus* y *Trichiurus lepturus* fueron las especies más abundantes durante el estudio. Se comprobó que el 67% del total de las especies capturadas suelen ser de interés comercial. La diversidad presentó un promedio de 1,50 bits/ind. La dominancia (λ) promedio 0,79. Los resultados indican que la variable ambiental (precipitación) modela la estructura fisicoquímica de la zona de estudio, los cuales coincidieron temporalmente con los principales valores de H'.

Palabras clave: pesca, camarón, fauna acompañante, diversidad.

ABSTRACT

The fisheries community of Río Seco is located in the western area of Falcon State; its fishing areas are circumscribed to the Gulf of Venezuela. The white shrimp *Litopenaeus schmitti* is their main objective resource and it is captured by hand with drift-nets; during this fishing process, they can also capture species that do not want to fish, considered as bycatch. This study analyzes biological, ecological, environmental and fisheries aspects associated to the captured by catch, so standard techniques and methodologies of fisheries science were used (size, weight, sex ratio, maturity structure), ecological indexes (S, d, H' and λ), also information was obtained on environmental variables in 16 fishing areas, covering a total of 43 Km² of the Gulf of Venezuela. Nonparametric statistical methods (multidimensional scaling or MDS and ANOSIM) and parametric (main component or PCA) were applied. In total, 14 families, represented in 27 species were identified. The family Sciaenidae better represented in number of species, and space in time was. *Macrodon ancylodon*, *Micropogonias furnieri*, *Genyatremus luteus* and *Trichiurus lepturus* were the most abundant species during the study. It was determined that 67% of the total number of captured species tends to be of commercial interest. Diversity was 1.50 bits/ind and Dominance (λ) 0.79. Results indicate that the environmental variable (precipitation) models the physico-chemical structure of the study area, which temporarily coincided with the main values of H'.

Key words: fish, shrimp, Bycatch, diversity.

INTRODUCCIÓN

La fauna acompañante o incidental es la parte de la captura realizada por el pescador que no es parte de su objetivo de pesca o que no desea pescar (peces, tortugas, pedazos de coral, esponjas, otros animales y material inerte). Esta fauna acompañante puede ser regresada al mar o utilizada para consumo humano o animal. La captura incidental puede ser una amenaza para la diversidad de especies y bienestar del ecosistema debido a que puede impactar en especies clave que pudieran alterar el equilibrio (Eayrs, 2007).

Las capturas incidentales son uno de los aspectos más urgentes y polémicos de las pesquerías del camarón Gillett (2010). Por ejemplo, Marval *et al.* (2011), concluyen que la pesca de arrastre artesanal del camarón blanco *Litopenaeus schmitti* realizada en la costa norte del Golfo de Paria capturan un gran número de organismos, los cuales no presentan tallas aptas para la comercialización, siendo desechadas al mar por carecer de importancia.

Andrade (2004), la pesquería de camarón blanco de la zona occidental de Venezuela, presenta graves conflictos provocados por interdependencia y externalidades que no se limitan a la competencia directa por la misma población de camarones sino que llegan hasta la destrucción de redes, quema de embarcaciones y competencias en el mercado. Situación que ocurre en otros países García y Le Reste (1987) y Willmann y Garcia(1985) en Andrade (2004).

En la actualidad la pesquería artesanal de camarón *Litopenaeus schmitti* y *Xiphopenaeus kroyeri* del Occidente Venezolano, está regulada por una Providencia Administrativa (Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 340.869 de Fecha: 11 de Agosto de 2005). Dicha regulación fue concebida bajo preceptos de precaución, buscando reducir el conflicto entre las pesquerías artesanal de camarón y pesquerías artesanales multiespecíficas en comunidades aledañas, debido a los descartes de fauna acompañante generados por la flota artesanal camaronesa.

Los volúmenes de capturas incidentales y de descartes en las pesquerías del camarón han sido un asunto que ha polarizado durante decenios

los debates relacionados con la conservación y la sostenibilidad. Incluso en unas pesquerías relativamente bien reglamentadas como las de los países desarrollados, la estimación y ulterior comparación de los niveles de capturas incidentales no es simple, pocas son las regiones que acopian datos fiables sobre la totalidad de las especies capturadas (camarones, peces de aleta y otros invertebrados marinos); además, las variaciones espaciales y temporales que afectan a las especies asociadas con los hábitats de los camarones, amén de las diferencias en las operaciones pesqueras, impiden siquiera una estimación aproximada de las capturas mundiales totales Gillett (2010).

Hay que resaltar que no existen trabajos que traten sobre la composición de fauna acompañante, capturados con redes de deriva de una pesquería artesanal de camarón que opere en el Golfo de Venezuela; la presente investigación tiene por objetivo identificar y registrar especies según su distribución, temporalidad, algunos aspectos de su biología, índices ecológicos y su relación con variables ambientales, elementos claves para los administradores de recursos, a la hora de ordenar y manejar correctamente las pesquerías.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación se realizó en el municipio Miranda, específicamente en la población pesquera de Río Seco, ubicada en la costa occidental del estado Falcón (Figura 1). La toma de muestras estuvo circunscrita a la zona marino costera del Golfo de Venezuela, la cual según Zeigler (1964) tienen profundidades máximas de 50 metros, y con promedios de 20 metros. Ginés *et al.* (1982), menciona que el Golfo de Venezuela mantiene contacto directo con el Mar Caribe (aguas oceánicas, hasta 37‰), Golfete de Coro (aguas muy salinas, hasta 45‰) y aguas del Lago de Maracaibo (aguas estuarinas, hasta ~3‰), lo cual le confiere características fisicoquímicas peculiares.

Composición de fauna acompañante

Las muestras se obtuvieron producto de la pesca comercial de la flota pesquera

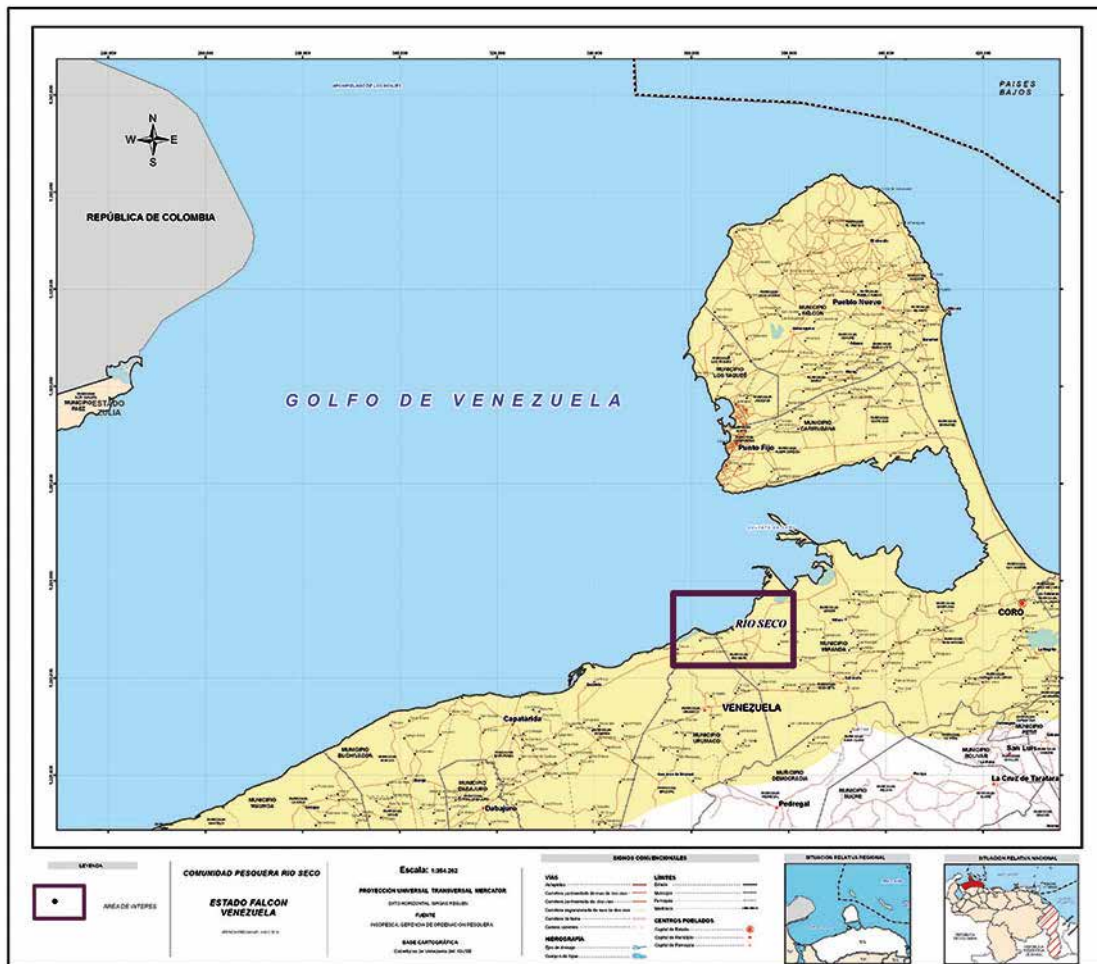


Figura 1. Ubicación geográfica de la comunidad pesquera de Río Seco estado Falcón y la zona de pesca utilizada por la comunidad, entre febrero a noviembre de 2009.

artesanal de camarón, la cual está compuesta por 234 embarcaciones permitidas para labores pesqueras según reporte oficial de INSOPESCA, 2013. El arte de pesca consiste en una red de enmalle de deriva denominado por los pescadores *tendedor*, que se deja a merced de las corrientes, construidas a partir de monofilamento con abertura de malla de 2,5 pulgadas y 6 metros de alto y de largo 120 metros. Las embarcaciones son construidas de madera y propulsadas por motores fuera de borda en su mayoría de 40 HP, el promedio de las dimensiones de eslora es de ocho metros, la manga es dos metros y el puntal de un metro.

Los muestreos se efectuaron una vez al mes, durante ocho meses, entre febrero y noviembre de 2009, siguiendo un diseño de muestreo experimental arbitrario. Durante cada muestreo se comprobó la fauna acompañante siguiendo las claves propuestas por Cervigón *et al.* (1992); y Valdéz y Aguilera (1987). A cada individuo se le determinó la longitud total (LT, cm), el peso total (PT, g), el sexo y la madurez sexual. La LT se determinó con un ictiómetro de 0, 1cm de apreciación, el PT con una balanza digital con una sensibilidad de 0,1 g y el sexo y grado de madurez sexual se identificó de acuerdo a las características morfológicas externas y coloración de las gónadas, según la escala para peces tropicales con desoves parciales de Holden y Raitt (1975).

Índices ecológicos

Para conocer el comportamiento de las especies según su distribución en el área de estudio, se estimó la riqueza (d) y la abundancia de especies (S) según Margalef (1995). Se calculó el índice de Diversidad (H'), el cual es un indicador de la relación entre el número de especies en cada período de muestreo y sus respectivas abundancias numéricas (Magurran 1991), según Shannon-Weaver (1963): $H' = -\sum p_i \log p_i$, en donde p_i es la proporción del número total de individuos que aparece representada en la especie i . El índice de dominancia (λ) o concentración de Simpson (1949), mide la probabilidad de que dos individuos tomados al azar correspondan al mismo taxón ($\lambda = 1/p_i^2$). Este índice trabaja en forma inversa a los anteriores.

Posteriormente se obtuvo la representación gráfica de escalamiento multidimensional, MDS (Shephard 1962, Kruskal, 1964) de las 16 zonas estudiadas, la cual es una técnica no paramétrica multivariante de interdependencia, estadísticamente importante que trata de representar en un espacio geométrico de pocas dimensiones, las proximidades existentes entre un conjunto de objetos o de estímulos. La representación adecuada del agrupamiento de esas estaciones es evaluada mediante el denominado "stress", valores igual o inferiores a 0,05 (Kruskal, 1964) indican una buena representación gráfica, mientras que a valores mayores a 0,2 indican un orden arbitrario. Se utilizó el número de especies por zonas y se transformó a raíz cuadrada para construir una matriz de similitud utilizando el coeficiente de Bray y Curtis (1957).

Mientras, que para determinar la existencia de diferencias en la composición de especies de fauna acompañante por zonas de captura durante el periodo de estudio, se realizó un análisis no paramétrico de similitudes ANOSIM ($P < 0,05$) de una vía (Clarke, 1993). La prueba estadística implica el cálculo de un estadístico global (R), el cual contrasta la varianza de la similitud dentro y entre grupos. Cuando los grupos de muestras son distintos unos de otros, la composición de la similitud dentro de los grupos son más grandes que las similitudes que pueden existir entre las muestras de

diferentes grupos. Los análisis (S, d, H' , λ , MDS y ANOSIM) fueron realizados mediante la utilización del paquete PRIMER V6.0, Plymouth Routines in Marine Environmental Research Programs, (Clark y Gorley, 2006).

Caracterización ambiental

Para la caracterización ambiental de la zona de estudio, se colectaron datos de variables fisicoquímicas del agua, obtenidas en las mismas zonas de pesca las cuales fueron: salinidad (S; UPS), temperatura (T; °C), oxígeno disuelto (OD; mg/l), profundidad (P; m) y transparencia (TR; m). Para la obtención de las variables S, T y OD en la superficie, se usó una sonda multiparamétrica YSI 55 (YSI Incorporated, USA); para la obtención de los datos de profundidad se utilizó una cuerda numerada con un objeto pesado adherido a ella, y para la obtención de la transparencia se empleó un disco de Secchi. La variable meteorológica analizada fue precipitación y se recopiló en la estación del Servicio Meteorológico de la Aviación, Departamento de Climatología, ubicada en la ciudad de Coro del estado Falcón.

Entonces para determinar la estructura del hábitat, se aplicó análisis de componentes principales (PCA, por sus siglas en inglés), se construyó una matriz de correlaciones con todas las zonas de pesca como variables dependientes y las variables fisicoquímicas estudiadas como variables independientes. Se empleó el modelo Broken-stick (Jackson, 1993) para evaluar la interpretabilidad relativa de los resultados de la ordenación. El PCA se efectuó en PC-ORD V.3.15 (McCune y Medford, 1997).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición de la fauna acompañante

En total se identificaron y analizaron 246 individuos representados en 14 familias y 27 especies provenientes de las 16 zonas de pesca estudiadas (Cuadro 1), en un área de aproximadamente 43 km² del Golfo de Venezuela. Durante cada viaje de muestreo se realizaron en promedio seis lances de pesca, con un total de 46 lances, con un promedio del

Cuadro 1. Número de individuos capturados por zonas de pesca ubicadas el Golfo de Venezuela, comunidad pesquera de Río Seco, estado Falcón, entre febrero a noviembre de 2009.

Zonas	Cod	Ind
Aguadal	AGU	32
Arajo	ARA	5
Barrancones	BRR	16
Entre Los Tubos	ETB	11
Frente a la Valvula	FVV	10
Frente a Colombia	FCB	12
Frente Rio Seco	FRS	7
Meseta	MST	7
Norte Maraguay	NMG	19
Sur Maraguay	SMG	6
Tercera Mira	TMR	20
Tierra El Banco	TBC	15
Tubason Morocha	TBM	9
Tuberias	TBS	22
Tubo Mocho	TMO	36
Válvula	VLV	19

Leyenda: Código (Cod) Número de individuos (Ind).

esfuerzo de 27 minutos por lance. Este trabajo presenta de manera preliminar un análisis de la comunidad de peces asociada a la pesca artesanal de camarón y se espera que sea la base para elaborar estudios más complejos, que permitan medir la variabilidad ambiental, biológica y pesquera en todas las escalas de tiempo posible.

Los resultados suponen una relación kilogramos de camarón: kilogramos de fauna acompañante inferior a los reportados por pesquerías industriales de arrastre de camarón, por ejemplo, Marcano *et al.* (2000), reporta para el Golfo de Venezuela una relación que oscila entre 1:17 y 1:40, constituidas en unas 60 especies o grupos de especies de peces, crustáceos y moluscos, siendo los peces los que mayor volumen aportan a los desembarques y representan alrededor de unas 40 especies.

La zona de pesca con mayor número de individuos fue Tubo Mocho (TMO) y Aguadal (AGU), tal

como se observa en el Cuadro 1, mientras que las zonas con mayor número de especies fueron Tuberías (TBS), Tubo Mocho (TMO), Norte de Maraguay (NMG) y Aguadal (AGU), tal como se observa en el Cuadro 1. Los meses de febrero, marzo y abril fueron los que registraron mayor número de individuos y especies. La familia mejor representada en número de especies, espacio y tiempo fue Sciaenidae, con un total de 10 especies, resultados que concuerdan con los aportes de Álvarez (2012), en su estudio realizado en el Golfete de Coro, zona que se comunica con el Golfo de Venezuela, que reporta a la familia Sciaenidae como la más abundante, con un 73,1% del total de los organismos colectados y *Macrodon ancyclodon* la especie más abundante con el 53,3% del total de organismos, seguida por *Micropogonias furnieri* que representó el 13% del total.

Según observaciones de Love-McConnell (1966) y Vazzoler (1975), las especies pertenecientes a esta familia, viven en cardúmenes, asociada a

fondos arenos fangosos, que soportan amplios rangos de salinidad y profundidad. Son especies que tienden a reproducirse todo el año, y muy cerca a la costa, donde allí viven los juveniles para luego migrar a aguas de mayor profundidad.

En el Cuadro 2 se muestra las especies más abundantes durante el estudio, *Macrodon ancylodon*, *Micropogonias furnieri*, *Genyatremus luteus* y *Trichiurus lepturus*, todas con importancia comercial según el reporte oficial de estadísticas pesqueras (INSOPESCA, 2012). Las especies objeto de este estudio ya han sido descritas desde el punto de vista taxonómico (Cervigón, 1992; Valdez y Aguilera, 1987; Franco *et al.*, 1993; y Ginés, 1982.); para el Golfo de Venezuela, sin embargo, para este estudio se incorporaron algunos aspectos relacionados a su biología (ejemplo: tallas de captura y grado de madurez sexual, entre otros) y ecología (índices ecológicos), aportes de gran valor, al momento de hacer recomendaciones de manejo.

El *Macrodon ancylodon*, estuvo presente en 15 zonas de pesca de las 16 estudiadas, siendo AGA la zona con mayor número de individuos, también fue capturado durante todo el periodo de estudio, siendo octubre el mes con mayor número de individuos. De acuerdo a la escala de Holden y Raitt (1975), esta especie revela que el 51% de los individuos capturados está por debajo de la talla de madurez sexual (Cuadro 2).

El *Micropogonias furnieri* estuvo presente en 11 zonas de pesca de las 16 zonas visitadas y la zona con mayor número de individuos fue NMG, se capturó solo en seis meses durante el lapso de estudio, siendo marzo el mes con la mayor cantidad de individuos capturados. De acuerdo a la escala de Holden y Raitt (1975), los resultados revelan que el 96% de los ejemplares capturados están por debajo de la talla de madurez sexual (Cuadro 2).

El *Trichiurus lepturus*, estuvo presente en nueve zonas de pesca de las 16 zonas estudiadas, siendo TMO la zona con mayor número de individuos, y fue capturado solo en seis meses durante el lapso de estudio, siendo Noviembre el mes con mayor número de individuos. De acuerdo a la escala de Holden y Raitt (1975), el 77% de los individuos capturados está por

debajo de la talla de madurez sexual (Cuadro 2).

El *Genyatremus luteus*, estuvo presente en ocho zonas de pesca de las 16 zonas estudiadas, siendo la zona BRR con mayor número de individuos, y fue capturado solo en seis meses durante el lapso de estudio, julio fue el mes con mayor número de individuos. De acuerdo a la escala de Holden y Raitt (1975), el 100% de los individuos capturados está por debajo de la talla de madurez sexual (Cuadro 2).

La pesquería artesanal de camarones evaluada en este estudio, curiosamente utiliza la red agallera de deriva como arte principal, (no es común su utilización para la captura de camarones). Por el contrario, las redes tienen la propiedad de ser artes muy selectivos a un tamaño específico de captura (Hovgard y Lassen, 2000), en nuestro trabajo la red utilizada tiene una abertura de 2,5 pulgadas, quizás una dimensión apropiada para la captura de individuos de talla medianamente pequeña, como lo son los camarones, cuyos ejemplares no sobrepasan los 22 cm de longitud total (Díaz 2011; Andrade 2004; Sangronis *et al.*, 2002; Andrade 1999; Pérez *et al.*, 1981; Chávez 1973.), los resultados suponen impactos negativos que pudiera estar afectando la dinámica poblacional de una fracción de la población de la fauna acompañante que aún no alcanza la talla de madurez sexual, no obstante, la información de este estudio es insuficiente para establecer la magnitud de esos efectos.

Amezcuca *et al.* (2006) evaluaron algunos impactos de la pesca artesanal de camarón sobre la fauna de peces utilizando tres artes de pesca (arrastre, suripera y red agallera) en las áreas de pesca de estuarios, lagunas y bahías de Santa María la Reforma. La red agallera y la suripera muestran tendencias similares en términos de individuos y biomasa, y tal y como se esperaba, la relación de captura kg de camarón: kg de pez fue mayor en la red agallera posiblemente debido a que este arte no ha sido diseñado para la captura de camarón, en consecuencia, la red agallera captura individuos tan pequeños como los capturados por la red de arrastre.

En general, durante el estudio se determinó que el 67% del total de las especies capturadas

Cuadro 2. Análisis de composición de fauna acompañante capturadas por la pesquería artesanal de camarones, en las zonas de pesca ubicadas el Golfo de Venezuela, comunidad pesquera de Río Seco, estado Falcón, entre febrero a noviembre de 2009.

Familia	Género	Especie	Com X/No Com XX	LT min	LT max	X = LT	X = P	% GSM (Holden y Raitt, 1975)					M %	H %	Total Ind / Especie	
								I	II	III	IV	V				
Ariidae	<i>Bagre</i>	<i>marinus</i>	X	24	39	29	212	40	20	10	20	10	40	60	4	10
Ariidae	<i>Cathorops</i>	<i>spixii</i>	X	25	27	26	135	0	50	0	50	0	0	100	1	2
Bothidae	<i>Paralichthys</i>	<i>tropicus</i>	X	27	27	27	208	0	100	0	0	0	100	0	0	1
Carangidae	<i>Oligoplites</i>	<i>palometa</i>	XX	25	36	30	258	40	60	0	0	0	40	60	4	10
Carangidae	<i>Selene</i>	<i>vomer</i>	XX	36	36	36	325	100	0	0	0	0	100	0	0	1
Centropomidae	<i>centropomus</i>	<i>ensiferus</i>	X	24	26	25	526	0	0	100	0	0	100	0	1	2
Clupeidae	<i>Opisthonema</i>	<i>oglinum</i>	XX	18	30	25	129	0	28	50	22	0	44	56	7	18
Dionontidae	<i>Chilomycterus</i>	<i>antillarum</i>	XX	15	19	17	136	0	50	0	0	50	50	50	1	2
Elopidae	<i>Elops</i>	<i>saurus</i>	XX	38	43	41	358	0	0	100	0	0	50	50	1	2
Engraulitidae	<i>Lycengraulis</i>	<i>grossidens</i>	X	18	24	20	86	0	25	50	25	0	0	100	6	16
Engraulitidae	<i>Harengula</i>	<i>laguana</i>	XX	19	20	19	78	100	0	0	0	0	33	67	1	3
Haemulidae	<i>Genyatremus</i>	<i>luteus</i>	X	15	21	18	120	33	48	19	0	0	71	29	8	21
Haemulidae	<i>Pomadsys</i>	<i>convinaeformis</i>	X	20	24	22	347	0	33	77	0	0	33	67	1	3
Mugilidae	<i>Mugil</i>	<i>curema</i>	X	25	32	29	386	100	0	0	0	0	62	38	5	13
Scianidae	<i>Bairdiella</i>	<i>ronchus</i>	X	22	24	23	143	50	0	50	0	0	100	0	1	2
Scianidae	<i>Cynoscion</i>	<i>leirarchus</i>	X	25	27	26	181	0	50	25	25	0	25	75	2	4
Scianidae	<i>Larimus</i>	<i>breviceps</i>	X	19	21	20	316	0	64	36	0	0	29	71	6	14
Scianidae	<i>Macrodon</i>	<i>ancyclodon</i>	X	26	36	31	448	14	0	37	0	49	47	53	20	51
Scianidae	<i>Menticirrhus</i>	<i>Americanus</i>	X	21	30	25	323	22	33	33	11	0	33	67	4	9
Scianidae	<i>Micropogon</i>	<i>furnieri</i>	X	21	30	25	205	48	32	12	4	4	44	56	10	25
Scianidae	<i>Stellifer</i>	<i>microps</i>	XX	16	21	19	85	33	33	33	0	0	67	33	1	3
Scianidae	<i>Stellifer</i>	<i>venezuelae</i>	XX	21	21	21	109	0	0	100	0	0	0	100	0	1
Scianidae	<i>Umbrina</i>	<i>gracilicirrhus</i>	X	17	24	20	124	0	50	50	0	0	100	0	1	2
Scianidae	<i>Paralanchurus</i>	<i>brasiliensis</i>	X	24	25	24	149	20	40	0	0	40	60	40	2	5
Soleidae	<i>Achirus</i>	<i>lineatus</i>	X	16	16	23	75	0	0	100	0	0	0	100	0	1
Tetraodontidae	<i>Sphoeroides</i>	<i>testudineus</i>	XX	18	23	20	141	67	0	0	0	33	67	33	1	3
Trichiuridae	<i>Trichiurus</i>	<i>lepturus</i>	X	75	95	83	477	9	18	50	0	23	45	55	9	22

Leyenda: Comercial (ComX), No comercial (No ComXX), Longitud total mínima (LT min, cm), Longitud total máxima (LT max, cm), Promedio de longitud total (X=LT cm), Peso Promedio (X=P g), Porcentaje de grado de madurez sexual (% GSM (Holden y Raitt, 1975)), Porcentaje de macho (M %), Porcentaje de hembras (H %), Porcentaje de individuos (% Ind) y Total individuos por especies (Total Ind/ Especie).

suelen ser de interés comercial para las pesquerías artesanales que operan en el Golfo de Venezuela, a pesar de que, estas especies solo son consideradas comerciales para la pesquería artesanal de camarón cuando tienen un tamaño óptimo para su comercialización, es por ello que el 33% restante de estas especies consideradas como descartes puede verse incrementado por estar compuesto por especies de interés comercial de tallas muy pequeñas.

Índices ecológicos

La riqueza estimada durante el estudio osciló entre 0,51 bits/ind (MST) y 3,23 bits/ind (TBS), como se observa en la Figura 2. El índice de diversidad (H') por zona fue variable durante el estudio (Figura 3), el rango osciló por zona entre 0,68 bits/ind a 2,13 bits/ind, con un promedio de 1,50 bits/ind, las zonas de pesca con mayor H' fueron TBS (2,13 bits/ind), NMG (2,01 bits/ind) y TMO (1,94 bits/ind). La dominancia (λ) presentó un rango entre 0,53 a 0,95 por zona (Figura 3), con un promedio de 0,79.

La zona con mayor dominancia fue BRR (0,53), siendo *Genyatremus luteus* la especie dominante, con un 69% del total de especies capturadas. Entre tanto, en la de menor dominancia se observó en la estación TMO. Basado en los resultados, especies constantes durante el estudio, como el *Macrodon ancylodon*, no figuran como dominantes, más bien es una especie que se encuentra en zonas con alta diversidad (1,85 bits/ind) de especies, quizás por su condición de carnívoras según la referencia de (Taphorn 1992, citado en Rodríguez, D. y Taphorn. 1993): herbívoros, carnívoros, omnívoros y detritívoros.

Álvarez (2012), reportó valores entre 0,36 bits/ind y 2,18 bits/ind, del índice de Shannon-Weaver, la equitabilidad (osciló entre 0,07 y 0,26) mostraron una tendencia de uniformidad baja y una alta dominancia que varió entre el 36% y el 97,4%, argumentando una variación de la diversidad causada, principalmente, por la presencia de especies dominantes, y quizás en segundo término, por la influencia de la explotación pesquera.

La representación gráfica (Figura 4) del MDS arrojó valores de estrés de 0,03 y muestra zonas cercanas unas de otras, también se

pueden apreciar zonas solapadas (ejemplo: TMR y VLV), no existió un patrón de zonas agrupadas, lo que indicaría que áreas cercanas resultaron ser semejantes en la composición de especies y mientras más lejanas menos semejantes, ejemplo: zonas distantes como TBS con la mayor H' y MST con la menor H' o mayor dominancia durante el estudio. Los resultados obtenidos con el ANOSIM indican que la composición de especies de cada grupo es significativamente diferente, por tanto, no son grupos reales (R global = 0,194; P = 0,011).

Caracterización ambiental

El PCA produjo dos componentes principales (PCA1 y PCA2) cuyos eigenvalores fueron superiores a uno. Estos dos componentes principales explicaron 54,2% de la variabilidad estandarizada de la matriz de variables ambientales (Cuadro 3 y Cuadro 4). El PCA1, explicó 31,67 de la variabilidad, fue un eje compuesto por la Precipitación; el PCA2, explicó el 22,84% de la variabilidad, estuvo representado por la variable Salinidad, esto indica que la estructura ambiental de las zonas de pesca estuvo influenciada por factores meteorológicos. Por su parte, Díaz *et al.* (2013), concluyó que las características ambientales y los patrones climáticos (por ejemplo, estacionalidad de las lluvias) de la zona occidental del Golfo de Venezuela están altamente correlacionadas, por lo que postular variables individuales como variables explicativas para modelar la estructura fisicoquímica-ambiental de la zona de estudio sería poco realista.

La ordenación de las zonas de pesca usando PCA1 vs PCA2 (Figura 5) revela cierto solapamiento entre algunas áreas a lo largo de los ejes, se observa como las zonas de pesca se agrupan a lo largo del eje horizontal (PCA1), reflejando un gradiente de mayores precipitaciones. El eje vertical (PCA2) muestra una tendencia de las zonas hacia salinidades intermedias, esto indica que la precipitación fue la variable que modeló la estructura fisicoquímica de las zonas de muestreo.

Es importante destacar que Ginés *et al.* (1982), reporta que las precipitaciones están distribuidas en dos estaciones claramente diferenciadas en el Golfo de Venezuela: una seca, que abarca

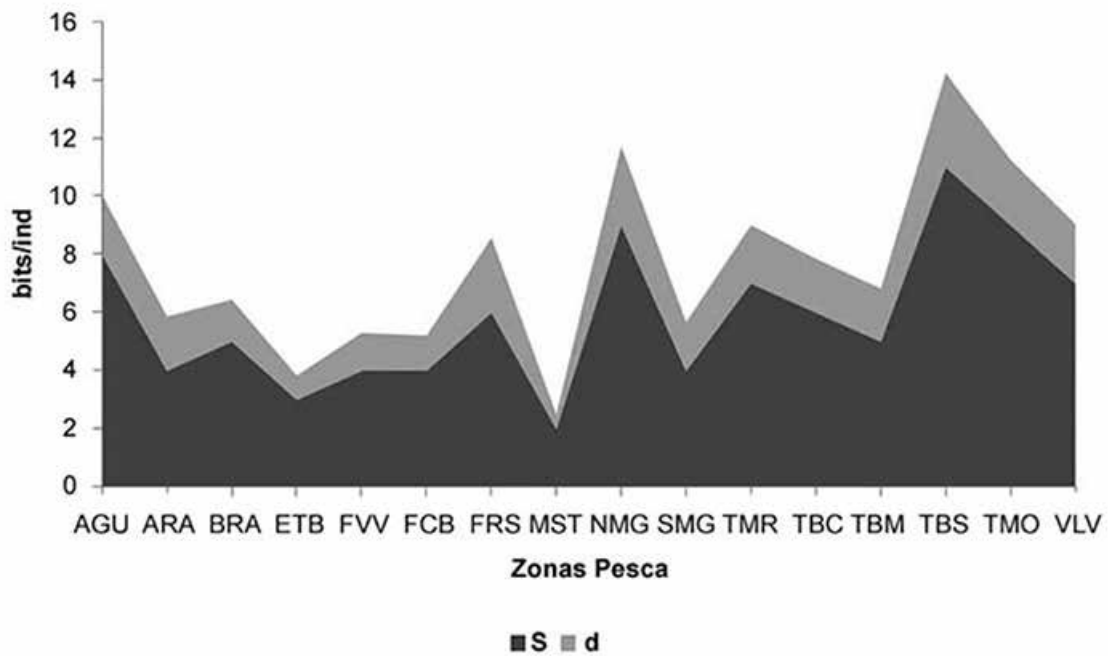


Figura 2. Riqueza y abundancia de especies estimados a partir de la fauna acompañante capturadas por la pesquería artesanal de camarones, en las zonas de pesca ubicadas el Golfo de Venezuela, comunidad pesquera de Río Seco, estado Falcón, entre febrero a noviembre de 2009. Leyenda: Especies (S) y Riqueza (d).

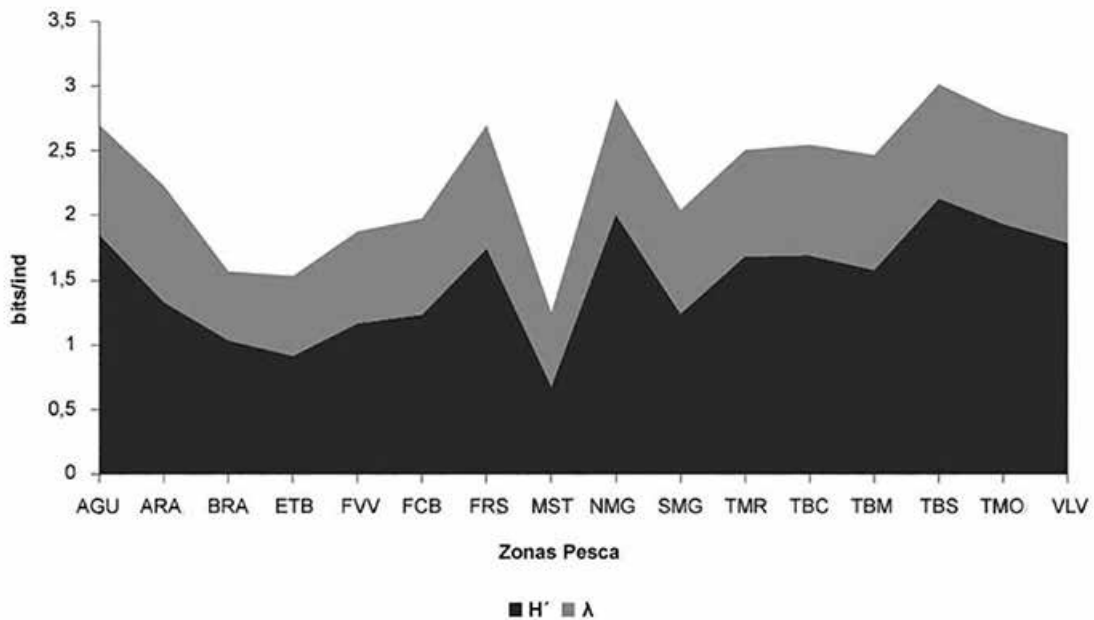


Figura 3. Diversidad y dominancia estimados a partir de la fauna acompañante capturadas por la pesquería artesanal de camarones, en las zonas de pesca ubicadas el Golfo de Venezuela, comunidad pesquera de Río Seco, estado Falcón, entre febrero a noviembre de 2009. Leyenda: Diversidad (H') y Dominancia (λ).

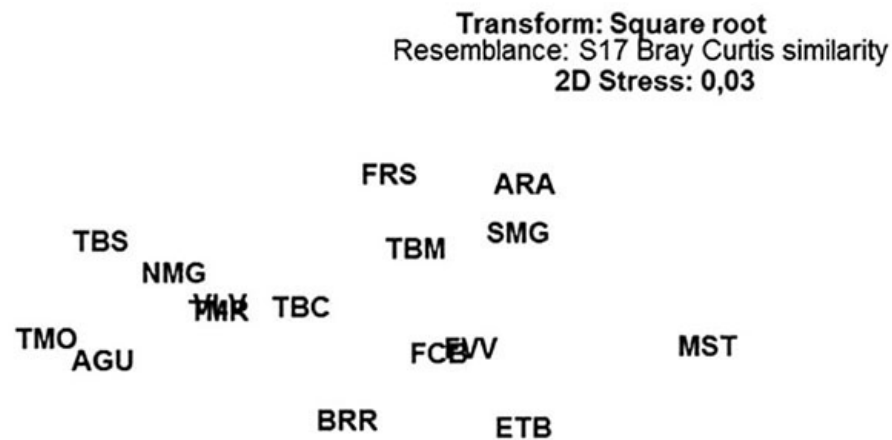


Figura 4. Diagrama de escalamiento multidimensional (MDS) elaborado con el coeficiente de similaridad de Brayy Curtis (1957) y con estrés mínimo de 0,01, zonas de capturas de la pesquería artesanal de camarones, en el Golfo de Venezuela, comunidad pesquera de Río Seco, estado Falcón, entre febrero a noviembre de 2009.

Cuadro 3. Resultados de los eigenvalores, varianza explicada y valores del modelo Broken-stick para el PCA sobre las variables fisicoquímicas obtenidas en las zonas de pesca de la comunidad de Río Seco, estado Falcón, entre septiembre de entre febrero a noviembre de 2009.

AXIS	Eigenvalue	% of Variance	Cum. % of Var.	Broken-stick Eigenvalue
1	1.901	31,678	31,678	2.450
2	1.371	22.844	54.522	1.450
3	1.071	17.854	72.376	0.950
4	0.769	13.267	85.644	0.617
5	0.554	9.229	94.872	0.367
6	0.308	5.128	100.000	0.167

Cuadro 4. Pesos de las variables individuales sobre cada uno de los componentes principales significativos (PCA1 y PCA2), generados por el PCA a partir de las variables fisicoquímicas obtenidas en las zonas de pesca de la comunidad de Río Seco, estado Falcón, entre septiembre de entre febrero a noviembre de 2009.

Variable	PCA1	PCA2
T	-0,5341	0,3844
S	0,2362	<u>-0,641</u>
O	0,4279	0,461
P	-0,3504	-0,2489
TR	-0,0777	-0,4025
PRE	<u>0,5891</u>	0,0696

Leyenda: Salinidad (S), Temperatura (T), Oxígeno disuelto (OD), Profundidad (P), Transparencia (TR) y Precipitación (PRE).

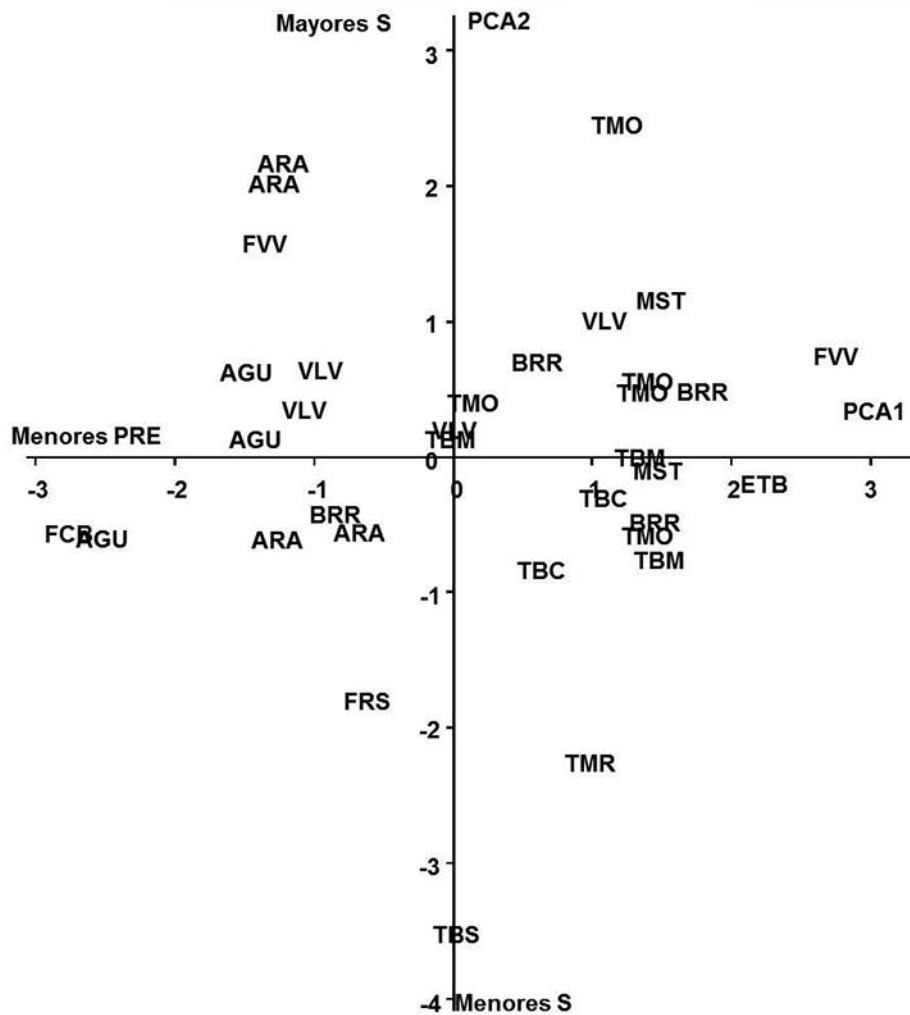


Figura 5. Ordenación de las zonas de pesca de acuerdo a los componentes principales generados a partir del análisis de las variables fisicoquímicas obtenidas en El gradiente de precipitación (Pre) aumenta de derecha a izquierda, y el gradiente de salinidad (S) aumenta de abajo hacia arriba. Cada uno de los puntos representa una zona de pesca; debido a que algunos puntos se solapan, no se observan las 16 zonas de pesca estudiadas.

desde los meses de diciembre hasta abril, y la otra lluviosa, que va desde mayo hasta noviembre, aunque a veces ocurren fuertes precipitaciones en los meses que corresponden a estaciones secas. Este último argumento, concuerda con los resultados medidos durante este trabajo, donde la precipitación ocurrió en los meses de época seca (febrero-marzo), los cuales coincidieron temporalmente con principales valores reportados de especies.

Esto indica, que quizás existió una relación entre la abundancia de especies y las variables ambientales, probablemente un efecto indirecto de las precipitaciones ocurridas durante el periodo de estudio, los cuales pudieron ocasionar escorrentías y descargas del río Mitare, originando cambios en la salinidad del sistema, ayudados por la mezcla, quien desempeña un papel fundamental en la distribución de la salinidad en la columna de agua, ya que existe un paralelismo entre las

salinidades superficiales y de fondo, producto de los fuertes vientos y la poca profundidad del Golfo de Venezuela (Ginés *et al.*, 1982). Marval *et al.* (2010), consideró que los altos valores de diversidad estuvieron relacionados a la época lluviosa, la cual es propicia para los organismos que habitan en las aguas del Golfo de Paria, ya que la disponibilidad alimentaria aumenta a consecuencia de la gran cantidad de materia orgánica que vierten los grandes ríos (Orinoco y Amazona) del norte de Suramérica.

Cabe destacar, que los resultados de este estudio pueden estar condicionados a la influencia de diversos factores: ambientales, producción primaria, lugar y tiempo de los muestreos, tipo de fondo, interacciones intra e interespecíficas, migraciones, sobreexplotación pesquera, perturbaciones del hábitat (ejemplo: zona impactadas por tuberías submarinas), selectividad de la red, entre otras, las cuales hay que corroborar con estudios científicos, que no fueron evaluados en esta investigación. La complejidad de los ecosistemas en los cuales operan las pesquerías significa que la ciencia, posiblemente, no puede aspirar a entregar toda la información requerida FAO (2008).

Finalmente, estos resultados pueden considerarse como la primera contribución al conocimiento de la fauna acompañante capturada por la pesca artesanal de camarón usando redes de deriva, en la zona occidental del Golfo de Venezuela, lo que es un hecho relevante, al momento de interpretar los problemas asociados a la captura incidental de especies. Por lo tanto, es necesario promover estudios sobre nuevas tecnologías de extracción que busquen reducir la captura de fauna incidental. Lo que, hace necesario implementar prácticas que permitan liberar especies con probabilidad de sobrevivir, mantener una vigilancia cuidadosa sobre la intensidad de explotación, limitar el acceso a la pesquería, seguimiento a la composición de la captura incidental, establecer programas de monitoreo basados en enfoques ecológicos-pesqueros, concientizar a los actores que intervienen en la pesquería y evaluar el conocimiento ecológico local sobre los recursos explotados, consideraciones, que permitirán armonizar las medidas de ordenamiento, aspecto fundamental que determinará el éxito o fracaso de las posibles opciones de manejo.

CONCLUSIONES

En total se identificaron 14 familias, representadas en 27 especies, provenientes de las 16 zonas de pesca estudiadas, en un área de aproximadamente 43 km² del Golfo de Venezuela.

La familia con mayor aparición en número de especies fue Scianidae, con un total de 10 especies y el *Macrodon ancylodon* fue el más abundante.

Se determinó que el 67% del total de las especies capturadas suelen ser de interés comercial para las pesquerías artesanales que operan en el Golfo de Venezuela.

Las zonas de pesca con mayor H' fueron Tuberías (TBS), Norte de Maraguey (NMG) y Tubo Mocho (TMO).

La zona con mayor dominancia fue Barrancones (BRR), siendo *Genyatremus luteus* la especie dominante, con un 69% del total de especies capturadas.

La zona de estudio estuvo influenciada por factores meteorológicos, los cuales modelaron la estructura fisicoquímica del agua.

AGRADECIMIENTO

Esta investigación fue realizada gracias al apoyo brindado por los pescadores de la comunidad de Río Seco, quienes permitieron que fuese posible, especialmente el señor Eguita. Igualmente, el reconocimiento a Franklin Álvarez por su colaboración en el proceso de elaboración del trabajo, a los estudiantes del programa de ingeniería pesquera que participaron en los muestreos del estudio. También agradecer al personal de Ordenación Pesquera de INSOPESCA-Falcón, específicamente a Juan Garcés, Eric Revilla y Andri Quevedo.

LITERATURA CITADA

Álvarez, F. 2012. Caracterización preliminar de la ecología pesquera del Golfete de Coro, Venezuela: Una herramienta para el manejo y la validación del conocimiento local. Tesis de M.Sc. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. 85 p.

- Amezcuá, F., J. Madrid y H. Aguirre. 2006. Efecto de la pesca artesanal de camarón sobre la ictiofauna en el sistema lagunar de Santa María la Reforma, suroeste del Golfo de California. *Ciencias Marinas*, 32(1B): 97–109 97.
- Andrade, G. y W. Stotz. 1999. Crecimiento y mortalidad del camarón blanco, *Penaeus schmitti*, en el Lago de Maracaibo, Venezuela. *Zootecnia Trop.*, 17(1):63-89.
- Andrade, G. and E. Pérez. 2004. Age and growth of the white shrimp *Litopenaeus schmitti* in western Venezuela. *Interciencia*. 29(4):212-218.
- Andrade, G. 2005. Análisis bioeconómico de la pesquería secuencial del camarón blanco (*Litopenaeus schmitti*) y su aplicación para el manejo del recurso en el Occidente de Venezuela. Tesis de grado para optar al título de Doctor en Ciencias. Especialidad en Ciencias Marinas. CINVESTAV-Unidad Mérida, México. 161 p.
- Bray, J. and J. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27:325-349.
- Cervigón, F., R. Cipriani, W. Fischer, L. Garibaldi, M. Hendrickx, A. J. Lemus, R. Márquez, J. Poutiers, G. Robaina y B. Rodríguez. 1992. Fichas FAO de identificación de especies para los fines de la pesca. Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América. FAO, Rome, 513 p.
- Chávez, E. 1973. Estudio sobre la tasa de crecimiento del camarón blanco (*Penaeus vannamei*, Boone) de la región sur del Golfo de California. *Ciencia, México*. XXVIII (2):79-85.
- Clarke, K. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Aust J Ecol* 18:117-143.
- Clarke, K. and R. Gorley. 2006. PRIMER, vers. 6: User manual/tutorial, 190 p. PRIMER-E: Plymouth, UK.
- Díaz, A. 2011. Aspectos ecológico-pesqueros asociados con la pesquería del camarón blanco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad 1936) en la comunidad de Río Seco, estado Falcón. Trabajo Especial de Grado para obtener el grado de Magister Scientiarum en Ciencias Biológicas, mención Ecología Acuática. Universidad del Zulia, Maracaibo (Venezuela). 58 p.
- Díaz, A., O. Ferrer, R. Álvarez, L. González, J. Méndez and M. Corona. 2013. Catch per unit effort-environmental variables relations in the fishery of white shrimp (*Litopenaeus schmitti*) from the Gulf of Venezuela. *Agricultural Sciences*.10.4236/as.2013.46A013.
- Eayrs, S. 2007. Guía para reducir la captura de fauna incidental (Bycatch) en las pesquerías por arrastre de camarón tropical. Food&AgricultureOrg. Disponible en línea: <http://www.fao.org/docrep/015/a1008s/a1008s.pdf>. [Ene. 02, 2014].
- FAO. 2008. La ordenación pesquera. 2. El enfoque de ecosistemas en la pesca. 2.1 Mejores prácticas en la modelación de ecosistemas para contribuir a un enfoque ecosistémico en la pesca. FAO Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable. No. 4, Supl. 2, Add. 1. Roma, FAO. 2008. 88p. Disponible en línea: <http://www.fao.org/docrep/011/i0151s/i0151s00.htm> [Ene. 02, 2011].
- Franco, L., R. Álvarez, A. Naranjo, A. Guariato y J. Mavo. 1993. Colección de peces e invertebrados del Golfo de Venezuela. FONAIAP Divulga. No. 43.
- Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 38.248. 2005. Disponible en línea: <http://www.tsj.gov.ve/gaceta/gacetaoficial.asp> [Sep. 02, 2013].
- García, S. y L. Reste. 1987. Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros. FAO documento técnico de pesca .203 p.
- Ginés, H., J. Lozano, A. Breman, E. Voltolin, D. Prinoz, D. González, L. Jiménez, C. Brownell, W. Pastor, G. Gutiérrez, P. Guedez y T. Mago. 1982. Carta Pesquera

- de Venezuela. II. Áreas Central y Occidente. Fundación La Salle de Ciencias Naturales Monografías 17 y 18. Caracas, 227 p.
- Gillett, R. 2010. Estudio mundial sobre las pesquerías del camarón. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, Roma (FAO). Documento técnico de pesca. 475. 412 p. Disponible en línea: <http://www.fao.org/docrep/013/i0300s/i0300s.pdf> [Abr. 05, 2015].
- Holden, M. y D. Raitt. 1975. Manual de ciencias pesqueras Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. Doc. Tec. FAO. 577 p.
- Hovgård, H. and H. Lassen. 2000. Manual on estimation of selectivity for gillnet and longline gears in abundance surveys. FAO Fisheries Technical Paper. No. 397. Rome. 2000. 84 p.
- INSOPESCA. 2013. La flota pesquera del estado Falcón por comunidad. Documento técnico no publicado. Instituto Socialista de la Pesca y Acuicultura, Falcón, Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras. Venezuela. 15 p.
- INSOPESCA. 2012. Estadísticas de producción pesquera del estado Falcón. Documento técnico no publicado. Instituto Socialista de la Pesca y Acuicultura, Falcón, Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras. Venezuela. 15 p.
- Jackson, D. 1993. Stopping rules in principal components analysis: A comparison of heuristical and statistical approaches. *Ecology*, 74, 2204-2214. doi:10.2307/1939574.
- Kruskal, J. 1964. Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis. *Psychometrica* 29: 1-27.
- Love-McConnell, R. 1966. The Sciaenid Fishes of British Guiana. *Bulletin of Marine Science*, 16(1): 21-57.
- Magurran, A. 1991. Ecological diversity and its measurement. Chapman and Hall, London, 179 p.
- Marcano, L., J. Alió, D. Novoa, D. Altuve, G. Andrade y R. Álvarez. 2000. Revisión de la pesca de arrastre en Venezuela. Ministerio de Ciencia y Tecnología, FONAIAP. Proyecto sobre el impacto ambiental de las pesquerías de camarones. 47 p.
- Margalef, R. 1995. Ecología. Omega. Barcelona, España. 951 p.
- Marval, A., D. Altuve, H. Gil, G. Vizcaíno, G. Gómez y A. Barrios. 2011. Curva de Selección de *Litopenaeus schmitti* y dos especies ícticas, capturados por la pesca artesanal de arrastre camaronera en el Golfo de Paria, estado Sucre, Venezuela. *Zootecnia Trop.*, 29(1). pp. 69-75.
- Marval, A., E. Quilarte, D. Altuve, G. Vizcaino, H. Gil y J. Maza. 2010. Índices Ecológicos de Especies Ícticas Capturada por la Pesca Artesanal de Arrastre Camaronera en el Golfo de Paria. Proceedings of the 62nd Gulf and Caribbean Fisheries Institute, Cúmana, Venezuela. 121 p. (Resúmenes).
- McCune, B. and M. Mefford. 1997. PC-ORD, Multivariate analysis of ecological data. Version 3.15 MJM Software, Gleneden Beach, Oregon.
- Pérez, A., R. Puga y G. Venta. 1981. Dinámica de la pesquería mixta de camarón en el área de Manzanillo. *Rev. Cub. Inv. Pesq.* 6(3):46-99.
- Rodríguez, D. y D. Taphorn. 1993. Los peces como indicadores biológicos: Aplicación del Índice de Integridad Biótica en ambientes acuáticos de Los Llanos occidentales de Venezuela. UNELLEZ, Programa de Recursos Naturales Renovables. 29 p.
- Sangronis, C., L. García-Pinto, R. Buonocore, H. Briceño y A. Godoy. 2002. El camarón blanco *Litopenaeus schmitti* presente en la Ciénaga de los Olivitos (Zulia-Venezuela) y su relación con algunos factores físico-químicos. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*. 36(1):12-25.
- Shannon, C. and W. Weaver. 1963. The Mathematical Theory of Communication. Urbana: University of Illinois Press, pp. 29-125.

- Shephard, R. 1962. The analyses of proximities: multidimensional scaling with an unknown distance function. *Psychometrica* 27: 125-139.
- Simpson, E. 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163: 688.
- Willmann, R. and S. Garcia. 1985. A bio-economic model for the analysis of sequential artisanal and industrial fisheries for tropical shrimp. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 270. Roma, FAO.
- Valdéz, J. y O. Aguilera. 1987. Los peces del Golfo de Venezuela. CONICITT Fondo Editorial. Caracas, Venezuela. 125 p.
- Vazzoler, G. 1975. Distribuição da fauna de peixes de mersais e ecología dos Sciaenidae da plataforma continental brasileira, entre as latitudes 29° 21'S (Torres) e 33° 44' S (Chuí). *Bolm. Inst. Oceanogr. S. Paulo*, 24.-85-169.
- Zeigler, J. 1964. The hidrography and sediments of the Gulf of Venezuela. *Limnology and Oceanography* 9:397-411.

Efecto de la etapa de lactancia sobre la calidad fisicoquímica de leche en vacas de raza Holstein y Normando

Effect of stage of lactation on physicochemical quality of milk in Holstein and Norman cows

Carlos E. Rodriguez, Gabriel F. Saavedra y Diego F. Gómez

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Grupo de Investigación en Bioquímica y Nutrición Animal GIBNA. Correo electrónico: diegoyamimvz@yahoo.com, ceremol@gmail.com

RESUMEN

Se evaluó los efectos provocados por los cambios inherentes a la gestación y aquellos hormonales (Progesterona y prolactina) en cada una de las etapas lactancia sobre la calidad fisicoquímica de la leche en vacas raza Holstein y Normando. Se seleccionaron 15 vacas Holstein y Normando. El tiempo total de experimentación fue 32 semanas desde el momento de parto hasta el secado. Se examinaron semanalmente muestras de leche con el analizador Lactoscan®, comparando los resultados con métodos estandarizados, cuantificando los niveles sanguíneos de progesterona (P4) y prolactina (PRL) mediante inmunoensayo enzimático. Se efectuó un Anova con el programa SPSS y test de comparación de medias de Tukey. Al análisis fisicoquímico de la leche de vacas Holstein y Normando, durante los periodos de lactancia temprana, media y tardía, se obtuvo para % Grasa de 2,74 y 2,88, 1,74 y 2,48, 1,9 y 2,66 respectivamente ($P \geq 0,05$). En % Proteína 2,84 y 2,8, 2,68 y 2,69, 2,7 y 2,5 respectivamente ($P \geq 0,05$). Para % Solidos totales 17,39 y 17,64, 15,84 y 16,35, 16,53 y 16,24 respectivamente ($P \geq 0,05$). Para P4 ng/ml 9,08 y 10,2, 10,8 y 13,2, 11,8 y 12 respectivamente ($P \geq 0,05$). En tanto PRL ng/ml 43 y 61,2, 47,6 y 66,2, 39,6 y 56,4 respectivamente ($P \geq 0,05$). En general, muchos factores, además de la nutrición, estado fisiológico y la gestión pueden influir en la producción de leche y la composición. Este es un punto importante para recordar la hora de evaluar la calidad de la leche y en la mejora de la producción y composición.

Palabras clave: Progesterona, prolactina, lactancia

ABSTRACT

The effects caused by changes inherent in pregnancy and those hormonal (progesterone and prolactin) in each stage feeding on the physicochemical quality of milk cows Holstein and Norman was evaluated. 15 Holstein cows and Norman were selected. The total time of testing was 32 weeks from the moment of birth to end of lactation. Milk samples were examined weekly with Lactoscan® analyzer, comparing the results with standard methods, quantifying blood levels of progesterone (P4) and prolactin (PRL) by enzyme immunoassay. An ANOVA was performed using SPSS and means comparison test of Tukey. The physicochemical analysis of milk from Holstein and Norman, during periods of early, middle and late lactation, was obtained for 2.74% fat and 2.88, 1.74 and 2.48, 1.9 and 2.66 respectively ($P \geq 0.05$). At 2.84% protein and 2.8, 2.68 and 2.69, 2.7 and 2.5 respectively ($P \geq 0.05$). For total solids 17.39% and 17.64, 15.84 and 16.35, 16.53 and 16.24 respectively ($P \geq 0.05$). For P4 ng / ml 9.08 and 10.2, 10.8 and 13.2, 11.8 and 12 respectively ($P \geq 0.05$). In both PRL ng / ml 43 and 61.2, 47.6 and 66.2, 39.6 and 56.4 respectively ($P \geq 0.05$). In general, many factors besides nutrition, physiological status and management can influence milk production and composition. This is an important thing to remember when evaluating the quality of milk and the improvement of production and composition point.

Key words: Progesterone, prolactin, lactation

Recibido: 23/10/14 Aprobado: 25/05/15

INTRODUCCION

Actualmente, Colombia se posiciona en el cuarto país latinoamericano productor de leche bovina, con una producción de alrededor de 6.500 millones de litros al año (Restrepo Osorio, 2012). Dicha producción depende de diversidad de factores genéticos, fisiológicos, nutricionales y ambientales, los cuales determinan la cantidad y la calidad de la misma. En este sentido se ha pretendido establecer estrategias que mejoren las características de dicha producción con el fin de brindar un bienestar al consumidor y con el fin de asegurar un valor agregado al producto lo que se ve reflejado en la economía del productor; donde encontramos una continua vigilancia a cada uno de los aspectos involucrados en la producción.

La forma de la curva para los porcentajes de grasa y proteína siguen una relación inversa a la curva de producción de leche. Así, durante los primeros días correspondientes al calostro, los componentes sólidos en la leche son altos, pero caen rápidamente en la misma proporción en que la producción de leche incrementa; hacia el último tercio de la lactación el incremento de los sólidos vuelve a ser significativo (Silvestre *et al.*, 2009).

Existen numerosos factores ambientales que influyen en la producción de leche, grasa y proteína y que consecuentemente alteran la forma de la curva de lactancia, entre ellos los más influyentes son el número de parto, la época y año de parto (Pérez *et al.*, 2007), García y Holmes, 2001.

Es bien sabido que el estado fisiológico de la vaca interviene en la producción y composición de la leche, sin embargo no se ha establecido el grado de afectación de los cambios metabólicos en la época de gestación sobre la composición y calidad de la leche de las principales razas lecheras empleadas en el país como la raza Normando y la raza Holstein. Por ende se evaluó los efectos provocados por cambios hormonales en cada una de las etapas de la lactancia sobre la calidad fisicoquímica de la leche producida en vacas de dichas razas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en la Granja Experimental "Tunguavita" de la Universidad Pedagógica y

Tecnológica de Colombia (UPTC), ubicada en el municipio de Paipa, Departamento de Boyacá, a una altura de 2.590 m.s.n.m., altitud 05° 45' N, longitud 73° 45' oeste, temperatura promedio de 14,3°C, humedad relativa del 78% y precipitación promedio de 705,9 mm³/año.

Animales

Se seleccionaron 15 vacas de raza holstein y 15 vacas de raza normando, con un tiempo de gestación entre 7 y 9 meses siendo confirmadas mediante palpación transrectal, las cuales deberían tener un número de partos entre 2 y 4, peso promedio de 480 kg, condición corporal de 2,5 a 3 al momento del parto y producciones similares según registros. Los animales permanecieron desde el tiempo de gestación ya mencionado hasta el momento del parto en pastoreo a base de kikuyo (*Penysetum clandestinum*) en asociación con falsa poa (*Holcus lanatus*) y trébol rojo (*Trifolium pratense*) con agua de bebida *ad libitum*. Posterior al parto y después de haber retirado la cría, las vacas pasaron al ható para un manejo conjunto en términos de alimentación y suplementación.

El tiempo total de experimentación fue de 32 semanas desde el momento de parto hasta el secado de lactancia, los grupos de animales fueron identificados con collares de color para su seguimiento y control. La leche producto de los animales objeto de estudio se sometió a pruebas de calidad composicional cada ocho días. Adicionalmente se realizó cuantificación de hormonas como prolactina y progesterona cada ocho días.

Análisis fisicoquímico de leche

Se tomaron muestras durante 32 semanas, en el ordeño de la mañana, recolectando 200 ml de leche por vaca, estas muestras se depositaron en frascos de vidrio debidamente marcados con el número del animal y el grupo al que pertenecen; posteriormente fueron transportadas y almacenadas a 4°C hasta su procesamiento, para determinar: densidad, porcentaje de grasa, porcentaje de sólidos totales, porcentaje de sólidos no grasos y porcentaje de proteína utilizando el analizador de leche ultrasónico LACTOSCAN® previamente calibrado y comparado con métodos estandarizados.

Perfil de progesterona (P4) y prolactina (Prl)

Se tomaron muestras de sangre de los vasos coxígeos empleando tubos de vacío estériles (10 ml). Las muestras fueron centrifugadas a 2.500 rpm durante veinte minutos, y el plasma obtenido era dividido en dos alícuotas (1,5ml) y congelado a -20°C hasta el momento de realizar los análisis. La cuantificación de progesterona y prolactina se realizó mediante la técnica de Inmunoensayo enzimático (demeditec prolactin®; demeditec progesterone®), y la concentración de la hormona se determinó en un espectrofotocolorímetro (Genesys 10UV) La toma de muestras de sangre para medición de Prl se efectuó cada 15 días desde el parto (día 0) hasta el secado y para P4 desde el momento del servicio-concepción confirmado hasta la terminación de la correspondiente lactación.

Análisis Estadístico

Se realizó un diseño completamente al azar; a los resultados obtenidos se les aplicó un análisis de varianza (Anova) y se realizó una prueba de comparación de medias de Tukey (5%), utilizando el paquete estadístico SAS v 9.2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Grasa

Descendió continuamente durante el transcurso de la lactancia tanto para raza Holstein 3%

como Normando 2,2% ($P \geq 0,05$), como se observa en la Figura 1. Se afirma que la grasa es el componente más variable en la leche, es al mismo tiempo el que más cambios sufre por efecto genético, fisiológico y nutricional (Sutton, 1989).

El curso de la lactancia, no solo afecta la producción de leche, sino también la composición. Normalmente, un aumento en el rendimiento de leche es seguido por una disminución en los porcentajes de grasa y proteína en leche mientras los rendimientos de estos componentes permanecen igual o en aumento (Knight y Wilde, 1993; Beal *et al.* 1990; Val-Arreola *et al.*, 2004). Los cambios en los rendimientos productivos durante el ciclo de lactancia, influyen de manera inversa a la composición. Generalmente, en el primer tercio de la lactación y concomitante con el pico de lactancia, se registran las menores concentraciones de grasa, proteína y sólidos de la leche, situación que se invierte al final de la lactancia (Hurley *et al.*, 2004). No obstante, este comportamiento se ajusta más a hatos de vacas altamente productoras, donde se aseguran todas las condiciones de manejo y alimentación, ya que otros reportes sobre animales de menor producción y en condiciones rústicas de explotación no se observa este comportamiento típico (Alvarez, 2011). En estos las curvas de lactancia son menos pronunciadas y en ocasiones lineales. En tales condiciones, se evidencia una mayor influencia de los factores

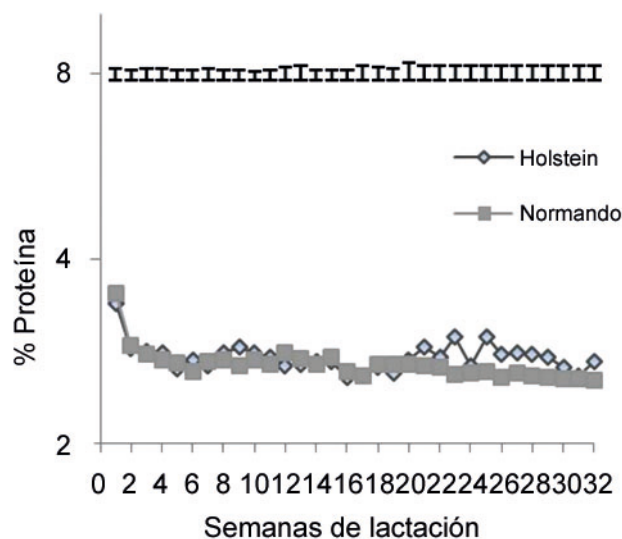


Figura 1. Porcentaje de proteína en leche para raza Holstein y Normando.

de manejo y alimentación. El tipo de animal y las condiciones de explotación, también son elementos muy relacionados con estos factores.

Proteína

No se encontró diferencias significativas ($P \geq 0,05$) entre tipo racial durante el transcurso de la lactancia con respecto al porcentaje de proteína. Durante el primer tercio se evidencian valores que oscilan entre 3,5% y 2,81% y un promedio por lactancia de 2,76% y 2,7% para la raza holstein y normando respectivamente (Figura 2).

Los factores que más influyen en la concentración de proteína en la leche son la genética y la alimentación siendo el más importante el primero de ellos, existiendo además otras fuentes de variación como son la edad, sanidad de la ubre, etapa de lactación (Kruze y Latrillé, 1999). En el correspondiente ensayo se puede observar que no se encontró una gran variación entre razas, y entre individuos, en este sentido el valor promedio de proteína cruda de la leche de 2,76% fue inferior al reportado en otros estudios realizados por Alvarez, 2006, con 3,03% de proteína y por Mayorga, 2011 con 3,3% para la raza holstein; en tanto para la raza normando donde se devala un 2,7% de proteína se reflejan valores inferiores comparado con 3,33% y 3,42 encontrados por Roca y Delaby, 2009. Acorde

al estado de lactación estudios realizados (Gurmessa y Melaku, 2012) en raza holstein estipulan porcentajes de proteína de 3,55, 3,17 y 3,33 para lactancias temprana, media y tardía respectivamente los cuales varían según la edad y estado de preñez, mas no el tercio de lactancia o número de partos.

Lactosa

Se observa un descenso continuo durante las semanas de lactancia, sin presencia de diferencias estadísticas significativas en ningún punto de muestreo ($P \geq 0,05$). Las vacas de raza Holstein al igual que las vacas de raza Normanda tuvieron valores que oscilaron entre 4,5 % y 3,99 % desde el comienzo de la lactancia hasta el final respectivamente (Figura 3).

En relación a otras variables de calidad composicional como grasa y proteína que pueden descender o aumentar dependiendo del periodo de la lactancia y estado fisiológico del animal, (Ponce, 2009) afirma que el contenido de lactosa no tiene mucha variación durante la curva de lactancia, sin embargo se asegura (Cameron, 2003) que este puede variar según las condiciones raciales, alimentación y condiciones climáticas (Cervantes, 2005). Para el caso específico de vacas de la raza Holstein éste contenido puede estar sujeto a la condición corporal con la que llega el animal al parto y

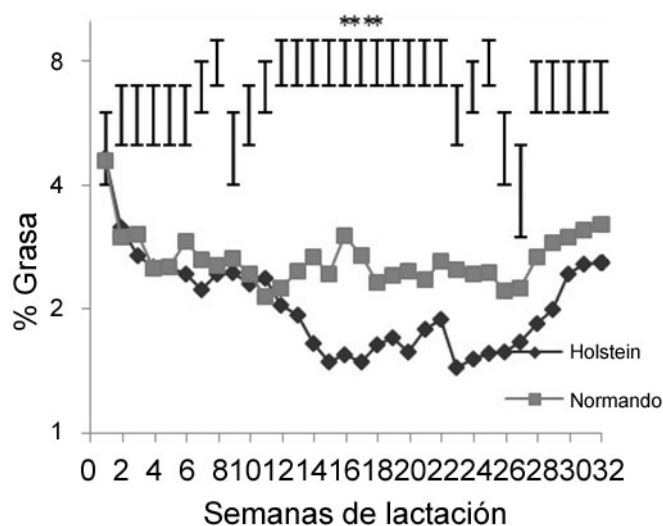


Figura 2. Porcentaje de grasa en leche para raza Holstein y Normando.

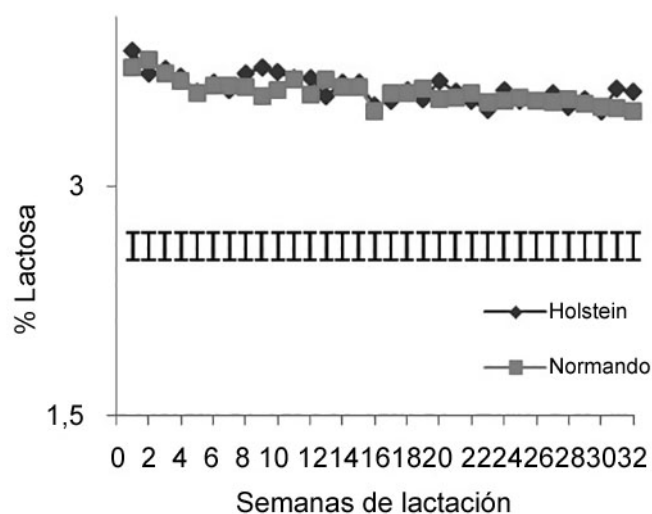


Figura 3. Porcentaje de lactosa en leche para raza Holstein y Normando.

al tiempo en que alcanza el pico más alto de producción.

El patrón racial determina la variación de este componente en cada uno de los periodos de lactancia, en relación al volumen de leche producido dado que la lactosa es el contenido que más aporta a la cuantificación de los sólidos totales (Saborio, 2011) y que este tiene una relación inversa frente a la cantidad producida, empero Góngora, 2006 encontró que en vacas Normando puras y con algunos cruces media sangre a mayor volumen de leche producida, mayor fue el contenido de lactosa. La explicación fisiológica está basada en el grado de permeabilidad del tejido epitelial mamario en el periodo inicial y final de razas o cruces con menor índice de producción y en el volumen y tamaño de la glándula mamaria.

Sólidos totales

Descendió de forma constante durante todo el periodo de lactancia, no se presentaron diferencias estadísticas en ningún punto muestreo $P \geq 0,05$. Las vacas de la raza Holstein presentaron valores promedios de 16,12%, mientras que las de raza normando valores cercanos a los 16,72%. Correspondiente a la semana 5 se presentaron valores cercanos a 22,32% siendo el mayor dato registrado para esta raza (Figura 4).

La caracterización racial, dieta, salud, ciclo del año, reserva y calidad de pasto, producción de leche, etapa de lactancia y contenido de células somáticas son factores que influyen el contenido de sólidos totales en la leche. En consecuencia, la proporción de sólidos totales, es afectado por el nivel de producción de la leche, debido principalmente a un efecto de dilución (Saborio, 2011). En un estudio sobre los efectos estacionales en las propiedades de transformación de leche de vaca, (O'Brien, 2011) se afirma que los cambios estacionales en la composición de la leche, la calidad y aptitud para el procesamiento y obtención de productos lácteos se debe a los cambios en el funcionamiento de la glándula mamaria afectada por la nutrición de la vaca y de la etapa de lactancia. Se puede decir que según los resultados, la cantidad de sólidos totales es inversamente proporcional a la producción e influyen en la calidad de los derivados lácteos.

De acuerdo con esta afirmación, un estudio realizado en Cuba en vacas Siboney (Hernández, 2008), indica que los rendimientos de sólidos lácteos son menores durante el pico de producción de leche y se incrementan hasta el final de la lactancia; lo que demuestra la relación negativa entre el nivel de producción láctea y los rendimientos en sólidos de leche en rebaños de cruces 5/8 H – 3/8 C en la mayoría de los

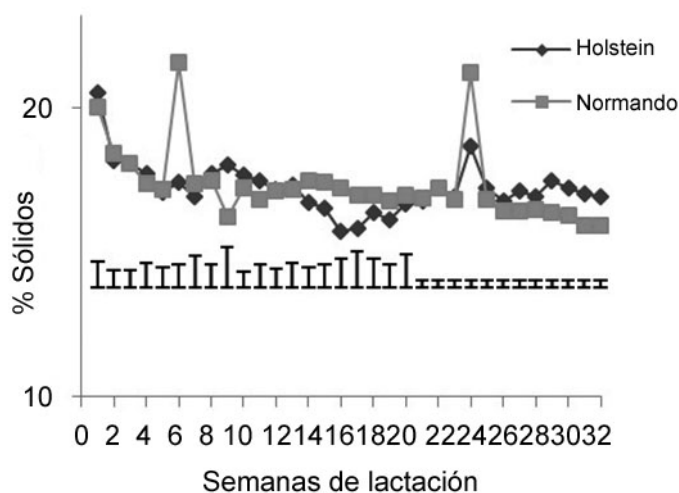


Figura 4. Porcentaje de sólidos totales en leche para raza Holstein y Normando.

casos al momento del pico de la lactancia. Caso contrario se presentó en este trabajo, en donde el incremento de sólidos totales se evidenció en las primeras semanas de lactancia, sin presentar cambios significativos $P \geq 0,05$, probablemente porque las vacas llegaron en una baja condición corporal antes del parto y al tiempo en el que presentaron el mayor pico de lactancia.

Por otra parte y como referencia a este trabajo, en un estudio sobre la evaluación reproductiva y calidad composicional de leche en vacas normando puras, se encontró que los sólidos totales varían de acuerdo al porcentaje de sangre de la raza pura y a sus cruces, se hayó que el cruce 7/8 con raza normando pura tuvo mayores porcentaje de sólidos totales frente a la raza pura (Góngora, 2006).

Sólidos no grasos

Se observa un descenso constante desde el inicio de la lactancia hasta el final. No se presentaron diferencias estadísticas ($P \geq 0,05$) en ningún punto de muestreo que estuviese influenciada por la raza. Las vacas de la raza normanda obtuvieron el valor más alto en la semana 6 y su menor valor entre la semana 10 y 12 con promedios de 9,4 y 6,15 respectivamente (Figura 5).

Las exigencias fisiológicas de la lactación, en relación a la afectación directa sobre la

producción, composición y reproducción animal, están determinadas por la falta de condiciones de manejo, alimentación y efectos directos del clima (Ponce, 1999; Ponce 1990; Villoch, 1991; Ponce, 2009). Los sólidos no grasos de la leche están constituidos por la lactosa y la proteína; la proteína al igual que la grasa se eleva en los primeros días después del parto, presenta una disminución directamente proporcional al pico y se incrementa hasta el final de la lactancia; mientras la lactosa no presenta variaciones significativas.

Los resultados obtenidos en este trabajo no se ajustan a la literatura mencionada, posiblemente porque estuvieron influenciados por los días en que las vacas alcanzaron el pico de lactancia, a factores alimenticios o al nivel de balance energético con que llega el animal al momento del parto. Por el contrario, un estudio realizado en Cuba sobre la composición láctea y sus interrelaciones para las razas Holstein, Siboney y Cebú, se ajusta a estas características afirmando que este comportamiento se debe a un menor incremento de la permeabilidad del tejido epitelial mamario al inicio y al final de la lactancia en los cruces y razas más rústicas (Siboney y Cebú), mientras que para la raza Holstein los cambios en los mecanismos de regresión celular son más profundos con una masa superior de tejido mamario (Ponce, 2009).

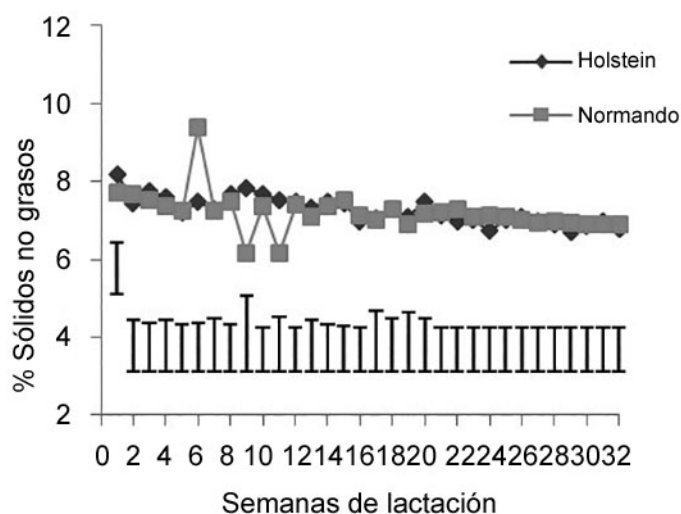


Figura 5. Porcentaje de sólidos no grasos en leche para raza Holstein y Normando.

Por otro lado, Guinee (Guinee, 2003) sostiene que el último periodo de lactancia se caracterizó por una alta composición nutricional lo que aseguró una producción diaria por vaca mínimo de 9 Kg compuesta por 4,25% de lactosa la cual fue disminuyendo hasta los 270 días de lactancia, debido principalmente a cambios fisiológicos que acompañan el proceso de involución en el final de la lactancia.

Como referente de este estudio, en una evaluación sobre el porcentaje de sólidos no grasos en leche de vacas de raza normando puras y en diferentes porcentajes de sangre, se encontró diferencia significativa, siendo la de mayor porcentaje el de vacas puras y las 15/16 de sangre, con un promedio general de 8,94% de SNG (Góngora, 2006) y son menores en comparación a los encontrados en este estudio (9,4%).

Densidad

Presentó variaciones con tendencia al descenso durante la curva de lactancia, sin evidenciarse diferencias significativas $P \geq 0,05$ en ningún punto de muestreo. Se observó que en la vacas de la raza Holstein tuvo una fluctuación mayor respecto a las vacas de la raza normando en relación a la semana 15 de muestreo con valores entre 1.021,5 y 1.027,2 (Figura 6).

Los factores que afectan la calidad composicional de leche destinada al consumo humano se han estudiado de forma independiente sin correlacionarlos con otros factores inherentes a la producción como estado fisiológico, raza, tipo de ordeño, frecuencia de ordeño, condiciones ambientales y dieta (Schwendel, 2014), al igual que el efecto de algunas propiedades químicas sobre los derivados lácteos (Capper, 2008); los cuales están relacionados con la capacidad de aprovechamiento de recursos naturales y en generar menor impacto ambiental en la elaboración de productos alimenticios (Vries, 2010).

Estudios adicionales han evaluado el desempeño de vacas Holstein y Jersey en la producción de queso al igual que las emisiones de carbono producidas por animal, (Capper y Cady, 2012) concluyendo que para producir un determinado volumen de leche necesario para el procesamiento de queso, se requiere un mayor número de vacas de la raza jersey, ya que la densidad de nutrientes y la condición corporal de esta raza se hace más sostenible y genera menos impacto ambiental frente a la raza Holstein. En estudios adicionales se evaluó la calidad composicional de vacas normando puras y de algunos cruces media sangre, obteniendo valores entre 1.031 y 1.032 (Góngora, 2006) estando dentro del rango normal para ese tipo

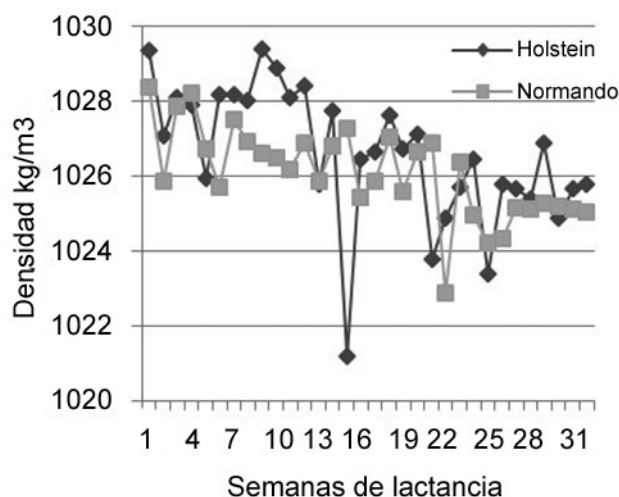


Figura 6. Kg/m³ Densidad leche para raza Holstein y Normando.

de variable que comparativamente son mayores a los encontrados respectivamente (1.021,5).

pH

El pH de la leche es una forma de medir su calidad, el cual se encuentra influenciado por varios factores para la región de Boyacá estos valores oscilan entre 6,58 y 6,79 (Calderón, 2006). En general la leche cruda tiene una reacción iónica cercana a la neutralidad, presentándose débilmente ácida con un pH comprendido entre 6,5 y 6,7, para leches normales, pudiendo esta variar su composición para cada animal en particular y con la etapa de lactancia, la alimentación y el ambiente (Briñez *et al.*, 1996).

En la Figura 7 se observan las medias semanales para el pH de la leche durante la lactancia donde no se presentan diferencias significativas ($P \geq 0,05$) para el tipo racial exceptuando dos puntos en la lactancia temprana y tardía ($P \leq 0,05$), hecho atribuido a procesos inflamatorios de la ubre (Figura 7). A pesar de estos cambios, el pH varía en un rango muy reducido durante todo el periodo donde se determina que valores de pH inferiores a 6,5 o superiores a 6,9 ponen en evidencia leche anormal (Singh *et al.*, 1997) Estudios realizados en vacas Holstein (Gurmessa y Melaku, 2012) se encontró que en lactancia temprana, media y tardía los valores de pH fueron de 6,62, 6,55 y 6,73, respectivamente

donde el número de partos, estado gestacional y edad no tenían influencia alguna sobre esta variable lo cual se asemeja a lo encontrado en este ensayo. El estado de lactancia también modifica el pH observándose valores muy altos (mayores a 7,4) en leche de vacas individuales de fin de lactancia. Por otro lado, valores de pH 6,9 a 7,5 son medidos en leches mastíticas debido a un aumento de la permeabilidad de las membranas de la glándula mamaria originando una mayor concentración de iones Na y Cl y una reducción del contenido de lactosa y de P inorgánico soluble.

Progesterona

Presentó variaciones durante las semanas de lactancia. No se presentaron diferencias estadísticas en ningún punto de muestreo ($< 0,005$). Posterior al parto los niveles plasmáticos de progesterona venían descendiendo, los cuales se incrementaron al momento en que las vacas comenzaron una nueva etapa de gestación manteniéndose así hasta la semana 23, donde nuevamente comenzaron un ligero descenso. Se observa que las vacas de la raza holstein presentaron valores inferiores con promedios de 10,56 ng/ml frente a las de raza normando las cuales alcanzaron valores de 11,74 ng/ml (Figura 8).

Al final de la gestación se inicia un nuevo estado fisiológico que desencadena un complejo

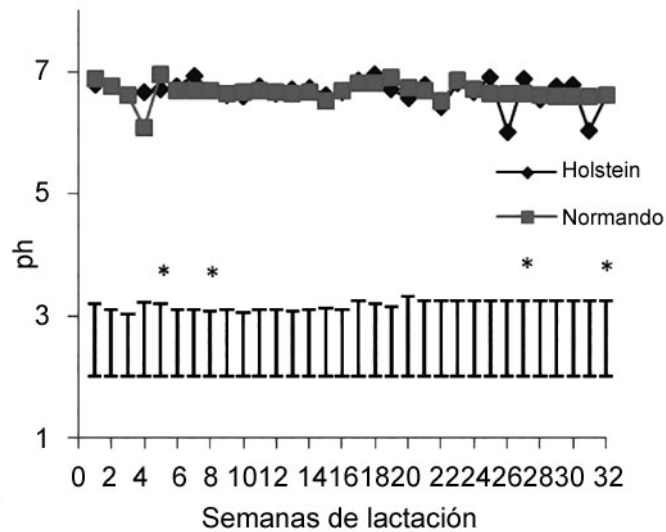


Figura 7. pH en leche para raza Holstein y Normando.

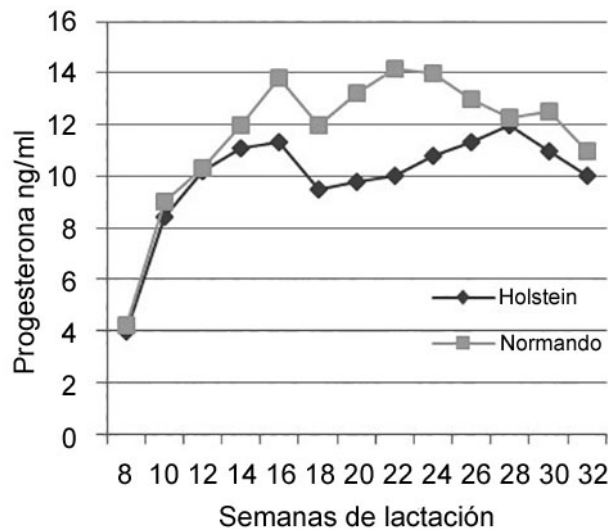


Figura 8. Ng/ml progesterona en leche para raza Holstein y Normando.

hormonal para la síntesis de leche y diferenciación de la glándula mamaria (Steven y Anderson, 2015), la dinámica comienza alrededor del parto con la aparición de la prolactina y desaparición de los niveles plasmáticos de progesterona (Campana, 1995). Este factor puede estar influenciado por la raza, estado alimenticio, energía metabolizable y consumo de materia seca (Rabiee, 2002).

Al inicio del ciclo de lactancia de la vaca, se observó que los niveles de progesterona se mantuvieron en descenso. A partir de la semana 8 en el momento en que las vacas quedan en estado de gestación, se evidenció un ligero aumento en los niveles de progesterona con valores cercanos a 3,89 ng/ml, en función del cuerpo luteo como principal fuente de progesterona en los primeros estadios de la gestación, por consiguiente se resume que

los niveles de progesterona y los efectos que pueden alterar su producción recaen sobre la actividad lútea durante la fase embrionaria y parte de la gestación.

Las concentraciones de progesterona, coinciden con los reportados por Pinzón y Grajales, 2005 quienes establecieron paulatinamente los niveles de progesterona en vacas Holstein postparto sometidas a condiciones de trópico bajo como una ayuda para mejorar la eficiencia reproductiva ante la presencia de celos no manifiestos, ellos hallaron valores iniciales de 1,9 ng/ ml y solo hasta después del día 15 valores de 3,99 ng/ml como presencia de actividad luteal temprana.

Además, también coincide con lo reportado por (Rabiee, 2002) quien analizo el efecto de la ingesta de materia seca y energía metabolizable sobre la tasa de depuración de progesterona en vacas Holstein lactantes, los cuales no encontraron diferencia significativa para los niveles de consumo de materia seca; los hallazgos determinaron valores de 1,67 ng/ ml en vacas vacías y de 4,5 ng/ml en vacas preñadas a partir de la concepción.

Estos niveles en plasma podrían alterar la eficiencia reproductiva en vacas altamente

productoras como baja fertilización, transporte y supervivencia del embrión; otros factores podrían explicar los niveles de progesterona en sangre como la alteración del metabolismo hepático y reducción de velocidad de la sangre en vena porta, relacionado con la ingesta de materia seca y energía metabolizable (Dey, 2015).

Prolactina

No se encontraron diferencias significativas en la concentración de prolactina sérica entre las razas ($P \geq 0,05$); con tendencias similares para dicho parámetro, comparable con los resultados de Koprowski y Tucke, 1973. Al inicio de la lactancia se observan bajos niveles de prolactina, asociado al cambio citológico y diferenciación enzimática de las células epiteliales alveolares para el correspondiente aumento en los sistemas de transporte y captación de aminoácidos, glucosa y otros sustratos para la síntesis de la leche. En la segunda semana de lactancia se aprecia un pico de prolactina de 60 y 70 ng/ml para la raza holstein y normando respectivamente (Figura 9), propio de la etapa de acopio-secreción de leche durante la lactancia donde aumentan proporcionalmente los componentes de la

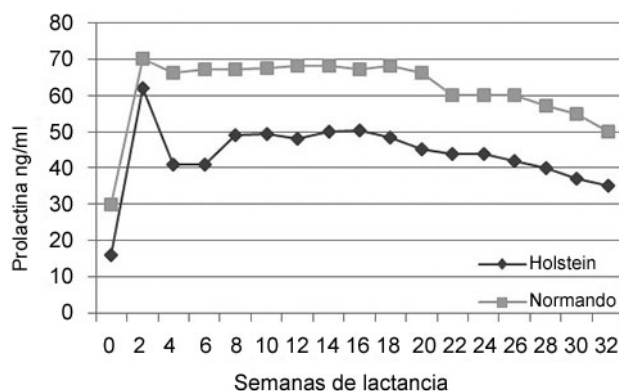


Figura 9. Ng/ml prolactina en leche para raza Holstein y Normando. La barra representa el valor estadístico de diferencia mínima significativa (LSD) para comparar los promedios, de acuerdo con la prueba de Tukey. Si las diferencias entre dos promedios en cada punto de muestreo son mayores al LSD, entonces habrá diferencia a un α de 0,05. * Diferencias estadísticas al 5%, ** diferencias estadísticas significativas al 1%, ns no hay diferencias.

leche. No es hasta la liberación de los efectos inhibidores de la progesterona en la lactogénesis (aproximadamente 2 días) y la estimulación por la prolactina y glucocorticoides asociados al parto, que la secreción de leche se hace abundante (Koprowski y Tucke, 1973).

Una vez establecida la lactancia, la prolactina representa el componente principal del complejo galactopoyético la cual declina la semana 3 para continuar en un rango de 45ng/ml y 65ng/ml para raza Holstein y normando respectivamente hasta finalizar con valores de 32ng/ml y 50ng/ml, evidenciando una respuesta hormonal eficaz en la raza normando, lo cual se asocia para tal caso a la condición y peso corporal pre y post-parto teniendo en cuenta su carácter doble propósito.

CONCLUSIONES

No se encontró una diferencia entre el tipo racial y las variables fisicoquímicas de la leche evaluadas durante el transcurso de la lactancia, por ende no hay influencia de la raza ni estado gestacional sobre las mismas. La concentración de progesterona desde el momento de la concepción hasta la semana 32 de lactancia para la raza Holstein y Normando presentan la misma tendencia sin evidenciar diferencias significativas. Los niveles de prolactina desde el momento del parto hasta la semana 32 poseen el mismo comportamiento tanto para la raza Holstein como Normando, esta última refleja una mejor aptitud, atribuible a la condición corporal y estado energético de la raza, reflejando buenos índices productivos. En general, muchos factores, además de la nutrición, estado fisiológico y la gestación pueden influir en la producción de leche y la composición.

LITERATURA CITADA

- Alvarez, H. J. 2006. Producción de leche bovina con distintos niveles de asignación de pastura y suplementación energética. *Ciencia e Inv. Agraria*, 33:99-107.
- Alvarez, H. J. 2011. Milk production and ruminal digestion in lactating dairy cows grazing temperate pastures and supplemented with dry cracked corn or high moisture corn. *Animal feed science and technology*, 91:183-195.
- Beal, W. E., D. R. Notter and R. M. Akers. 1990. Techniques for estimation of milk yield in beef cows and relationships of milk yield to calf weight gain and postpartum reproduction. *Journal of Animal Science*, 68:937-943.
- Briñez, W. J., J. F. Farias Reyes e I. Villasmil. 1996. Efectos del mestizaje, etapa de lactación y número de partos de la vaca sobre la producción y algunos parámetros de calidad en leche. *Revista científica*, 6:1.
- Cameron, R. 2003. El efecto racial sobre la composición láctea. *Mercolactea*, 11.
- Campana, W. M. 1995. I. Hormones and Growth Factors in Bovine Milk. En *Handbook of Milk Composition* (Robert G. Jensen ed., pp. 476-494). California .
- Capper, J. E. 2008. The environmental impact of recombinant bovine somatotropin (rbST) use in dairy production. *PNAS* 105:9668-9673, 105, 9668-9673.
- Capper, J. L. and R. A. Cady. 2012. A comparison of the environmental impact of Jersey compared with Holstein milk for cheese production. *Journal of dairy science*, 95(1), 165-176.
- Cervantes, P. 2005. Caracterización de la composición y producción láctea en vacas de diferentes genotipos en Veracruz, México. *Tesis de Grado de Doctorado en Ciencias Veterinarias. CENSA*. La Habana, Cuba.
- Dey, J. C. (2015). Embryo Implantation. En *Knobil and Neill's Physiology of Reproduction*. 4 ed., Vol. 2, pp. 1697-1739).
- García, S. and C. Holmes. 2001. Lactation curves of autumn- and spring-calving cows in a pasture-based dairy system. *Livestock Production Science*, 68:189-203.
- Góngora, J. 2006. Evaluación del comportamiento productivo, reproductivo y composicional de la leche en vacas normando puras y en diferentes porcentajes de sangre, en la finca Chuguacá - Municipio de San Francisco. *Tesis profesional Zootecista*. Bogotá, Universidad de la Salle, Colombia.

- Guinee, T. O. 2003. Efectos de la Variación estacional en la composición de la leche sobre la calidad de la Pizza de queso. Armis - Centro de Investigaciones de Productos Lácteos.
- Gurmessa, J. and A. Melaku. 2012. Effect of lactation stage, pregnancy, parity and age on yield and major components of raw milk in bred cross Holstein Friesian cows. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 7:146-149.
- Hernández, R. 2008. Caracterización de la curva de lactancia y componentes lácteos del genotipo Siboney de Cuba en una granja ganadera de la Provincia de la Habana. *Revista Científica*, XVIII(3), 291-295.
- Hurley, I. P., R. C. Coleman, H. E. Ireland and J. H. Williams. 2004. Measurement of bovine IgG by indirect competitive ELISA as a means of detecting milk adulteration. *Journal of dairy science*, 87: 543-549.
- Koprowski, J. A. and H. Tucke. 1973. Serum prolactin during various physiological states and its relationship to milk production in the bovine. *Endocrinology*, 92:1480.
- Kruze, J. and L. Latrillé. 1999. Calidad higiénica de la leche cruda en Chile. *Avances en Producción Animal*, 107-139.
- Vries, M. 2010. Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments. *Livestock Science*, 128(1), 1-11.
- Mayorga, M. O. 2011. Evaluación de sistemas de alimentación en vacas Holstein y su efecto sobre la productividad animal, la emisión de metano y de óxido nítrico y la captura de carbono en la Sabana de Bogotá. *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-CORPOICA*.
- O'Brien, B. 2011. Leche: Efectos estacionales en propiedades de transformación de leche de vaca. *Enciclopedia de Ciencias de Lácteos*, 598-606.
- Pérez, P., G. Anrique y V. González. 2007. Factores no genéticos que afectan la producción y composición de la leche en un rebaño de pariciones biestacionales en la décima región de los lagos, Chile. *Revista técnica agrícola*, 67:39-48.
- Pinzon, C. y Grajales. 2005. Niveles de progesterona y dinámica folicular en el posparto de vacas Holstein en condiciones del trópico bajo colombiano. *Revista de Medicina Veterinaria*, (9), 7-18.
- Ponce, P. 2009. Composición láctea y sus interrelaciones: expresión genética, nutricional, fisiológica y metabólica de la lactación en las condiciones del trópico. *Salud Animal*, 31(2), 69-76.
- Ponce, P. 1968. Estudio de la lactancia en vacas de razas Holstein, Cebú y sus cruces en Cuba. *Revista Salud Animal*, 8(1), 73-88.
- Ponce, P. C. 1999. Characterization of the abnormal milk syndrome: An approach of its probable causes and its corrections. *Meeting ADSA. J Dairy Sci. 94 Th Ann.*, 82:195.
- Ponce, P. R. 1990. Influencia de cinco sistemas de alimentación sobre la composición láctea: Programa Acad. *Ciencias de Cuba*, sp.
- Rabiee, A. R. 2002. Progesterone clearance rate in lactating dairy cow with two levels of dry matter and metabolizable energy intakes. *Animal Reproduction Science*.
- Rabiee A. R. 2000. Plasma, milk and faecal progesterone concentrations during the oestrous cycle of lactating dairy cow with different milk yields. *Animal Reproduction Science*, sp.
- Restrepo Osorio, M. A. 2012. Plan de exportación de productos lácteos.
- Roca, A. y L. Delaby. 2009. Efecto de la raza de vaca y del nivel de suplementación sobre la producción y calidad de leche en pastoreo. *Investigación Agraria*, 391-398.
- Saborio, A. 2011. Factores que influyen el porcentaje de sólidos totales de la leche. *ECAG Informes*(56), 70-73.
- Schwendel, B. W. 2014. Invited Review: Organic and conventionally produced milk-An

- evaluation of influence factors on milk composition. *Journal of Dairy Science*.
- Silvestre, A., A. Martins, V. Santos, M. Ginja and J. Colaço. 2009. Lactation curves for milk, fat and protein in dairy cows: A full approach. *Livestock Science*, 122: 308-313.
- Singh, H., O. McCarthy and J. Lucey. 1997. Physico-chemical properties of milk. *Advanced Dairy Chemistry*, 3:469-518.
- Steven, M. and P. S. Anderson. 2015. Lactation and its Hormonal Control. En *Knobil and Neill's Physiology of Reproduction* pp. 2055- 2105.
- Sutton, D. 1989. Altering milk composition by feeding. *J Dairy Science*, 72:801-814.
- Val-Arreola, D., E. Kebreab, J. Dijkstra and J. France. 2004. Study of the lactation curve in dairy cattle on farms in central Mexico. *Journal of dairy science*, 87: 3789-3799.
- Villoch, A. M. 1991. Influencia de diferentes condiciones de alimentacion sobre la produccion y composicion de leche. *Revista Salud Animal*, 48-55.

Reservas energéticas e índices moleculares de condición en *Lima (Ctenoides) scabra* expuesta a lubricantes usados de motores de automóviles

Energetic reserves and molecular index of condition in *Lima (Ctenoides) scabra* exposed to crankcase oil

Edgar Zapata-Vívenes^{1*}, Gabriela Sánchez² y Leida Marcano¹

¹Universidad de Oriente, UDO. Departamento de Biología. Sucre, Venezuela. *Correo electrónico: ezapata@udo.edu.ve. ² Instituto Socialista de la Pesca y Acuicultura, ISOPESCA. Venezuela.

RESUMEN

Los lubricantes usados de motores de automóviles son fuente potencial de contaminantes que pueden afectar adversamente a la biota en áreas costeras. Los bivalvos que habitan asociados a arrecifes coralinos han sido reconocidos como organismos sensores para evaluar el impacto de sustancias químicas estresantes mediante el uso de biomarcadores, en especial cambios en su composición bioquímica. Con el objetivo de determinar los niveles de los sustratos energéticos (proteínas, lípidos y carbohidratos) e índices moleculares de condición (ARN/ADN y Proteína/ADN) en el manto de la almeja flama *Lima (Ctenoides) scabra* expuesta a una fracción acuosa de lubricantes usados de motores de vehículos (FALUMV), se realizó un bioensayo estático con concentraciones subletales de 0, 10⁻³%, 10⁻²% y 10⁻¹%, durante 7 y 13 días. Los individuos fueron colectados en el golfo de Santa Fe, estado Sucre, Venezuela, y mantenidos en un sistema de acuarios, con renovaciones interdiarias de contaminantes y alimentos (microalgas), bajo condiciones controladas. El contenido de carbohidratos y proteínas, y los coeficientes moleculares de condición mostraron incrementos en los organismos expuestos a la FALUMV durante algunos de los períodos de exposición, sin embargo los niveles de lípidos totales no variaron en relación a los tratamientos evaluados. En el manto de *L. scabra* se evidenciaron ciertos ajustes bioquímicos de importancia, tales como la acumulación de macromoléculas energéticas e incremento en los niveles de los índices moleculares de condición, lo que es indicativo de una posible producción de proteínas vinculadas con la defensa bioquímica en presencia de mezclas complejas de xenobióticos.

Palabras clave: ARN/ADN, bivalvos, composición bioquímica, Proteínas/ADN, xenobióticos.

Recibido: 28/10/14 Aprobado: 03/06/15

ABSTRACT

Used crankcase oil of automobiles is a potential source of hazardous contaminants, which upon reaching coastal ecosystems may affect adversely the biota. The bivalve associated to coralline reefs have been recognized as biological sensors to assessing the impact of stressing chemical substances in these marine ecosystems by means of use of biomarkers, especially changes in chemistry composition. In order to determine energetic substrate levels (protein, lipid and carbohydrate) and molecular ratios of condition (RNA/DNA and Protein/DNA) in the mantle of fire scallop *Lima (Ctenoides) scabra* exposed to water-soluble fraction (WSF), obtained from a mixture of used lubricants of automobile engines, a static bioassay was realized with sublethal concentrations of 0, 10⁻³%, 10⁻²% y 10⁻¹%, during 7 and 13 days. Individuals were collected from Gulf of Santa Fe, Sucre state, Venezuela; and maintained in seawater aquaria system with changes of WSF and food (microalgae) inter-daily, under controlled conditions. Carbohydrate and protein levels, molecular ratios of condition showed increase in organisms exposed to WSF, during some exposure periods, however lipid levels did not differ in relation to the treatments. In the mantle of *L. scabra* certain biochemical adjustments of importance were evidenced, such as accumulation of energetic macromolecules and molecular ratios increased, indicating that production of protein may be associated to molecular defense against complex mixtures of xenobiotics.

Key words: RNA/DNA, bivalves, biochemical composition, Protein/DNA, xenobiotic.

INTRODUCCIÓN

Los lubricantes usados de motores de vehículos (LUMV) son mezclas de sustancias altamente contaminantes, constituidos principalmente por hidrocarburos aromáticos policíclicos, metales pesados y compuestos policlorados (GESAMP, 1993; ATSRD, 1997). Una vez extraídos del cárter del motor son descargados de forma directa en acueductos de autolavados, estaciones de servicios y talleres mecánicos, teniendo como destino final la franja marino-costera. Los ecosistemas costeros de la región oriental de Venezuela no están exentos de ser impactados por la influencia de tales sustancias, evidenciándose en las últimas décadas ligeros incrementos del contenidos de sus constituyentes en sedimentos superficiales (Martínez, 2006; Dakdouk-Ortiz, 2009; Romero, 2010).

Los efectos que producen los compuestos hidrosolubles de los LUMV sobre la biota han sido demostrados bajo condiciones controladas, usando bioensayos toxicológicos agudos o crónicos. Se ha reportado que estas fracciones acuosas provocan alteraciones bioquímicas y celulares en diversas especies tales como: poliqueto *Eurythoe complanata* (Nusetti *et al.*, 2005), pez *Thalassophryne maculosa* (Marcano *et al.*, 2006), y en los bivalvos *Pinctada imbricata* (Nusetti *et al.*, 2004), *Lima scabra* (Zapata-Vívenes *et al.*, 2009) y *Perna viridis* (Martínez-Gil, 2011). Tales especies han sido propuestas como organismos centinelas en la evaluación de los cambios que se suscitan en las zonas marino-costeras, especialmente en presencia de contaminantes.

La almeja flama *Lima (Ctenoides) scabra* (Born, 1778), comúnmente llamada concha roja, es una especie representativa de zonas arrecifales de la región noreste de las costas Venezolanas. Este organismo habita incrustado a corales escleractíneos ramificados, dejando ver un manto rojizo franjeado con un velo de largos tentáculos llamativos, normalmente extendidos, que sobresalen desde sus conchas (Lodeiros y Freitas-Valbuena, 2008; Freitas *et al.*, 2012). El manto es un órgano de suma importancia en este bivalvo, ya que participa en la formación de la concha, actividad sensorial, movimientos para apertura y cierre de las valvas, incluso

para el nado. Este tejido reserva cantidades significativas de moléculas energéticas tales como carbohidratos, lípidos y proteínas (PT), destinadas a diversas funciones fisiológicas, crecimiento y reproducción; sin embargo el contenido y la utilización de tales moléculas pueden variar bajo condiciones de estrés crónico en presencia de contaminantes.

Los índices moleculares ARN/ADN y proteínas/ADN han sido de uso frecuente para estimar la condición nutricional de manera instantánea en distintos tejidos de peces e invertebrados (Moss, 1994; Bracho *et al.*, 2000); en eventos biológicos que demanden altos gastos energéticos (Nusetti y Morales, 1988; Lodeiros *et al.*, 1996) y posibles efectos de contaminantes (Acosta y Lodeiros, 2003; Narváez *et al.*, 2005; Zapata-Vívenes, 2013). Las relaciones entre los niveles de tales macromoléculas pueden indicar la condición metabólica, tasa molecular de crecimiento y síntesis de proteínas en los tejidos. En tal sentido, en este trabajo se evaluaron las concentraciones de los combustibles energéticos (PT, lípidos y carbohidratos totales) e índices moleculares de condición (ARN/ADN y PT/ADN) en el manto de *L. scabra* expuestos a concentraciones subletales de una fracción acuosa de aceites usados de motores de vehículos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales

Individuos sexualmente maduros, en su mayoría hembras, de *L. scabra* (5,5-6,5 cm longitud de valvas) fueron colectados manualmente en zonas coralinas del Golfo de Santa Fe (estado Sucre, Venezuela) a profundidades entre 2 y 5 m. Los organismos fueron mantenidos durante una semana en acuarios (50x 40x 40 cm) como período de aclimatación bajo condiciones controladas. Cada acuario estuvo contentivo a una densidad de 1 individuo por cada 2 litros de agua de mar filtrada con miliporo (45 µm), aeración constante (90-95%), salinidad (36 UPS), pH (7,8-8,2) y temperatura (25°C ± 2). La alimentación consistió de una mezcla de microalgas en proporciones similares (*Tetraselmis chuii* y *Chaetoceros gracilis*), la misma fue administrada *ad libitum* diariamente.

Bioensayos de exposición

Los organismos fueron expuestos a 0, 10^{-3} ; 10^{-2} y 10^{-1} % de una fracción acuosa de lubricantes usados de motores de vehículos (FALUMV), durante 7 y 13 días, en un sistema estático de acuarios, bajo condiciones controladas descritas anteriormente. La solución madre fue obtenida de una mezcla de lubricantes usados de cárter de cigüeñal de motores de vehículos y agua de mar filtrada, en una relación 1:9 v/v, dejándose reposar por 2 horas y que, posteriormente, se filtró a través de un papel Whatman N° 1 bajo un sistema de vacío. Las mezclas originales de lubricantes usados fueron recolectadas en una estación de gasolina local. Los recambios del agua de mar, alimento y solución de lubricantes fueron realizados de manera interdiaria, para mantener disponible la concentración de los contaminantes y remoción de heces y/o productos de desecho metabólicos. Transcurrido cada período, se procedió a disecar el manto de seis a ocho ejemplares por cada tratamiento, los mismos fueron almacenados a -40° C hasta el momento del análisis, por un período no mayor a una semana.

Biomoléculas

Las concentraciones de proteínas (PT) en el manto fueron valoradas según el método de Lowry *et al.* (1951), usando albumina de suero de bovino como estándar. El contenido de carbohidratos fue determinado por método desarrollado por Van Handel (1965), utilizando como estándar glucosa anhidra. La cantidad de lípidos totales fueron cuantificados gravimétricamente por métodos de Bligh y Dyer (1959). El ARN fue determinado por el método de revelación por Orcinol (Cambell y Sargent, 1967), y el ADN mediante la reacción de Difenilamina (Burton, 1956); ambos valorizados en fósforo inorgánico (Buckley y Bulow, 1987). Se usó como sustancia referencial ARN de levadura (*S. cereviceae*) y ADN de timo de bovino, respectivamente. En adición, se estimaron los cocientes de crecimiento instantáneo ARN/ADN y Proteínas/ADN (Bulow, 1987).

Análisis Estadísticos

Para el procesamiento y comparación de los datos se utilizó un análisis de varianza de dos

vías (Statgraphics Plus versión 5.1 ambiente Windows), para determinar las diferencias entre los tratamientos estudiados. Para contraste *a posteriori* se utilizó una prueba de Bonferroni (Sokal y Rohlf, 1981).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

PT, carbohidratos y lípidos totales

En las biomoléculas determinadas, se evidenció un efecto de interacción entre las concentraciones de FALUMV y los períodos de exposición sobre el contenido de proteínas totales (PT) ($F_s=4,66$; $P<0,01$), mostrando los mayores promedios en organismos expuestos a las concentraciones de 10^{-2} % durante los 7 días y los ejemplares expuestos a 10^{-3} y 10^{-2} % durante los 13 días. PT en los organismos expuestos a la mayor concentración de exposición (10^{-1} %) no mostró diferencias con respecto a los organismos controles en ambos períodos de exposición (Cuadro 1).

El contenido de carbohidratos mostró un ligero incremento en relación a las concentraciones de exposición ($F_s=7,79$; $P<0,001$) y los períodos de exposición ($F_s=34,97$; $P<0,001$), específicamente para las concentraciones 10^{-3} y 10^{-1} % durante los 7 días, y 10^{-2} y 10^{-1} % durante los 13 días. Los lípidos, sin embargo, no presentaron variación en relación a los tratamientos ni efectos durante los dos períodos de evaluados ($F_{st}=0,36$ y $F_{sp}=0,05$ respectivamente; $P>0,05$), tal como se observa en el Cuadro 1.

En *L. scabra* se denota un incremento significativo en el contenido de los carbohidratos y PT totales en los organismos expuestos a la fracción acuosa de lubricantes usados de motores de vehículos (FALUMV) durante ambos periodos, posiblemente asociado a la activación de las rutas metabólicas, p. e. la síntesis de proteínas, y eventos bioquímicos que involucran altos gastos de energía como respuestas moleculares de homeostasis antes una condición de estrés químico, lo cual permite la tolerancia de los organismos a concentraciones bajas de la mezcla de contaminantes. Otro factor fundamental es la dieta de microalgas *T. chuii* y *C. gracilis* administrada *ad libitum* durante el ensayo, lo que favorece cualquier potencial déficit nutricional. Este detalle demuestra que

Cuadro 1. Niveles de proteínas, carbohidratos y lípidos en el manto de *L. scabra* expuesta a distintas concentraciones de FALUMV durante 7 y 13 días.

		Concentraciones (%)Días			
		0	10 ⁻³	10 ⁻²	10 ⁻¹
Proteínas	7	230,80 ± 36,61	195,37 ± 32,90	276,77 ± 49,65	241,34 ± 32,60
	13	192,49 ± 12,01	292,10 ± 95,83	250,91 ± 76,93	189,62 ± 11,72
Carbohidratos	7	7,07 ± 2,23	13,33 ± 1,39	8,67 ± 1,46	12,55 ± 1,62
	13	6,70 ± 0,50	7,32 ± 0,94	12,36 ± 1,03	12,34 ± 1,71
Lípidos	7	23,59 ± 12,69	22,14 ± 11,49	44,77 ± 30,79	26,91 ± 14,99
	13	22,81 ± 6,89	22,83 ± 15,43	35,11 ± 30,72	36,17 ± 31,15

Resultados son expresados como promedio ± DE.

Unidades: mg para PT, carbohidratos y lípidos están relacionados por gramo de tejido húmedo.

la tasa de ingesta de los alimentos disponible en el acuario no fue afectada por la mezcla de lubricantes.

En adición, los promedios en los niveles del cociente ARN/ADN confirman la condición de salud de los organismos expuestos a la mezcla de xenobióticos (Clemmesen, 1994; Chícharo y Chícharo, 2008; Olivar *et al.*, 2009). Se ha evidenciado que los índices de condición fisiológica tiende a incrementar en organismos presentes en hábitats con alta disponibilidad de materia orgánica (Belmar *et al.*, 2008).

Generalmente los organismos marinos cuando están expuestos a xenobióticos activan rutas de metabolización y desintoxicación que ameritan un gasto energético considerable, por lo que en muchas ocasiones el metabolismo basal es afectado (Rainbow, 1995). Es común encontrar en el manto de bivalvos colectados en su medio natural y cultivos, durante el período de alta disponibilidad de alimento, algunos cambios en los índices moleculares de condición y cantidades significativas de glucógeno en pos a los ciclos reproductivos y energéticos (Lodeiros *et al.*, 1996; Lodeiros y Himmelman, 1999). Los carbohidratos en el manto, al igual que los lípidos, cumplen un papel de vital importancia en la producción y desarrollo de gametos (Martínez, 1991).

ADN, ARN y Coeficientes

Los niveles de ADN se muestran poco disminuidos en sus promedios por acción de los incrementos de las concentraciones de exposición a FALUMV, no obstante no existen diferencias estadísticas significativas ($F_s=2,57$; $P>0,05$), presentando similar tendencia en los dos períodos de exposición ($F_s=0,87$; $P>0,05$). Contrariamente, el contenido de ARN incrementa sustancialmente sólo en el primer período de exposición (7 días) a las concentraciones 10⁻³ y 10⁻² ($F_s=27,5$; $P<0,01$), para alcanzar niveles basales durante los 13 días (Cuadro 2). El coeficiente ARN/ADN incrementó en relación a las concentraciones de las FALUMV para las concentraciones baja y media de exposición ($F_s=7,47$; $P<0,01$). A pesar de que, al final de los 13 días, se observó una reducción significativa en paralelo a las concentraciones de lubricante. De igual manera, el coeficiente Proteínas/ADN incrementó concomitantemente en relación a las concentraciones de exposición ($F_s=9,96$; $P<0,001$), manteniendo una respuesta similar para ambos períodos de exposición ($F_s=3,27$; $P>0,05$), observándose los mayores promedios a la concentración de 10⁻¹% durante los 13 días de exposición (Cuadro 2).

El incremento de los cocientes moleculares determinados en el manto de *L. scabra* expuestos a FALUMV en los períodos agudo (7

Cuadro 2. Niveles de ADN, ARN y coeficientes ADN/ARN y PT/ADN en el manto de *L. scabra* expuesto a FALUMV durante 7 y 13 días.

	Concentraciones (%) Días		0	10 ⁻³	10 ⁻²	10 ⁻¹
	ADN	7	8,39 ± 1,13	5,65 ± 2,13	6,95 ± 2,38	5,08 ± 1,93
	13	7,51 ± 1,59	6,26 ± 2,05	8,33 ± 1,45	4,07 ± 1,67	
ARN	7	21,79 ± 2,37	44,31 ± 1,68	69,48 ± 4,16	23,40 ± 1,32	
	13	21,71 ± 2,01	22,99 ± 1,24	21,79 ± 1,81	23,40 ± 1,39	
ARN/ADN	7	2,65 ± 0,52	8,74 2,96	11,79 ± 6,48	4,78 ± 0,69	
	13	3,02 ± 0,77	4,19 ± 1,27	2,70 0,58	1,21 ± 1,26	
PT/ADN	7	28,10 ± 6,70	39,50 ± 17,65	48,68 ± 32,4	48,93 ± 10,69	
	13	30,60 11,12	49,17 26,95	30,67 9,24	67,64 3,34	

Resultados son expresados como promedio ± DE. Unidades: mg para PT, y µg para ARN y ADN, relacionados por gramo de tejido húmedo.

días) y crónico (13 días) indica la activación en la producción de proteínas, como posible respuesta de defensa bioquímica en presencia de mezclas complejas de xenobióticos. Generalmente, los componentes que se presentan con mayor concentración y disponibilidad en las FALUMV son los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y los metales pesados, por ejemplo Pb, Zn, Cu, Cr, Ni y Cd (Vasquez-Duhalt, 1989; Nusetti *et al.*, 2005); los mismos pueden ingresar con gran facilidad al manto de *L. scabra*. Los niveles de proteínas totales (PT) e índices moleculares de condición relacionados indican que posiblemente su síntesis se encuentre vinculada a la producción de moléculas con funciones altamente específicas, las cuales pudieran contrarrestar el estrés químico. Se ha demostrado que el ingreso de metales pesados en distintos órganos de los bivalvos puede activar la producción de metalotioneínas (MT) y otras proteínas de alto peso molecular, las cuales poseen una alta capacidad de enlazar iones metálicos, regulando sus niveles tóxicos y protegiendo a la células contra daños oxidativos (Zapata Vivenes y Nusetti, 2007; Lemus *et al.*, 2014).

El incremento en la síntesis de PT y ARN en organismos en presencia de las concentraciones subletales de la FALUMV coinciden con los resultados hallados por Miliou *et al.* (1998), donde después de exponer al pez guppie *Poecilia*

reticulata a un tratamiento a 1,5 mg/L y 0,5 mg/L de cadmio durante 10 y 20 días respectivamente, se observaron aumentos en las relaciones PT/ARN/ADN. De igual manera, Mckee y Knowles (1986) evidenciaron incrementos en la relación PT/ARN/ADN y lípidos/ADN después de exponer *Daphnia magna* a 0,5 µg/L del insecticida fenvalerato por 7 días, pero con descensos en los promedios de los radios PT/ARN y glucógeno/lípidos. El contenido de ADN en *L. scabra* expuestos a FALUMV denota una baja división celular en este tejido; tales promedios estables ayudan a incrementar los valores de los radios de crecimiento relacionados.

La toxicidad de la FALUMV depende de la concentración de los productos químicos presentes, los mismos varían dependiendo de la marca, tipo, uso de combustible del motor (gasolina o diesel), condición y uso prolongado del motor (Pruell y Quinn, 1988; ATSDR, 1997). Es común encontrar en FALUMV elevadas concentraciones de compuestos tales como naftalenos, benzaldehídos, alcoholes bencílicos, tiofenos, ftalatos, fenoles y diversos compuestos misceláneos; sustancias que pueden conllevar al desarrollo de perturbaciones oxidativas, sobrevivencia y reproducción en los organismos contaminados (Lotufo, 1997; Nusetti *et al.*, 2005).

De manera independiente, se ha demostrado que los constituyentes de las FALUMV pueden tener

efectos toxicológicos en distintos organismos. Por ejemplo, en individuos adultos de *C. finmarchicus* (copépodos) expuestos a naftaleno puede incrementar la actividad de la enzima glutatión-S-transferasa (Hansen *et al.*, 2008). En los bivalvos *P. imbricata*, *P. viridis* y *L. scabra* se reportan cambios en sus sistema antioxidante en organismos expuestos a fracciones acuosas de lubricantes y formulaciones de petróleos pesados (Nuseti *et al.*, 2004; Zapata-Vívenes *et al.*, 2009; Martínez-Gil, 2011).

L. scabra puede tolerar concentraciones relativamente bajas de la FALUMV, modulando los mecanismos de defensas moleculares en presencia de mezclas complejas contaminantes. Los niveles de proteínas encontrados pueden constituir una fuente de energía alternativa para el mantenimiento del organismo bajo condiciones de estrés metabólico, una vez que los carbohidratos y lípidos han sido agotados (Hawkins y Bayne, 1991). Yeung (2009) muestra que el cociente ARN/ADN, proteínas totales y el contenido de glucógeno en el mejillón verde *P. viridis* no son alterados por concentraciones subletales de cobre y cadmio, aunque se reducen los niveles de lípidos totales. Contrariamente en otros casos, el metabolismo puede ser mermado a objeto de compensar el efecto tóxico de sustancias extrañas en su entorno, trayendo como consecuencia cambios en su reproducción y crecimiento (Zapata-Vívenes, 2013).

La disminución del cociente ARN/ADN en los organismos expuestos a FALUMV durante el último período de experimentación muestra los efectos detrimentales que pueden provocar a largo plazo las concentraciones subletales usadas. Diversos estudios han reportado correlaciones negativas entre los radios moleculares de crecimiento en organismos marinos expuestos a agentes estresantes y tóxicos. Wang y Stickle (1988) reportan una relación inversa entre el contenido de proteínas, lípidos y ARN, y un decrecimiento en los radios ARN/ADN y PT/ADN en el cangrejo azul *Callinectes sapidus* expuesto a una fracción acuosa de petróleo durante 21 días de ensayo.

Similarmente, tanto el contenido de ARN como ARN/ADN decrecen en el pez guppie expuesto a 0,5 mg Cd/L por 30 días Miliou *et al.*, 1998. Acosta *et al.* (2013) observó un descenso en

el radio ARN/ADN en el mejillón *Perna viridis* expuesta a cadmio, relacionada con la regulación del metal y el posible gasto metabólico producto del proceso de contrarrestar el efecto tóxico. Antón *et al.* (2008) mostraron una significativa reducción en el índice ARN/ADN en *Donax denticulatus* expuesto a 2 mg/L de Cd durante 21 días, asociado a una reducción de la tasa de síntesis de ARN y gasto energético. Tong *et al.* (2010) reportaron una reducción en el índice ARN/ADN en el anfípodo *Melita longidactyla* expuesto a 1,2 diclorobenceno durante tres semanas de exposición. Kerambrum *et al.* (2012) observaron disminución en el mismo parámetro en el pez *Dicentrarchus labrax* expuesto a un petróleo crudo liviano.

CONCLUSIONES

En el manto de *L. scabra* se observó almacenamiento carbohidratos como principal sustrato energético y cambios en el contenido de ARN y PT, lo que presume ajustes en la condición fisiológica que garantizan la funcionabilidad del órgano, a pesar de las condiciones desfavorables en el entorno. Los cambios en los niveles de macromoléculas energéticas y radios ARN/ADN y PT/ADN evidencian ajustes bioquímicos de importancia en el manto de *L. scabra*, asociados a un incremento en la síntesis de proteínas como respuesta de defensa molecular en presencia de bajas concentraciones de mezclas complejas de xenobióticos.

LITERATURA CITADA

- Acosta, V. y C. Lodeiros. 2003. Índice ARN/ADN en poblaciones de la almeja *Tivela mactroides* (Bivalvia: Veneridae) provenientes de localidades con diferentes niveles de contaminación. Revista Científica FCV-LUZ, 13(5): 378-382.
- Acosta, V., C. Lodeiros, O. Nuseti y M. Lemus 2013. Bioacumulación y efecto del cadmio en juveniles del mejillón verde *Perna viridis* (L. 1758) (Mytiloidea: Mytilidae). Saber, 25 (1): 39-45.
- Antón, Y., M. Lemus y K. Chung. 2008. Índice ARN/ADN como indicador de la condición fisiológica en ejemplares de *Donax*

- denticulatus* expuestos a dosis subletales de cadmio. Saber, 20 (2): 149-154.
- ATSRD Agency for toxic substances and diseases registry. 1997. Used mineral-based crankcase oil CAS # 80020509. ToxFAQs. U.S. Department of Health and Human services. Atlanta, GA.
- Belmar, D., M. Lemus, J. Armas y C. Zapata. 2008. Efectos de los efluentes del central azucarero de Cumanacoa sobre la condición fisiológica y biomarcadores de contaminación en el gasterópodo *Pomacea glauca* (LINNÉ, 1758). Rev. Invest. Mar., 29(1):33-38.
- Bligh, E. G. and W. J. Dyer. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. Physiol., 37: 911- 917.
- Buckeley, L. J. and F. J. Bullow. 1987. Techniques for estimation of RNA, DNA, and protein in fish. En: Summerfelt R. C. y G. E. Hall (Ed): Age and growth in fish. Iowa State University Press, Ames, Iowa, pp. 345-354.
- Burton, K. 1956. A study of the conditions and mechanisms of the diphenilamine reaction for the colorimetric estimation of deoxyribonucleic acid. Biochem. J., 62: 315-323.
- Bulow, F. J. 1987. RNA-DNA ratios as indicators of growth in fish. En: R. C. Summerfelt y G. E. Hall (Ed): Age and growth in fish. Iowa State University Press, Ames, Iowa, pp. 355-367.
- Bracho, B. M. A., B. M. I. Segnini, I. Viñoles y K. S. Chung. 2000. Efecto de la alimentación sobre la condición fisiológica del mejillón *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae), según el cociente ARN/ADN. Rev. Biol. Trop., 48 (1): 171-182.
- Cambell, P. N. and J. R. Sargent, 1967. Estimation of ARN by orcinol method of meibum (1939). En: Techniques in protein biosynthesis. Vol. I: Cambell P.N. y J.R Sargent, (Ed). Academic Press. London, pp. 301-302.
- Chícharo, M. A. and L. Chícharo. 2008. RNA:DNA ratio and other nucleic acid derived: indices in marine ecology. Int. J. Mol. Sci., 9: 1453-1471.
- Clemmesen, C. 1994. The effect of food availability, age or size on the RNA/DNA ratio of individually measured herring larvae: laboratory calibration. Mar. Biol., 118: 377-382.
- Dakdouk-Ortiz, S. 2009. Determinación del contenido de hidrocarburos aromáticos policíclicos en los sedimentos superficiales del saco del golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de licenciado en química. 74 p.
- Freites, L., C. Lodeiros, M. Guevara, J. Alió y C. Graziani. 2012. Experiencias en el cultivo de organismos marinos en el golfo de Cariaco, Venezuela. Saber, 24 (1): 5-24.
- GESAMP(IMO/FAO/UNESCO/WMO/IAEA/UN/ UNEP). 1993. Joint group of experts on the scientific aspects on marine pollution. Impact of oil and related chemical and wastes on the marine environment. GESAMP Reports and Studies No. 50, London, International Maritime Organization.
- Hansen, B., D. Altin, S. Vang, T. and A. Olsen. 2008. Effects of naphthalene on gene transcription in *Calanus finmarchicus* (Crustacea: Copepoda). Aquat. Toxicol., 86(2):157-65.
- Hawkins, A. and B. Bayne. 1991. Nutrition of marine mussel: factors influencing the relative utilizations of protein and energy. Aquaculture, 94: 177-196.
- Kerambrun, E., S. Le Floch, W. Sanchez, H. Guyon, T. Meziane, F. Henry and R. Amara. 2012. Responses of juvenile sea bass, *Dicentrarchus labrax*, exposed to acute concentrations of crude oil, as assessed by molecular and physiological biomarkers. Chemosphere, 87 (7): 692-702.
- Lemus, M., E. Evaristo, R. Salazar-Lugo y K. Chung. 2014. Modulación de la síntesis de metalotioninas en *Perna viridis* preexpuestos a cobre y expuestos a cadmio. Saber, 26 (1): 10-17.

- Lotufo, G. R. 1997. Toxicity of sediment-associated PAHs to an estuarine copepod: Effects on survival, feeding, reproduction and behavior. *Mar. Environ. Res.*, 44: 149-166.
- Lodeiros, C., R. Fernandez, A. Bonmati, J. Himmelman and S. Chung. 1996. Relation of RNA/DNA ratios to growth for the scallop *Euvola (pecten) ziczac* in suspended culture. *Mar. Biol.*, 126:245-251.
- Lodeiros, C. and J. Himmelman. 1999. Reproductive cycle of the bivalve *Lima scabra* (Pterioidea:Limidae) and its association with environmental conditions. *Rev. Biol. Trop.*, 3: 411-418.
- Lodeiros, C. y L. Freites-Valbuena, 2008. Estado actual y perspectivas del cultivo de moluscos bivalvos en Venezuela. **En:** Lovatelli, A., A. Farias e I. Uriarte (Ed). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20–24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. pp. 135–150.
- Lowry, O. H., N. J. Rosebrough, A. L. Farr and R. J. Randal. 1951. Protein measurement with folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193: 265-275.
- Marcano, L., O. Nusetti, E. Zapata-Vivenes, S. Nusetti and M. M. Esclapés. 2006. No. 6 Fuel oil effects on antioxidant enzymes and immunological responses in the fish *Thalassophryne maculosa* (Pisces: Batrochoididae). *J. Braz. Soc. Ecotoxicol.*, 1 (1): 31-35.
- Martínez, G. 1991. Seasonal variation in biochemical composition of three size classes of the Chilean scallop *Argopecten purpuratus* Lamarck, 1819. *Veliger*, 34: 335-343.
- Martínez, G. 2006. Contaminación por metales pesados en sedimentos superficiales de seis regiones marino-costera del oriente de Venezuela. Trabajo para optar a la categoría de profesor asociado. Departamento de Oceanografía, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- Martínez-Gil, I. 2011. Estrés oxidativo, metabolismo aeróbico y anaeróbico en *Perna viridis* (Linnenaues, 1758), pre-expuesto a concentraciones subletales de la fracción hidrosoluble de aceite usado de motor de vehículo. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Magister Scientiarum en Biología Marina. Departamento de Biología Marina, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- Mckee, M. and C. Knowles. 1986. Effects of fenvalerate on biochemical parameter, survival, and reproduction of *Daphnia magna*. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 12(1): 70-89.
- Miliou, H., N. Zaboukas and M. Moraitou-Apostolopoulou. 1998. Biochemical composition, growth, and survival of the guppy, *Poecilia reticulata*, during chronic sublethal exposure to cadmium. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 35(1):58-63.
- Moss, S. 1994. Use of nucleic acids as indicators of growth in juvenile white shrimp *Penaeus vannamei*. *Mar. Biol.*, 120:359-367.
- Narváez, N., C. Lodeiros, O. Nusetti, M. Lemus y A. Maeda-Martínez. 2005. Incorporación, depuración y efecto del cadmio en el mejillón verde *Perna viridis* (L.1758) (Mollusca: Bivalvia). *Ciencias Marinas*, 31: 91-102.
- Nusetti, O. y D. Morales. 1988. Crecimiento en algunos tejidos del mejillón *Perna perna* (L.1758): composición de ADN, relaciones ARN/ADN y reservas energéticas. *Acta Cien. Ven.*, 39: 289-293.
- Nusetti, O., M. M. Esclapés, S. Nusetti, E. Zapata, L. Marcano y C. Lodeiros. 2004. Defensas inmunológicas y estrés oxidativo en el bivalvo marino *pinctada imbricata* expuesto a niveles subletales de fuel oil No. 6." *Interciencias*, 29(5): 1-6.
- Nusetti, O., E. Zapata-Vivenes, M. M. Esclapés and A. Rojas. 2005. Antioxidant enzymes and tissue regeneration in *Eurythoe complanata* (Polychaeta: Amphinomidae)

- exposed to used vehicle crankcase oil. *Environ. Contam. Toxicol.*, 48(4): 1-9.
- Olivar, P. M., M. V. Díaz and M. A. Chícharo. 2009. Tissue effect on RNA:DNA ratios of marine fish larvae. *Scientia Marina*, 73(1):171-182.
- Pruell, R. and J. Quinn. 1988. Accumulation of polycyclic aromatic hydrocarbon in crankcase oil. *Environ. Poll.*, 49: 89-97.
- Rainbow, P. S. 1995. Biomonitoring of heavy metal availability in the marine environment. *Mar. Poll. Bull.*, 31: 183-192.
- Romero, D. 2010. Distribución y comportamiento de los hidrocarburos aromáticos policíclicos y pesticidas organoclorados en sedimentos superficiales del sector oriental del golfo de Cariaco, Venezuela. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título Magíster Scientiarum en Ciencias Marinas mención Oceanografía Química. Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- Sokal, R. and J. Rohlf. 1981. *Biometry: The principles and practice of statistic in biological reasearch*. Second Edition. W.H. Freeman & Co. New York. 859 p.
- Tong, E., J. Van de Merwe, J. Chiu and R. Wu. 2010. Effects of 1,2-dichlorobenzene on the growth, bioenergetics and reproduction of the amphipod, *Melita longidactyla*. *Cromosphere*, 80: 20-27.
- Van-Handel, E. 1965. Estimation of glycogen in small amounts of tissue. *Anal. Biochem.*, 11: 256-265.
- Vazquez-Duhalt, R. 1989. Environmental impact of used motor oil. *Sci. Total Environ.*, 79(1):1-23.
- Wang, S. Y. and W. B. Stickle. 1988. Biochemical composition of the blue crab *Callinectes sapidus* exposed to the water-soluble fraction of crude oil. *Mar. Biol.*, 98(1): 23-30.
- Yeung, W. 2009. Evaluation of RNA/DNA ratio in the green-lipped mussel *Perna viridis* as a potential biomonitoring tool. Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Philosophy at the University of Hong Kong.
- Zapata-Vívenes, E. and O. Nusetti. 2007. Protection of glycolytic enzymes by metallothioneins from oxidative damage in the digestive gland of green lipped mussel *Perna viridis*. *J. Shell. Res.*, 26 (2): 1–10.
- Zapata-Vívenes, E., G. Sánchez, O. Nusetti and L. Marcano. 2009. Modulations of antioxidant defenses in the fire scallop *Lima scabra* (Pterioidea: Limidae) exposed to used vehicle crankcase oil. 6 th SETAC Biennial Latin America Meeting. Lima, Perú.
- Zapata-Vívenes, E. 2013. *Eurythoe complanata* Pallas 1766 (*Polychaeta*: Amphinomidae) como organismo sensor de contaminación en costas del estado Sucre, Venezuela. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Doctor en Ciencias Marinas. Universidad de Oriente. 160 p.

Estimación de la edad mediante análisis de otolitos en una población de *Dactylopterus volitans*

Age estimation using analysis of otoliths in a population *Dactylopterus volitans*

Yelipza Longart, Noel Lanza, María Lista, Antulio Prieto y *Vanessa Acosta

Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias, Departamento de Biología, Cumaná, Sucre, Venezuela.*Correo electrónico: vanessaacosta@yahoo.com

RESUMEN

Se examinaron un total de 345 ejemplares de *Dactylopterus volitans*, los cuales fueron colectados mensualmente desde marzo de 2002 a marzo de 2003 en los alrededores de la isla de Cubagua, estado Nueva Esparta. A dichos organismos se les estimó la edad utilizando los anillos de crecimiento y el radio total de los otolitos sagitales (método directo). La población estuvo conformada por un intervalo de longitud total que osciló entre 71 y 363 mm, con el más alto porcentaje para la clase de talla 120 y 200 mm. Se determinaron los parámetros de crecimiento de la curva en longitud utilizando el modelo de von Bertalanffy. El recuento de los anillos anuales en otolitos, permitió establecer cuatro grupos de edades. El cálculo de los incrementos marginales del crecimiento mensual de los otolitos, presentó los valores más altos en junio y octubre 2002 y los más bajos diciembre 2002, enero, febrero y marzo 2003. Los parámetros de crecimiento en longitud fueron: $L_{\infty} = 450$ mm, $K = 0,26$ año⁻¹ y $t_0 = 0,13$, lo que sugiere que se trata de una especie de vida larga y crecimiento moderadamente rápido. Los parámetros de crecimiento en longitud de *D. volitans* indican que aunque presenta un rápido crecimiento en los primeros años necesita mucho tiempo para alcanzar su longitud asintótica.

Palabras clave: Cubagua, otolitos, pez volador, crecimiento.

ABSTRACT

A total of 345 samples of *Dactylopterus volitans*, which were collected monthly from March 2002 to March 2003 around the Cubagua Island, Nueva Esparta state were examined. In these organisms were estimated ages using the growth rings and the total radius of the sagittal otoliths (direct method). The population consisted of a range of total length ranging from 71 to 363 mm, with the highest percentage for size class 120 and 200 mm. Growth parameters of the curve in length were determined using von Bertalanffy model. The counting of annual rings in otoliths, allowed establishing four age groups. The calculation of marginal increases in monthly growth of otoliths, presented the highest values in June and October and the lowest December 2002, January, February and March 2003. The length growth parameters were: $L_{\infty} = 450$ mm, $K = 0.26$ years⁻¹ and $t_0 = 0.13$, suggesting that it is a kind of long life and moderately rapid growth. The growth parameters in length *D. volitans* indicate that although you have a rapid growth in the first years take long to reach its asymptotic.

Key words: Cubagua, otoliths, sailfish, growth

INTRODUCCIÓN

La especie *Dactylopterus volitans* se conoce comúnmente como pez volador y se caracteriza por presentar el cuerpo alargado y ancho anteriormente cubierto con escamas fuertes a modo de pequeños escudetes; preopérculo prolongado posteriormente en una espina larga y aguda que sobrepasa el origen de las aletas pélvicas; boca pequeña situada en posición inferior, por debajo y por detrás del escudete rostral (Cervigón, 1991). Además, posee huesos cefálicos grandes y superficiales con espinas.

Las aletas pectorales son sumamente largas y amplias y llegan hasta el origen de la caudal en los adultos las cuales le permiten ir planeando por el fondo marino en busca de alimento para huir de sus posibles depredadores (Crespo y Ponce, 2003). La aleta dorsal tiene las dos primeras espinas muy juntas entre sí y no están unidas por membranas. *D. volitans* es un pez bentónico que habita fondos arenosos o fangosos en aguas costeras y se alimenta principalmente de crustáceos bentónicos, especialmente cangrejos, almejas y peces pequeños. Se distribuye a ambos lados del Atlántico, en las costas de América, desde Massachusetts hasta Argentina, en Venezuela se encuentra en casi todas las costas del país (Scott y De Scott, 1988).

En Venezuela es escasa la información que se tiene sobre la ecología y biología de esta especie. No obstante, últimamente ha habido un incremento progresivo en la explotación incidental de *D. volitans* para su consumo por parte de los pescadores, debido a la calidad de su musculatura, por lo que se le ha considerado como una especie de interés comercial. Las referencias que se tienen sobre la especie, corresponden a la isla de Cubagua, en este sentido, Ruíz *et al.* (2007) analizaron la estructura comunitaria, reportando que *D. volitans* representa uno de los grupos más importantes y abundantes en la zona; por su parte, Lanza *et al.* (2012), señalaron que la población de este pez, está representada principalmente por organismos adultos, con una relación talla-peso de tipo lineal con una excelente condición fisiológica.

El crecimiento en los peces, se evalúa en función al tamaño corporal, particularmente en las marcas presentes en las estructuras duras

denominadas otolitos y mediante el recuento de los anillos, se obtiene el registro de la historia del crecimiento de un pez (Tavares, 2001; Araya y Cubillos, 2002). Los otolitos de los teleósteos son cuerpos policristalinos, cuya función es intervenir en la percepción del sonido y en el equilibrio. En la mayoría de los peces el par de *sagittas* es el de mayor tamaño y fácil acceso, por lo tanto la mayoría de los trabajos se han realizado con estas estructuras. De forma general, se han reportado investigaciones sobre el análisis de los otolitos en estudios paleontológicos (Campana y Neilson, 1985) para conocer de ecología trófica (Mollo, 1981), diferenciación de stocks (Tuset *et al.*, 2010), edad y crecimiento (Morales-Nin, 2000; Teixeira, 2008) e incluso estudios de bioindicadores y construcciones de patrones de migración (Volpedo y Fuchs, 2010; Tuset *et al.*, 2010).

La determinación de la edad y crecimiento en los peces es un paso fundamental en el esclarecimiento de la biología de las especies y para la adecuada ordenación pesquera; ya que permite obtener otros datos básicos, tales como: estructura de edad de la población, frecuencias de desove, edad de la primera madurez, respuestas individuales y poblacionales frente a cambios en el hábitat y otros. En base a ello, se creyó conveniente la realización de la presente investigación, de manera de incrementar el conocimiento sobre la biología de *D. volitans*, que hasta ahora ha sido escasa, para que en un futuro pudiera servir de base para abordar aspectos relacionados con la pesquería del mismo dado a su gran interés comercial. En este sentido, se estimó la edad y parámetros de crecimiento de la especie, mediante el análisis de los otolitos en el período de marzo 2002 a marzo 2003.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron muestreos mensuales para la captura de *D. volitans* (Figura 1) durante 1 año (marzo 2002-2003), en los alrededores de la isla de Cubagua, estado Nueva Esparta, Venezuela; en el área comprendida entre 10°49'30"N y los 64°10'0"O, utilizando como arte de pesca un chinchorro playero de 80 m de largo por 5 m de alto con abertura de malla de ¼ de pulgada. Una vez obtenidos los ejemplares, fueron etiquetados



Figura 1. Ejemplar de *Dactylopterus volitans*.

y se colocaron en cavas con hielo, para su posterior traslado al laboratorio, donde fueron identificados con las claves proporcionadas por Cervigón (1991).

A cada individuo se le determinó la longitud total (L_t) con un ictiómetro marca Wilco, con una apreciación de 1mm; y la masa total, mediante el uso de una balanza electrónica, marca Sartorius, con una apreciación de 0,01g y 1000g de capacidad máxima. Posteriormente, fueron extraídos los otolitos mediante un corte a nivel de los huesos de la parte posterior del parasenoide y proóticos. Después fueron lijados hasta que el área nuclear fue expuesta, luego fueron aclarados en aceite de inmersión durante 48 horas, seguidamente limpiados, pulidos y sumergidos en xilol para la lectura de los anillos anuales de crecimiento mediante observación al microscopio óptico (FAO 1982). También, se tomó la medida del radio total y las distancias comprendidas entre el centro del núcleo al extremo de la región caudal y anillos hialinos mediante una escala micrométrica de 10 divisiones usando un objetivo de 10x.

Con el propósito de validar los anillos como indicadores del crecimiento, fue utilizado el incremento marginal (IM) de la estructura dura seleccionada (González y Mengual, 1995; González y Eslava, 1999), a través de la relación: $IM = R_n / R_{n-1}$; donde R_n es la distancia (mm) desde el borde del último anillo hasta el borde de la estructura y R_{n-1} la distancia (mm) desde el borde del penúltimo anillo hasta el borde de la estructura. Los datos del IM por mes fueron analizados mediante estadística

descriptiva determinándoseles el promedio (\bar{X}), la desviación estándar (S), mínimo y máximo.

Para calcular la longitud del pez a edad pretérita se estimó primero, la relación radio total de la estructura (Y) vs longitud total del pez (X), mediante la ecuación de regresión lineal según Sokal y Rohlf (1981), luego se aplicó la fórmula de Lee (Mengual, 1990). $L = \frac{r}{R}(L - a) + a$; donde: L_i = Longitud total del pez a edad pretérita o al anillo hialino X , r_i = Longitud del radio parcial o anillo hialino X , R_t = Longitud del radio total de la estructura, L_t = Longitud total del pez en el momento de la captura, a = intersección de la recta con la ordenada. Posteriormente se elaboró una clave edad-talla con las longitudes medias de L_i (Sparre y Venema, 1995).

Estimación de los parámetros de crecimiento

Para determinar la relación longitud-edad se graficó los valores promedios de las longitudes totales de las estructuras a distintos grupos de edad, los cuales se ajustaron a través de la ecuación de crecimiento en longitud de von Bertalanffy (Csirke, 1980). $L = L_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]$ donde: t = edad, L_t = longitud del pez en la edad t , L_{∞} = longitud asintótica o la longitud máxima que el pez puede alcanzar, K = coeficiente instantáneo de crecimiento, t_0 = constante, que representa la edad que debe tener el pez para que su longitud o masa sea igual a cero y e = base de logaritmos neperianos.

El L_{∞} se calculó mediante el método gráfico de Gulland y Holt (Sparre y Venema (1995): $\frac{\Delta L(t)}{\Delta t} = K L_{\infty} - K L(t)$; donde: $\Delta L(t) =$

variación de la longitud y representa el recorrido de las tallas desde $L(t)$ la edad t hasta $L(t + \Delta t)$. Δt = variación de la edad, K = constante de crecimiento, L_{∞} = longitud máxima teórica que puede alcanzar el pez, $L(t)$ = talla media. Usando $L(t)$ como variable independiente y $\frac{\Delta L}{\Delta t}$ como variable dependiente, la ecuación anterior se transforma en una regresión lineal $\frac{\Delta L}{\Delta t} = a + b L(t)$. Por lo tanto el parámetro L_{∞} se obtuvo de: $L_{\infty} = -\frac{a}{b}$; $K = -b$. La estimación de los parámetros k y t_0 se hizo mediante el método gráfico de von Bertalanffy (Sparre y Venema, 1995).

La ecuación de crecimiento se puede expresar también como: $-\ln(L_{\infty} - L(t)/L_{\infty}) = K(t - t_0) - K$ con la edad t como variable independiente y el lado izquierdo como variable dependiente, la ecuación define una regresión lineal, en que K representa la pendiente ($K=b$) y el intercepto ($a = Kt_0$) resultando $t_0 = -\frac{a}{b}$. Una vez hechas las estimaciones preliminares, se realizó un ajuste no lineal de la función de von Bertalanffy, utilizando estos valores como estimaciones iniciales; para esto se utilizó el programa Statgraphic Centurion XVI. La curva de crecimiento en masa se obtuvo según Csirke (1980) a partir de los valores de los parámetros de crecimiento en longitud de von Bertalanffy y la relación longitud-masa. $P = P_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]^b$; donde: P = masa del pez a la edad t , P_{∞} = masa máxima teórica que puede alcanzar el pez y b = coeficiente de relación longitud-masa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los ejemplares de *D. volitans* presentaron una longitud total promedio de 201,73 mm, con una talla mínima (71 mm) para el mes de junio 2002 y una máxima (363 mm) para febrero 2003; mientras que la masa promedio fue de 114,44 g oscilando entre 4,87 g en junio 2002 y 580,90 g en el mes de febrero 2003 (Figuras 2 y 3). Estos resultados son superiores a los encontrados por Cervigón (1991), quien reportó tallas promedio de 318 mm y masa con promedios de 333 g para la misma especie. Las diferencias de masas observadas en una misma especie pueden estar relacionadas con las condiciones ambientales y al uso de la energía durante los procesos reproductivos, ya que los aumentos y descensos de la biomasa en los organismos han sido relacionadas con la formación y pérdida de gametos; en base a ello, puede suponerse que en *D. volitans* los períodos de enflaquecimiento están asociados a los desoves y los de engorde con la madurez.

Los estudios sobre edad y crecimiento de peces son esenciales en la evaluación pesquera y en los modelos de dinámica de poblaciones, tanto en los trópicos como en cualquier otra zona. La relación entre la edad y el crecimiento con la abundancia, a menudo se usa para determinar la producción íctica y, por lo tanto, son factores importantes en la gestión o manejo de las pesquerías (Morales, 1991).

La determinación de las tasas de crecimiento hoy en día es importante, ya que a través de esta variable se pueden obtener resultados sobre la

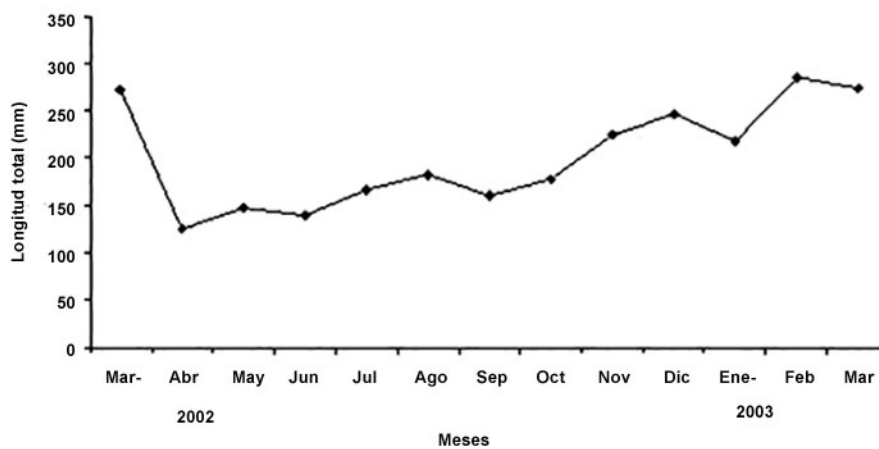


Figura 2. Variación mensual de la longitud total (Lt) en ejemplares de *D. volitans* de la isla de Cubagua.

selectividad o no del arte de pesca empleado y de la condición fisiológica de la especie. En el caso de *D. volitans*, aun cuando no posee ningún tipo de regulación pesquera (González *et al.*, 2006), los datos no reflejan diferencias tan grandes en tallas de captura.

Los datos generados, se corresponden con una población estable desde un punto de vista pesquero, por ello, es necesario tomar en cuenta que para los modelos de control, explotación y manejo de recursos pesqueros es indispensable el estudio de la edad que es de gran utilidad para solucionar ciertos problemas de su biología, ya que obteniendo información sobre la composición demográfica del stock se puede

comprender mejor su dinámica poblacional, la cual es importante en la administración de los recursos pesqueros.

El recuento de los anillos de crecimiento en otolitos, permitió establecer cuatro grupos de edades (1⁺, 2⁺, 3⁺, 4⁺). El radio total del ótolito sagital osciló entre 0,562 y 1,383 mm, con una media de 0,900 mm en septiembre 2002 y 1,188 mm en febrero 2003 y una variación por grupo de edad entre 0,615 mm (1) y 1,210 mm (4); se observó que la cara externa del ótolito, presentó una superficie con pocas concreciones calcáreas lo cual facilitó la lectura de los anillos anuales (Figura 4). Las clases de edades dominantes fueron las de 2 y 3 años (Cuadros 1 y 2).

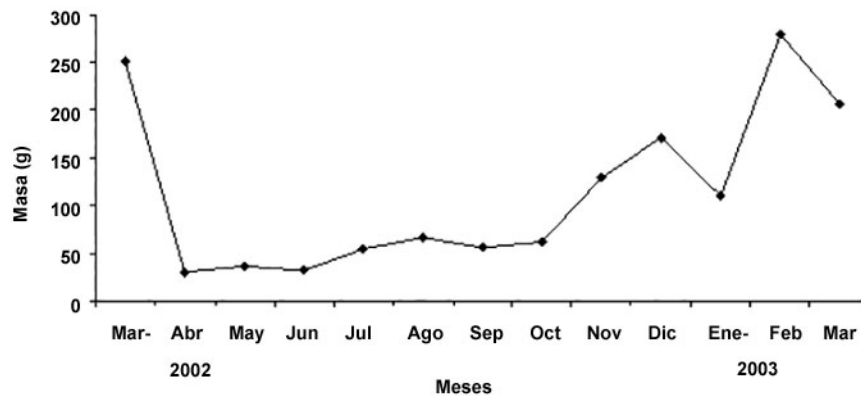


Figura 3. Variación mensual de la masa en ejemplares de *D. volitans* de la isla de Cubagua.

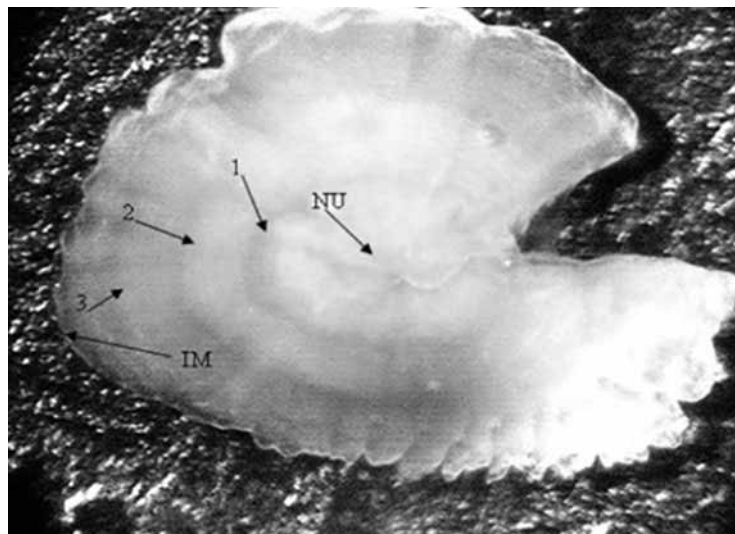


Figura 4. Otolito *sagitta* de *D. volitans*, mostrando anillos crecimiento. NU: núcleo, 1,2,3 edades. IM: incremento marginal.

Cuadro 1. Resumen estadístico del radio total (Rt) del ótolito sagital de *D. volitans* de la isla de Cubagua.

Meses	Rt (mm)		Intervalo		
	X	N	Min	Máx	S
Mar-02	1,169	19	1,003	1,376	0,093
Abr	0,720	27	0,608	1,359	0,211
May	0,784	8	0,661	0,892	0,072
Jun	0,953	10	0,900	1,012	0,036
Jul	0,928	10	0,604	1,175	0,225
Ago	0,967	11	0,777	1,080	0,081
Sep	0,901	20	0,562	1,131	0,196
Oct	0,944	18	0,700	1,120	0,123
Nov	1,070	5	0,969	1,162	0,087
Dic	1,107	4	0,973	1,188	0,099
Ene-03	1,042	4	1,015	1,076	0,026
Feb-03	1,188	6	1,054	1,383	0,107
Mar-03	1,021	8	1,188	1,229	0,015

N: tamaño de la muestra; Min: mínimo; Máx: máximo; X: promedio; S: desviación estándar.

Cuadro 2. Radio total promedio del otolito (Rt) registrado para cada grupo de edad de *D. volitans* de la isla de Cubagua, Venezuela.

Grupos de Edad	Rt (mm)				Rango de Lt observadas (mm)		Lt (mm)
	X	N	%	S	Min.	Máx.	X
1+	0,615	30	20,0	0,024	71,2	127,4	87,02
2+	0,912	51	34,0	0,079	110,3	205,9	170,71
3+	1,074	41	27,4	0,065	198,7	240,1	227,41
4+	1,210	28	18,6	0,069	230,2	363,5	281,43

En la Figura 5, se puede observar la variación mensual del incremento marginal (IM) del ótolito de *D. volitans* en la cual se puede apreciar que los más altos valores se registraron para los meses de junio y octubre 2002, mientras que en diciembre 2002, enero, febrero y marzo 2003 se obtuvieron los valores más bajos, lo que sugiere que el anillo hialino se forma en estos meses. La formación de estos anillos generalmente está asociado con una disminución en el crecimiento,

posiblemente relacionado con la escasez de alimento, cambios bruscos en las condiciones ambientales y gastos de energía durante la maduración de las gónadas (Penha *et al.*, 2004). Tolentino y Mendoza (2001) destacan que las variaciones observadas en el IM, pueden ser consecuencia de la variabilidad intrínseca de la población; así como el desove, metabolismo y cambios de residencia o ambientales como temperatura, salinidad, luz y alimento.

El análisis de regresión (Figura 6) entre la longitud total (Lt) de la especie y el radio total (Rt) del ótolito evidenció que existe una relación lineal y positiva cuya expresión fue $LT = 0,0031 + 0,3734 \cdot RT$ con un elevado coeficiente de correlación de 0,93, demostrándose la relación positiva entre el tamaño de la estructura y del pez. Los resultados encontrados en éste trabajo reflejan que conforme aumenta la talla de los ejemplares aparecen diferencias en los parámetros alométricos, este hecho pone en evidencia que muy probablemente existan cambios en la morfometría y morfología de los otolitos según la ontogenia del organismo. En este contexto los otolitos son importantes para identificar la estructura poblacional, ya que en

ellos se observan registros de todo lo que pasa en la historia de vida de los peces (Morales, 1991).

El alto coeficiente de correlación obtenido, satisface la premisa básica de isometría que debe existir entre las tasas de crecimiento del pez y alguna de sus estructuras duras (Pinto *et al.*, 2004), lo que indica que el crecimiento alométrico lineal del otolito, se deba probablemente a la presencia del fenómeno de Lee (1920), que consiste en un análisis retrospectivo o retrocálculo; esta técnica permite extraer dicha información mediante varias medidas tomadas del organismo para inferir su longitud en una o varias etapas precedentes. Específicamente,

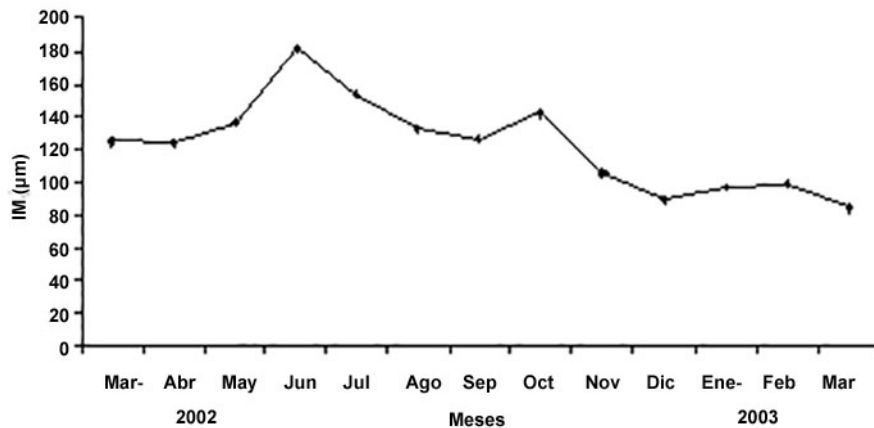


Figura 5. Variación mensual del incremento marginal (IM) de *D. volitans* de los alrededores de la isla de Cubagua.

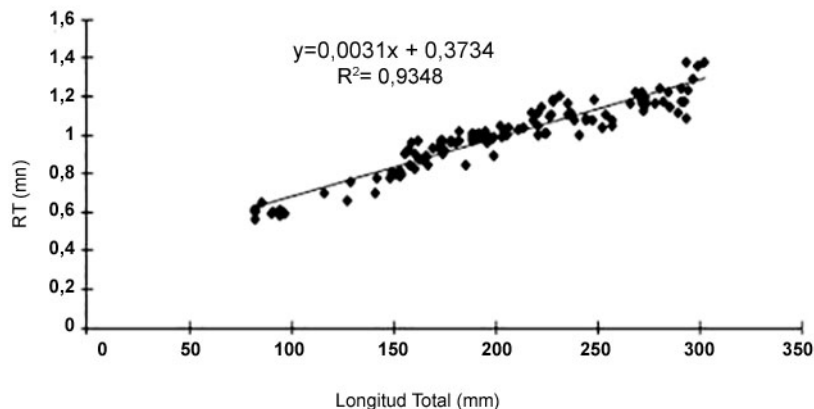


Figura 6. Relación entre la longitud total (Lt) del pez y el radio del otolito (RT), de *D. volitans* de la isla de Cubagua, Venezuela.

se usan las dimensiones de las marcas de crecimiento de la estructura dura, junto a la longitud del cuerpo al momento de la captura, para estimar la longitud al tiempo de formación de cada una de estas marcas. También se basa en el supuesto de que “El incremento de crecimiento del otolito es, en promedio, una proporción constante del incremento de crecimiento del pez” (Francis, 1990).

Las estimaciones de las longitudes a edades pretéritas (Cuadro 3) presentaron un promedio de 100,45 mm de Lt para el grupo de edad 1; 160,15 mm, grupo de edad 2; 212,51 mm, grupo de edad 3 y 258,80 mm, grupo de edad 4. Aunque se establecieron 4 grupos de edades en este estudio, un solo ejemplar presentó siete (7) anillos con un Lt de 363 mm.

La relación longitud-edad se estableció obteniéndose tallas promedio de 87,07 mm; 170,67 mm; 226, 86 mm y 281,43 mm para los

grupos de edades 1+, 2+, 3+ y 4+, respectivamente; indicando además que a mayor tiempo en edad menor es la variación de la talla (Cuadro 4). Por otra parte, se obtuvo una longitud asintótica de 462,7 y un K de 0,24 año⁻¹

El crecimiento relativo instantáneo (K) obtenido mediante el gráfico de von Bertalanffy revela que este parámetro aumenta a medida que se incrementa la talla media de *D. volitans*, siendo mayor para el cuarto grupo de edad con 0,98; to de 0,15 y un K de 0,25 año⁻¹ (Cuadro 5). El parámetro K se relaciona con la tasa metabólica del pez. Comúnmente las especies pelágicas son más activas que las especies demersales y poseen valores de K más alto. Así, la tasa metabólica igualmente tienen relación con la temperatura: los peces tropicales poseen valores de K más altos que los peces de agua fría (Sparre y Venema, 1995).

Cuadro 3. Promedio de las longitudes totales (Lt) para cada grupo de edad en el momento de captura, calculados a partir de las medias de anillos hialinos de otolitos de *D. volitans* en la isla de Cubagua.

Grupos de edad	N	Lt (mm)	L1	L2	L3	L4
I	30	87,07	71,09			
II	51	170,71	99,98	142,86		
III	41	227,41	110,18	161,62	199,93	
IV	28	281,43	120,56	175,97	225,08	258,80
Promedios	150	191,66	100,45	160,15	212,51	258,80

L1, L2, L3 y L4= promedios de las longitudes pretéritas estimadas según la ecuación de Mengual (1990).

Cuadro 4. Datos para efectuar el Gráfico de Gulland y Holt para obtener la longitud asintótica (L_{∞}), de *D. volitans* de la isla de Cubagua.

t	L(t)	ΔL_t	$[L(t+\Delta t)+L(t)]/2$
1	87,07	83,61	128,87
2	170,67	56,18	198,77
3	226,86	54,58	254,15
4	281,44		

t = tiempo en edad; L(t)= talla media; ΔL_t = variación de la talla.

El ajuste no lineal de la ecuación de von Bertalanffy reveló resultados similares a los obtenidos mediante el método de Gulland y Holt, donde los valores de los parámetros poblacionales fueron $L_{\infty} = 455,18$ mm; $K = 0,26$ por año y $t_0 = 0,17$ años, sugiriendo que la especie es de larga vida (Cuadro 6).

Los valores obtenidos de los parámetros poblacionales en este estudio señalan que *D. volitans* es una especie de crecimiento rápido durante los primeros años de vida y necesita muchos años para alcanzar la longitud asintótica ya que presenta un $L_{\infty} = 450,38$ con un $K = 0,25$ (Cuadro 6), lo que significa también que puede alcanzar grandes longitudes; esto relacionado con las condiciones climáticas propias del nororiente de Venezuela para el desarrollo de las especies. No existen reportes sobre estos parámetros en especies de la misma familia.

Existen trabajos en otros peces óseos tropicales donde se han determinados parámetros poblacionales, tales como los realizados por Guzmán y Gómez (2000) quienes señalaron valores de $K = 0,39$ año⁻¹ y de $L_{\infty} = 755$ para *Lutjanus vivanus* de la isla La Blanquilla del nororiente de

Venezuela. Cansio *et al.* (2006), reportaron en *Micropogonias furnieri* en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe Colombiano valores de L_{∞} que variaron entre 33,3 y 37,4 cm, mientras que K fluctuó entre 0,35 y 0,47 año⁻¹; con un índice de desempeño que osciló entre 2,67 y 2,73 y en *Haemulon steindachneri* al suroeste de la isla de Margarita presentó valores con el método de los otolitos de $L_{\infty} = 231$ mm y $K = 0,569$ año⁻¹ (Morales y González, 2010), Sabido *et al.* (2011), obtuvieron en *Pterois volitans* del Caribe Mexicano estimaciones de $K = 0,50$ y $L_{\infty} = 337,2$ mm para hembras y para machos de $K = 0,34$ y $L_{\infty} = 396,0$ mm, concluyendo que los machos al tener un K menor, pueden alcanzar longitudes mayores, comparándose con las hembras que al principio tiene un crecimiento rápido, pero conforme llega a su edad adulta, su crecimiento disminuye ya que las hembras utiliza un 12,6% de su energía total a consecuencia de la producción de gametos.

Probablemente estas variaciones entre años y localidades de la tasa de crecimiento en diferentes especies podrían ser atribuidas a diferencias de temperatura y disponibilidad de alimento, esto si se considera que el parámetro de crecimiento

Cuadro 5. Datos para estimar el crecimiento relativo instantáneo (K) y edad del pez para que su longitud o masa sea igual a cero (t_0) mediante el gráfico de von Bertalanffy.

t	L(t)	$-\ln(1 - Lt/L_{\infty})$
1	87,066	0,215
2	170,673	0,477
3	226,857	0,701
4	281,440	0,982

Cuadro 6. Resumen del ajuste no lineal de los parámetros poblacionales de *D. volitans*, de la isla de Cubagua, Venezuela.

	L_{∞}	Intervalo		K	Intervalo		t_0	Intervalo	
		Min	Máx		Min	Máx		Min	Máx
Datos agrupados	455,18	264,95	645,05	0,26	-0,0006	0,53	0,17	-0,71	1,05
Datos totales	450,38	361,56	538,44	0,25	0,16	0,34	0,13	-0,03	0,29

K se relaciona con la tasa metabólica del pez y esta a su vez con la temperatura (Sparre y Venema, 1995). En el caso de Venezuela, las variaciones de temperatura y disponibilidad de alimento estarían relacionadas con los eventos de surgencias, alta productividad y producción biológica de los diferentes ecosistemas de la plataforma continental del nororiente del país (Guzmán y Gómez, 2000).

Las especies de vida corta alcanzan L_{∞} en uno o dos años y tienen un valor alto de K ; no obstante, existen otras especies que tienen una curvatura de crecimiento aplanada con un K bajo y necesitan muchos años para alcanzar L_{∞} (Barreto, 1996), este parece ser el caso de *D. volitans* por lo que se recomienda realizar estudios de crecimiento utilizando métodos indirectos de frecuencia de tallas.

Generalmente, los valores de K son inversos al L_{∞} , pero, es posible encontrar en especies diferentes pero de un mismo género valores de K aproximadamente iguales, aunque el L_{∞} sea numéricamente diferente (Mateus y Penha, 2007). En este sentido, el coeficiente de crecimiento (K), de la ecuación de von Bertalanffy, guarda cierta proporcionalidad con la mortalidad natural de la población, es decir, un pez que alcanza la longitud asintótica rápido (K elevado), es probable que tenga una mortalidad natural elevada, mientras que un pez que crece lentamente (K bajo), es posible que tenga una baja mortalidad natural.

El recuento de los anillos de crecimiento en *D. volitans* muestra que su tasa de incremento de longitud es acelerada durante sus primeros años de edad y luego se estabiliza, alcanzando una talla asintótica de 450,38 mm, también se observa que la especie necesitaría mucho tiempo para alcanzar su longitud máxima teórica (Figura 7).

Por otra parte, existen factores ambientales, como la temperatura y la abundancia de alimento, que influyen sobre la curva de crecimiento, es decir, una especie puede tener sus propios parámetros medios de crecimiento, pero éstos pueden variar por las características del área donde se desarrolla la población. Al observar la curva de crecimiento en longitud de *D. volitans*, se puede verificar fácilmente lo establecido para las zonas tropicales en la cual la mayoría de los peces tienen una tasa de crecimiento muy alta durante el primer año de vida y alcanzan de 25 a 50% de su longitud máxima. Esto también se ha evidenciado en otras especies de peces tropicales como *Lutjanus griseus* (Claro, 1983) y en *Haemulon scirus* (García-Arteaga, 1992), quienes pudieron verificar el crecimiento rápido de los ejemplares durante sus primeros años de vida como lo es característico de estas zonas tropicales.

En este estudio, a partir de los valores de los parámetros de crecimiento en longitud y la relación longitud-peso (Figura 8), se observa que esta especie aumenta la longitud a medida que se incrementa la edad (Cuadro 7).

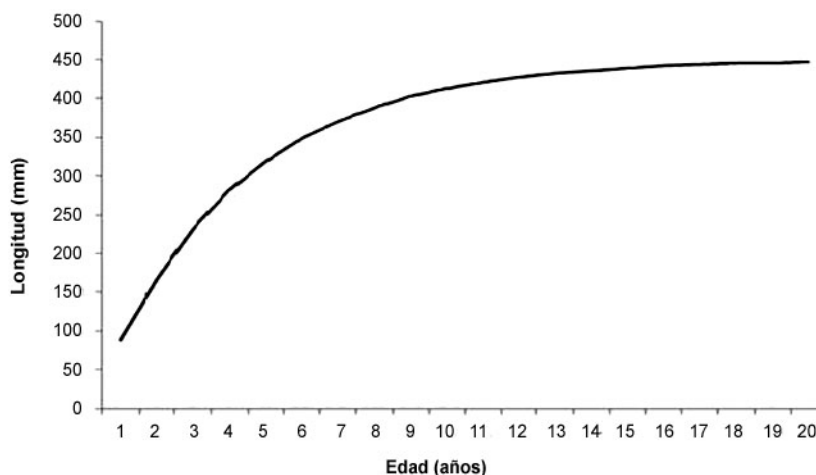


Figura 7. Curva de crecimiento en longitud, estimada de acuerdo a los parámetros poblacionales de *D. volitans* de la isla de Cubagua.

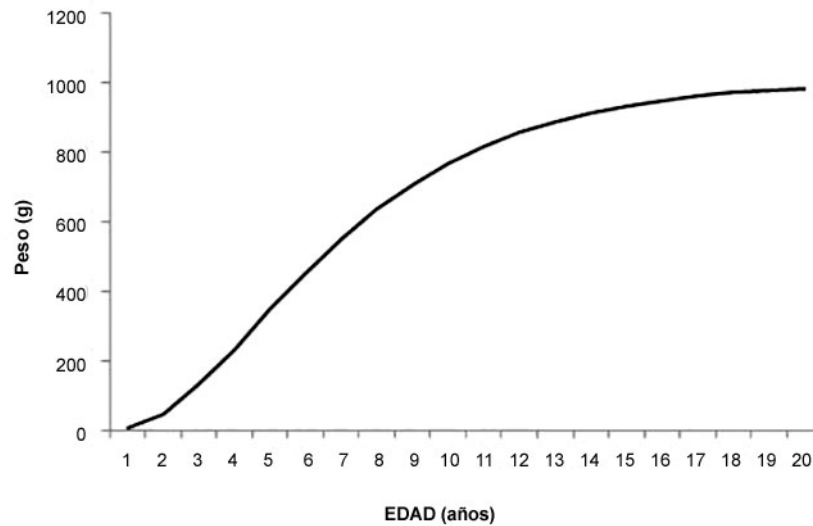


Figura 8. Curva de crecimiento en peso estimada a partir de los valores de los parámetros poblacionales de *D. volitans* de la isla de Cubagua.

Cuadro 7. Estimación del peso teórico a partir de los valores de los parámetros de crecimiento en longitud de von Bertalanfy y la relación longitud-edad de *D. volitans* de la isla de Cubagua, Venezuela.

Edad	Lt	Pt
1	87,468	7,241
2	168,702	51,408
3	231,740	132,573
4	280,658	234,771
5	318,618	342,797
6	348,075	446,300
7	370,934	539,577
8	388,673	620,281
9	402,438	688,159
10	413,120	744,110
11	421,409	789,553
12	427,841	826,061
13	432,833	855,152
14	436,706	878,191
15	439,712	896,350
16	442,044	910,613
17	443,854	921,784
18	445,259	930,516
19	446,349	937,329
20	447,195	942,639

CONCLUSIONES

La estructura de tallas estuvo constituida principalmente por organismos que oscilaron entre 120 y 200 mm de longitud total que representaron el 65% del total de la población.

El recuento de los anillos anuales permitió establecer cuatro grupos de edades lo cual constituye un buen indicador del crecimiento somático, indicando que los peces capturados tendrían entre 1 y 4 años de edad.

Los parámetros de crecimiento en longitud de *D. volitans* indican que aunque presenta un rápido crecimiento en los primeros años es una especie de larga vida y necesita mucho tiempo para alcanzar su longitud asintótica.

LITERATURA CITADA

- Araya, M and L. Cubillos. 2002. The retrospective analysis of the growth in fish and their associated problems. *Gayana (Concepción)*, 66 (2):161-179.
- Barreto, C. 1996. Edad y Crecimiento de *Haemulon stendachneri*, capturados en la costa norte del estado Sucre, Venezuela. Tesis de Grado. Licenciatura en Biología. Universidad de Oriente, Venezuela. 88 p.
- Campana, S and J. Neilson. 1985. Microstructure of fish otoliths. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42 (5): 1014-1032.
- Cansio, E., J. Narváez y J. Blanco. 2006. Dinámica poblacional del Coro coro *Micropogonias furnieri* (pisces: sciaenidae) en la ciénaga grande de Santa Marta, Caribe colombiano. *Bol. Invemar*, 1: 37-58.
- Cervigón, F. 1991. Los Peces Marinos de Venezuela. Vol. I. Fundación Científica Los Roques, Caracas., 425 p.
- Claro, R. 1983. Ecología y ciclo de vida del caballero *Lutjanus griseus* (Linnaeus) en la plataforma Cubana II. Edad y crecimiento, estructura de las poblaciones, pesquerías. *Rep. Invest. Inst. Ocenol. Acad. Cienc. Cuba*, 8: 1-28.
- Crespo, J. y R. Ponce. 2003. Nombres vernáculos y Científicos de organismos marinos. Ministerio de Ciencia e Innovación. CSIC. 98 p.
- Csirke, J. 1980. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. F.A.O. Documentos técnicos de pesca. Roma, Italia, (192): 82 p.
- F.A.O. 1982. Report of technical consultation on methodologies used for fish age – reading. F. A. O Rapp/ F. A. O Fish. Rep. 257: 104 p.
- Francis, R. 1990. Back-calculation of fish length: a critical review. *J. Fish Biol.* 36:883-902.
- García-Arteaga, J. 1992. Edad y crecimiento del ronco amarillo, *Haemulon scirus* (Shaw) (Pisces: Haemulidae) en el Golfo de Batabano, plataforma suroccidental de Cuba. *Cien. Biol.*, 25: 104 – 116.
- González, L., N. Eslava y F. Guevara. 2006. Catálogo de la pesca artesanal del estado Nueva Esparta, Venezuela. Radoca, Cumaná, Venezuela. 222 p.
- González, L. y A. Mengual. 1995. Edad y crecimiento del machuelo *Opisthonema oglinum* (Le Sueur 1818) (Teleostei: Clupeidae) de la Isla de Margarita, Venezuela. *Ciencias Marinas* 21: 387-399.
- González, L. y N. Eslava. 1999. Edad y crecimiento del pargo colorado *Lutjanus purpureus* Poey, 1867 (Teleostei: Lutjanidae) de la región oriental de Venezuela. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* 34: 99-107.
- Guzmán, R. y G. Gómez. 2000. Parámetros poblacionales de *Lutjanus vivanus* en isla la Blanquilla nororiente de Venezuela. *Zootecnia Trop.* 18(3):287-300.
- Lanza, N., Y. Longart., V. Acosta y B. Parra. 2012. Biometría del volador *Dactylopterus volitans* (Linnaeus; 1758) (Pisces:Dactylopteridae) de los alrededores de la isla de Cubagua, Venezuela. *Zootecnia Trop.* 30(4): 369-381.
- Lee, R. 1920. A review of the methods of age and growth determination in fishes by means of scales. *Ministry of Agriculture and Fishery Investigations* 4: 19-28.
- Mateus, L y J. Penha. 2007. Dinâmica populacional de quatro espécies de grandes bagres na bacia do rio Cuiabá, Pantanal

- norte, Brasil (Siluriformes, Pimelodidae). Rev. Bras. Zool. 24(1): 87-98.
- Mengual, M. 1990. Determinación de la edad y crecimiento del machuelo *Opisthonema oglinum* LE SEUR, 1818 (Pisces: Clupeidae) de la Isla de Margarita, Venezuela. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, 64 p.
- Mollo, S. 1981. Otolitos de peces de la Laguna Chascomús (Provincia de Buenos Aires). Análisis y consideraciones para su identificación en estudios tróficos. Limnobiós, 2(4):253-263.
- Morales, B. 1991. Determinación del crecimiento de peces óseos en base a la microestructura de los otolitos. FAO Documento Técnico de Pesca No. 322. Roma, Italia. 58 p.
- Morales, M. y L. González. 2010. Edad y Crecimiento del pez *Haemulon steindachneri* (Perciformes: Haemulidae) en el suroeste de la Isla de Margarita, Venezuela. Rev. Biol. Trop. 58 (1): 299-310.
- Morales-Nin, B. 2000. Review of the growth regulation processes of otolith daily increment formation. Fish. Res. 46: 53-67.
- Penha, J., F. Mateus and G. Barbieri. 2004. Age and growth of the porthole shovelnose catfish (*Hemisorubim platyrhynchos*) in the Pantanal. Braz. J. Biol. 64(4): 833-840.
- Pinto, M., M. Ximenes e A. Fonteles. 2004. Idade e crescimento do badejo-mira, *Mycteroperca rubra* (Bloch 1793), no sudeste do Brasil. Rquivos de Ciências do Mar 37: 7-14.
- Ruíz, L., B. Parra y A. Prieto. 2007. Estructura comunitaria de peces en dos localidades de la costa norte de la Isla de Cubagua, Venezuela. Ciencia, 15 (4): 398-409.
- Sabido, M., J. Gómez., A. Medina., M. García., y W. Hadad. 2011. Dinámica Poblacional del Pez León (*Pterois volitans*) en El Parque Nacional Arrecifes de Xcalak (PNAX), Quintana Roo, Caribe Mexicano. GCFI, 64:67-74.
- Scott, W. y M. De Scott. 1988. Peces Del Atlántico de Canadá. Puedo. Bull. Fish. Aquat. Sci. 219:205-233 p.
- Sokal, R. y F. Rohlf. 1981. Biometría: principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. Editorial Blume, Madrid, España. 832 p.
- Sparre, P. y S. Venema 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte I. FAO. Doc. Téc. Pesca. 306 (1): 420.
- Tavares, R. 2001. Estudio sobre la biodiversidad de tiburones en el Parque Nacional Archipiélago Los Roques. Informe técnico final para la oficina de diversidad biológica del Ministerio del Ambiente y de Los Recursos Naturales. Fundación Científica Los Roques, Venezuela. 44 p.
- Teixeira, C. 2008. Crescimento, idade e mortalidade do congro rosa *Genypterus brasiliensis* (Regan, 1903) na região sudeste e sul do Brasil. Tesis Doctorado. Instituto de Pesca, Sao Paulo. 60 p.
- Tolentino, V y C. Mendoza. 2001. Edad y crecimiento del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith 1834) en el pacífico central de México. Ciencias Marinas 27(4): 501-520.
- Tuset, V., S. Piretti., A. Lombarte and J. González. 2010. Using Sagittal otoliths and eye diameter for ecological characterization of deep sea fish: *Aphanopus carbo* and *A. intermedius* from Atlantic waters. Sci. Mar. 74: 807-814.
- Volpedo, A y D. Fuchs. 2010. Ecomorphological patterns of the *lapilli* of Paranoplatense Siluriforms (South America). *Fish Res.* 102:160-165.

Desempenho e rendimento de carcaça e partes de três diferentes linhagens de codornas

Performance and carcass yield and parts of three different quails strains

Desempeño y rendimiento en carcasa y piezas de tres diferentes líneas de codornices

Daiane de Oliveira Grieser*, Simara Márcia Marcato, Antonio Claudio Furlan, Vittor Zancanela, Eliany Batista, Ana Paula Silva Ton, Taynara Prestes Perine e Caroline Espejo Stanquevis

Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Zootecnia. Maringá, Paraná, Brasil.

*Correio eletrônico: daiane33333@gmail.com

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho e o rendimento da carcaça e partes (asa, coxa e sobrecoxa, dorso e peito) de machos e fêmeas de uma linhagem de codornas de corte (*Coturnix coturnix sp.*) e duas linhagens de codornas de postura (*Coturnix coturnix japonica*) denominadas amarela e vermelha. Foram utilizadas 1.350 aves, de um a 42 dias de idade, distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, com cinco repetições para cada linhagem. As aves foram alimentadas *ad libitum* com dietas formuladas para atender as suas exigências nutricionais. O desempenho foi avaliado semanalmente e o rendimento da carcaça e partes aos 35 e 42 dias de idade. A linhagem de corte apresentou maior peso vivo, ganho médio de peso, conversão alimentar, biomassa corporal acumulada de um a 14 dias de idade, rendimento de carcaça aos 35 dias e de peito aos 35 e 42 dias de idade. Dentre as codornas de postura, a vermelha obteve melhores resultados para ganho de peso, conversão alimentar e rendimento de asa aos 42 dias de idade. O efeito do sexo foi observado para o rendimento de asa e dorso aos 35 dias de idade e peito aos 42 dias. Foi verificado que as três linhagens de codornas avaliadas apresentaram maior biomassa corporal acumulada e melhor conversão alimentar no período de um a 14 dias de idade demonstrando maior eficiência de crescimento durante este período. Verificou-se maior capacidade de desenvolvimento da linhagem de corte, com melhor rendimento de carcaça aos 35 dias de idade.

Palavras-chave: codornas europeias, codornas japonesas, conversão alimentar, ganho de peso, peito.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the performance and yield of the carcass and parts (wing, thigh and drumstick, back and chest) of males and females of a meat-type quail strain (*Coturnix coturnix sp.*) and two strains of laying quails (*Coturnix coturnix japonica*) called yellow and red. 1350 birds were used, one to 42 days of age, distributed in a completely randomized design, with five repetitions for each line. The birds were fed *ad libitum* with diets formulated to meet its nutritional requirements. The performance was evaluated weekly and the parts and carcass yield at 35 and 42 days of age. The meat-type strain showed higher body weight, average weight gain, feed conversion, biomass accumulated body of a 14 day of age carcass yield at 35 days and chest at 35 and 42 days. Among the laying quails, red obtained better results for weight gain, feed conversion and yield wing after 42 days of age. The gender effect was observed for yield wing and back to 35 days of age to 42 days and breast. It is verified that the three evaluated quail strains showed higher body accumulated biomass and better feed conversion within one to 14 days of age demonstrating higher growth efficiency during this period. Higher if there meat-type strain development capability, with better carcass yield at 35 days of age.

Key words: european quail, japanese quail, feed conversion, weight gain, breast

Recibido: 15/04/14 Aprobado: 01/10/15

RESUMEN

El objetivo de este estudio, fue evaluar el desempeño y rendimiento de la canal y partes comestibles (alas, muslos y sobremuslos, espalda y pechuga) de machos y hembras de una estirpe de codornices de engorde (*Coturnix Coturnix sp.*) y dos estirpes de codornices de postura (*Coturnix coturnix japonica*) llamadas amarilla y roja. Se utilizaron 1.350 aves de uno a 42 días de edad, en un diseño completamente al azar, con cinco réplicas para cada estirpe. Las aves fueron alimentadas *ad libitum* con una dieta formulada para satisfacer sus requerimientos nutricionales. El rendimiento fue evaluado semanalmente y el rendimiento de sus partes comestibles a los 35 y 42 días de edad. La estirpe de engorde mostró mayor peso corporal, ganancia diaria de peso, índice de conversión, biomasa corporal acumulada de uno a 14 días de edad, rendimiento de la canal los 35 días y de la pechuga los 35 y 42 días de edad. Entre las codornices ponedoras, la roja obtuvo los mejores resultados en ganancia de peso, índice de conversión y rendimiento de ala a los 42 días de edad. El efecto del sexo fue observado para el rendimiento de ala y de dorso a los 35 días de edad y de la pechuga a los 42 días. Fue observado que las tres estirpes de codornices evaluadas mostraron mayor biomasa corporal acumula y mejor índice de conversión en el período de uno a 14 días de edad mostrando una mayor eficiencia de crecimiento durante este período. Se verificó mayor capacidad de desarrollo de la estirpe de engorde, con mejor rendimiento de la canal a los 35 días de edad.

Palabras clave: codorniz europea, codorniz japonesa, conversión alimenticia, ganancia diaria de peso, pechuga.

INTRODUÇÃO

A criação de codornas para a produção de carne e ovos está se desenvolvendo de forma expressiva no Brasil, sendo uma boa alternativa para obtenção de produtos de alta qualidade nutricional para a população (Móri *et al.*, 2005).

A codorna japonesa (*Coturnix coturnix japonica*), é a mais difundida no Brasil e no mundo, por sua grande precocidade e alta produção de ovos. Mas, para fins de abate suas características não são vantajosas, porque apresentam um

pequeno porte entre 120 e 180g, e geralmente são abatidas com um ano de idade, ao término de sua vida produtiva, o que deixa a carne dura (Albino e Neme, 1998). Para a comercialização da carne, os produtores estão optando pela linhagem de corte europeia (*Coturnix coturnix coturnix*), que são codornas maiores, as quais chegam a atingir 200 a 300g de peso vivo (Rezende *et al.*, 2004).

As codornas de corte apresentam taxas de crescimento e peso final muito maiores do que as de postura, permitindo que atinjam peso adequado ao abate em idade bastante precoce. Um dos fatores que contribui para este rápido crescimento é o maior consumo de alimentos nos primeiros estágios de vida (Marks, 1993). Além do manejo e conteúdo nutricional da ração utilizada, as características de desempenho e carcaça de codornas são afetadas também pela duração do período de crescimento e pela genética (Kul *et al.*, 2006).

No Brasil, a criação de codornas para fins de abate, caracteriza-se pela falta de material genético adequado, de informações sobre o potencial produtivo, desempenho, rendimento e exigências nutricionais destas aves, fazendo com que o produto final seja pouco competitivo no mercado varejista se comparado às outras aves (Móri *et al.*, 2005).

Diante destes aspectos, são desenvolvidas muitas pesquisas com codornas de corte, para suprir a carência de informações, a fim de melhorar a representatividade da espécie no mercado brasileiro, garantindo futuramente o grande sucesso obtido na exploração de frangos de corte (Móri *et al.*, 2005).

O presente estudo teve como objetivo avaliar o desempenho semanalmente no período de um a 42 dias de idade, e o rendimento da carcaça e partes aos 35 e 42 dias de idade, de codornas de corte e postura.

MATERIAL E MÉTODOS

Instalações, delineamento e dietas experimentais

O experimento foi realizado no setor de Coturnicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), pertencente à Universidade

Estadual de Maringá (UEM). De acordo com as normas propostas pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Estadual de Maringá (Protocolo nº 061/2012).

Foram utilizadas um total de 1.350 codornas de um dia de idade, não sexadas e anilhadas, sendo estas: 400 codornas da linhagem de corte (*Coturnix coturnix sp.*), 450 codornas da linhagem de postura amarela (*Coturnix coturnix japonica*) e 500 codornas da linhagem de postura vermelha (*Coturnix coturnix japonica*). As linhagens de postura amarela e vermelha foram obtidas a partir de uma linhagem comercial, melhoradas geneticamente pelo programa de melhoramento animal da Universidade Estadual de Maringá, diferindo principalmente no peso corporal, produção de ovos e resistência à intempéries.

As codornas foram alojadas em um galpão convencional, dividido em 15 boxes de 5,0 m², sendo considerado cada box como uma repetição ou unidade experimental. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, com três tratamentos (cada tratamento corresponde a uma linhagem de codornas), cinco repetições e 80 codornas por repetição para a linhagem de codornas de corte, 90 para a linhagem amarela e 100 para a linhagem vermelha. O período experimental foi de um a 42 dias de idade. Durante este período os animais foram criados convencionalmente, com fornecimento de água e ração *ad libitum*.

As rações foram formuladas a base de milho e farelo de soja, levando-se em consideração os valores da composição química dos alimentos de acordo com Rostagno *et al.* (2011), visando atender as exigências nutricionais das codornas nas diferentes fases de vida (Tabela 1).

Aos 21 dias de idade foi realizada a sexagem das codornas através do dimorfismo sexual, considerando que os machos apresentam o peito com pigmentação avermelhada enquanto as fêmeas têm manchas escuras (carijó) na região do peito.

As mensurações de temperatura e umidade dentro do galpão foram registradas duas vezes ao dia (às 8 horas e 16 horas) por meio de termo - higrômetros localizados no início, meio e final galpão (início, meio e final do galpão). Sendo que a máxima temperatura atingida

na primeira, segunda e demais semanas foi de 30,50°C, 29,27°C e 27,47°C e a mínima de 19,35°C, 18,85°C e 15,78°C, respectivamente. E a máxima umidade relativa do ar foi de 80,62%, 71,38% e 81,79% e a mínima de 46,60%, 41,71% e 51,74%, respectivamente.

Desempenho

Foi avaliado o desempenho das codornas de corte e postura levando em consideração duas fases de crescimento: fase inicial (1 a 14 dias) e a fase final (15 a 42 dias de idade). As codornas foram pesadas semanalmente e, simultaneamente, foi realizada a pesagem das rações experimentais fornecida para determinação do peso médio (g), ganho de peso (g), consumo de ração (g), conversão alimentar (g/g) e biomassa corporal acumulada (%).

O ganho de peso foi determinado pela diferença entre os pesos final e inicial de cada unidade experimental. O consumo de ração, pela diferença entre a ração fornecida e as sobras nos baldes e comedouros. A conversão alimentar foi obtida pela relação entre o consumo de ração e o ganho de peso das aves. A biomassa corporal acumulada em função do ganho de peso em relação ao peso inicial das codornas no início de cada fase avaliada.

Rendimento de carcaça e cortes

O rendimento de carcaça e partes foi avaliado aos 35 e 42 dias de idade, em duas codornas por repetição (um macho e uma fêmea). Para a avaliação do rendimento de carcaça e partes as codornas foram selecionadas pelo peso médio ($\pm 5\%$) de cada unidade experimental, sendo submetidas a seis horas de jejum para completo esvaziamento do conteúdo do trato gastrointestinal. Posteriormente, foram pesadas e sacrificadas utilizando insensibilização por eletroneurose e após deslocamento entre os ossos occipital e atlas.

Após o abate foi realizado o sangramento, sendo que as penas foram retiradas juntamente com a pele das aves, sem contato com água, sendo em seguida evisceradas. Para o cálculo de rendimento de carcaça, foram considerados os pesos das carcaças evisceradas, sem os pés, vísceras, cabeça, pescoço, gordura abdominal e pele, em relação aos pesos vivos que foram

Tabela 1. Composição centesimal, química e energética das rações para codornas de corte em fase inicial e final de crescimento e para as codornas de postura (amarela e vermelha).

Ingredientes	Codornas de corte		Codornas de Postura
	Fase inicial	Fase final	
	Quantidade (kg)		
Milho grão	40,95	52,79	57,16
Farelo de soja (45%)	49,75	39,31	38,05
Óleo de soja	4,75	3,25	1,10
Fosfato bicálcico	1,56	1,60	1,41
Sal comum	0,46	0,46	0,39
Calcário	0,36	0,28	1,16
DL-Metionina	0,67	0,66	0,19
L-Lisina HCL	0,68	0,80	0,05
L-Treonina	0,42	0,41	0,09
L- Triptofano	0,006	0,04	-
Mistura vitamínica e mineral	0,40	0,40	0,40
Total	100,00	100,00	100,00
Valores Calculados			
Energia metabolizável (Kcal/kg)	2.9959	3.0342	2.9013
Proteína bruta (%)	27,49	23,51	22,01
Cálcio (%)	0,64	0,61	0,90
Fósforo disponível (%)	0,41	0,41	0,37
Sódio (%)	0,20	0,20	0,18
Potássio (%)	1,02	0,86	-
Cloro (%)	0,31	0,31	-
Metionina + cistina digestível (%)	1,32	1,23	0,76
Lisina digestível (%)	1,87	1,73	1,12
Treonina digestível (%)	1,25	1,11	0,79
Triptofano digestível (%)	0,30	0,28	-

¹Mistura vitamínica/mineral (níveis de garantia por kg do produto); Vit. A – 4.500.000 UI; Vit. D3 – 1.250.000 UI; Vit. E – 4.000 mg; Vit. B1 – 278 mg; Vit. B2 – 2.000 mg; Vit. B6 – 525 mg; Vit. B12 – 5.000 mcg; Vit. K3 – 1.007 mg; Pantotenato de Cálcio – 4.000 mg; Niacina – 10.000 mg; Colina – 140.000 mg; Antioxidante – 5.000 mg; Zinco – 31.500 mg; Ferro – 24.500 mg; Manganês – 38.750 mg; Cobre – 7.656 mg; Cobalto – 100 mg; Iodo – 484 mg; Selênio – 127 mg; ²BHT(ButilHidroxi Tolueno).

obtidos individualmente antes do abate das aves. Para o rendimento das partes sem pele, foram considerados o rendimento de peito, coxas e sobrecoxas, dorso e asas, sendo calculados em relação aos pesos das carcaças evisceradas.

Análise estatística

Os dados de desempenho e rendimento de carcaça e cortes foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. As análises dos dados foram realizadas com o programa estatístico SAS (2001). Para os valores de desempenho de 15 a 42 dias de idade foi considerado o efeito da proporção de sexo (números de machos/número de fêmeas) nas unidades experimentais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desempenho das codornas de 1 a 14 dias de idade

As variáveis peso corporal, ganho de peso, biomassa corporal acumulada, consumo de ração e conversão alimentar de um a 14 dias de idade (Tabela 2) apresentaram diferenças entre os tratamentos ($P < 0,05$).

Observou-se que aos 14 dias de idade, o peso vivo, o ganho de peso, a biomassa corporal acumulada foram melhores ($P < 0,05$) para as codornas de corte. Da mesma forma a conversão

alimentar também foi melhor em codornas de corte, mesmo apresentando maior consumo de ração, quando comparadas com as codornas de postura (amarela e vermelha), que não diferiram estatisticamente entre si para nenhuma variável.

Essa diferença nas variáveis analisadas do desempenho se deve principalmente as diferenças no potencial genético de crescimento das linhagens de postura e corte. A linhagem de corte foi melhorada geneticamente para produção de carne, sendo mais eficiente na conversão do alimento em tecido magro, pesando de 80 a 100% a mais que as codornas japonesas (Albino e Barreto, 2003).

O valor da BCA para a linhagem de corte foi quase o dobro do valor das linhagens de postura (Tabela 2). De acordo com Pasquetti (2011), a biomassa corporal acumulada representa, em percentagem, a quantidade de massa corporal adquirida desde o início do período experimental até o seu fim, considerando o peso inicial igual a 100% e, portanto, relaciona-se diretamente com o ganho de peso.

Utilizando a mesma linhagem de codornas de corte e a mesma formulação de ração, Pasquetti (2011), encontrou valores inferiores aos deste trabalho (Tabela 2), sendo que aos 14 dias foram obtidos valores respectivos para PV, GP, BCA, CR e CA de 75,45g, 66,17g, 713,39%, 120,40g/ave e 1,82, respectivamente.

Tabela 2. Valores médios de desempenho de diferentes linhagens de codornas de corte e postura (amarela e vermelha), no período de 1 a 14 dias de idade.

Linhagens	Desempenho de 1 a 14 dias de idade									
	PV (g)		GP (g)		BCA (%)		CR (g/ave)		CA (g/g)	
Corte	80,57	A	71,84	A	822,09	A	128,26	A	1,78	A
Amarela	41,83	B	34,62	B	480,33	B	82,53	B	2,38	B
Vermelha	43,35	B	35,91	B	482,92	B	82,14	B	2,29	B
CV (%)	1,87		2,07		2,48		1,99		2,61	

A, B – Médias na mesma coluna seguidas por letras maiúsculas distintas diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$). CV - Coeficiente de variação; PV: peso vivo; GP: ganho de peso; BCA: biomassa corporal acumulada; CR: consumo de ração; CA: conversão alimentar.

O desempenho das codornas de corte aos 14 dias de idade obtido por Batista *et al.* (2013), utilizando a mesma linhagem de codornas de corte e a mesma formulação de ração deste trabalho, para PV, GP, BCA, CR e CA foi de 78,72g, 69,27g, 733,25%, 108,44 e 1,56, respectivamente. Verificou-se que o peso vivo aos 14 dias de idade e o ganho de peso foram semelhantes, a conversão alimentar foi melhor e os valores das demais variáveis foram inferiores aos deste trabalho (Tabela 2).

As diferenças entre o resultado de desempenho, de um a 14 dias de idade, observados neste trabalho e dos encontrados por Batista *et al.* (2013) e Pasquetti (2011), podem ter ocorrido pelos diversos fatores, tais como manejo, condições ambientais, bem-estar animal, entre outros.

Desempenho das codornas de 15 a 42 dias de idade

Na Tabela 3, estão demonstradas as variáveis de desempenho no período de 15 a 42 dias de idade de machos e fêmeas de três diferentes linhagens de codornas. As variáveis peso corporal aos 42 dias de idade, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar (Tabela 3) apresentaram diferenças entre as linhagens ($P < 0,05$).

Com base nos dados de desempenho (Tabela 3) observou-se que não houve diferença na biomassa corporal acumulada entre linhagens ($P < 0,05$), por causa da percentagem de ganho

de peso, dos 15 aos 42 dias de idade, ser semelhante entre as linhagens.

O peso vivo aos 42 dias de idade e o ganho de peso de 15 a 42 dias de idade, diferiram estatisticamente entre as linhagens, sendo maior para a linhagem de corte em relação às linhagens de postura. Já entre as linhagens de postura (amarela e vermelha) também houve diferenças significativas ($P < 0,05$), sendo que a vermelha foi a que apresentou maior peso vivo e ganho de peso.

Esta diferença de peso entre as codornas da linhagem de corte (*Coturnix coturnix coturnix*) e as linhagens de postura (*Coturnix coturnix japonica*) foi em razão do melhoramento genético realizado nestas linhagens durante anos, melhorando seu potencial para produção de carne (linhagem de corte) ou de ovos (linhagem de postura).

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) para o consumo de ração, sendo que as codornas de corte foram as que mais consumiram quando comparadas com as de postura (amarela e vermelha), que não diferiram estatisticamente para esta variável.

Observou-se que a conversão alimentar, de 15 a 42 dias de idade, foi melhor em codornas de corte quando comparadas com as de postura (amarela e vermelha). Dentre as linhagens de postura (amarela e vermelha), a vermelha foi a que apresentou melhor conversão alimentar. Marks (1993), estudando codornas japonesas com quatro semanas de idade, selecionadas

Tabela 3. Valores médios de desempenho de diferentes linhagens de codornas de corte e postura, no período de 15 a 42 dias de idade.

Linhagens	Desempenho de 15 a 42 dias de idade								
	PV (g)		GP (g)		BCA (%)		CR (g/ave)		CA (g/g)
Corte	258,53	A	177,95	A	220,97	719,31	A	4,04	A
Amarela	128,32	C	86,49	C	206,79	452,00	B	5,23	C
Vermelha	139,53	B	96,18	B	221,91	464,10	B	4,83	B
CV (%)	2,38		3,45		3,91	1,23		3,41	

A, B – Médias na mesma coluna seguidas por letras maiúsculas distintas diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$). CV - Coeficiente de variação; PV: peso vivo; GP: ganho de peso; BCA: biomassa corporal acumulada; CR: consumo de ração; CA: conversão alimentar..

e não selecionadas para alto ganho de peso, também encontrou diferenças entre as linhagens para conversão alimentar.

Verificou-se que a linhagem de corte foi mais eficiente economicamente na produção de carne, apresentando menor consumo de ração e maior ganho de peso, e conseqüentemente melhores índices de conversão alimentar de 15 a 42 dias de idade.

A eficiência da produção de carne de codornas não depende apenas de características qualitativas de carcaça. Aspectos quantitativos

como índices produtivos, devem ser considerados (Almeida *et al.*, 2002). Os índices produtivos das codornas são ainda baixos, apresentando altos valores de consumo de ração e conversão alimentar (Oliveira, 2002).

Na Tabela 4, estão demonstrados os valores médios das variáveis de desempenho semanal no período de um a 42 dias de idade de machos e fêmeas de uma linhagem de codornas de corte e duas linhagens de postura (amarela e vermelha).

Tabela 4. Valores médios de desempenho semanal de uma linhagem de codornas de corte e duas linhagens de postura (amarela e vermelha), no período de 1 a 42 dias de idade.

Idade (dias)	PV (g)	GP (g)	BCA (%)	CR (g/ave)	CA (g/g)
Corte					
1	8,74	-	-	-	-
1 a 7	31,33	22,59	258,68	38,90	1,73
8 a 14	80,58	49,24	157,67	89,36	1,82
15 a 21	134,91	54,34	67,45	133,05	2,45
22 a 28	185,12	50,21	37,24	163,55	3,26
29 a 35	225,76	40,64	21,95	201,77	4,97
36 a 42	258,53	32,76	14,52	220,94	6,79
Amarela					
1	7,21	-	-	-	-
1 a 7	19,72	12,52	173,67	25,13	2,01
8 a 14	41,83	22,11	112,10	57,40	2,60
15 a 21	71,14	29,31	70,05	84,54	2,89
22 a 28	96,38	25,24	35,49	100,36	3,98
29 a 35	114,42	18,05	18,74	122,77	6,82
36 a 42	128,32	13,90	12,14	144,33	10,85
Vermelha					
1	7,44	-	-	-	-
1 a 7	19,55	12,11	162,83	22,96	1,90
8 a 14	43,35	23,80	121,88	59,18	2,49
15 a 21	74,82	31,47	72,65	88,31	2,81
22 a 28	104,70	29,88	39,99	110,12	3,71
29 a 35	124,17	19,47	18,63	125,27	6,46
36 a 42	139,53	15,36	12,37	140,40	9,25

PV: peso vivo; GP: ganho de peso; BCA: biomassa corporal acumulada; CR: consumo de ração; CA: conversão alimentar.

As codornas de corte aumentaram o seu peso vivo em aproximadamente quatro vezes seu peso inicial no período de um a 7 dias de idade. Já para as codornas de postura este aumento de peso corporal foi em média três vezes maior. As melhores médias de conversão alimentar ocorreram na fase inicial (1 a 14 dias de idade) de crescimento das codornas, piorando com o passar do tempo. A biomassa corporal acumulada foi maior no período de um a 14 dias decrescendo rapidamente com o aumento da idade. Isso demonstra a maior capacidade de crescimento que as codornas têm nas primeiras semanas de vida.

Rendimento de carcaça e cortes aos 35 dias de idade

Não houve interação entre as linhagens e sexo para as variáveis analisadas neste estudo. O rendimento da carcaça, peito e asa (Tabela 5) apresentaram diferenças entre linhagens ($P<0,05$). As variáveis rendimento de asa e dorso apresentaram diferenças entre sexo ($P<0,05$).

A linhagem de corte apresentou maior rendimento de carcaça em relação às linhagens de postura (amarela e vermelha). As linhagens

de postura não diferiram estatisticamente entre si para rendimento de carcaça.

No rendimento de peito, observou-se que a linhagem de corte foi superior a linhagem de postura amarela, mas não diferiu da linhagem vermelha, e as linhagens de postura (amarela e vermelha) apresentaram resultado semelhante para está variável.

Para rendimento de asa a linhagem de postura vermelha se destacou, atingindo rendimento superior a linhagem de corte, porém não diferiu significativamente da linhagem amarela. A linhagem de corte e a linhagem de postura amarela não diferiram significativamente entre si para o rendimento da asa. Para o efeito de sexo, observou-se que as fêmeas apresentaram maior rendimento de asa.

O rendimento de dorso apresentou diferença significativa somente para o efeito do sexo. Verificou-se um maior rendimento de dorso para machos quando comparados com as fêmeas. Esta diferença de rendimento entre sexo é em decorrência do acentuado dimorfismo sexual.

Comparando os valores de rendimento de codornas de corte, com os encontrados por Pasquetti (2011), também com codornas de

Tabela 5. Médias de rendimento de carcaça e cortes aos 35 dias de idade, de acordo com a linhagem de codornas e sexo.

	Rendimento aos 35 dias de idade (%)									
	Carcaça		Coxa e Sobrecoxa		Peito		Asa		Dorso	
Linhagens										
Corte	59,94	A	24,95		44,57	A	8,62	B	21,86	
Amarela	55,83	B	25,77		41,29	B	9,33	AB	23,62	
Vermelha	56,51	B	24,87		42,69	AB	9,48	A	22,96	
Sexo										
Fêmeas	56,60		25,57		43,29		9,57	A	21,57	B
Machos	58,25		24,83		42,41		8,71	B	24,05	A
CV (%)	3,52		6,90		3,99		8,72		9,85	

A, B – Médias na mesma coluna seguidas por letras maiúsculas distintas diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade ($P<0,05$). CV - Coeficiente de variação.

corte aos 35 dias de idade e alimentadas com a mesma formulação de ração, foram verificados valores superiores de rendimento de carcaça (65,31%), enquanto para os rendimentos de peito (41,64%) e coxa e sobrecoxa (23,82%) os valores obtidos foram inferiores ao deste trabalho (Tabela 5).

Em um experimento desenvolvido por Batista *et al.* (2013), usando a mesma linhagem de codornas de corte e composição química e energética da ração deste trabalho, foram encontrados os seguintes valores para rendimento de carcaça, peito, coxa e sobrecoxa 67,67, 41,99 e 22,82%, respectivamente. Quando comparados esses dados da literatura com os obtidos neste trabalho (Tabela 5), verificou-se que para o rendimento de carcaça, o valor encontrado por Batista *et al.* (2013), foi superior, porém para o rendimento de peito e coxa e sobrecoxa ocorreu o contrário, sendo os valores encontrados neste trabalho superiores.

As diferenças de rendimento da carcaça e partes relatados por Batista *et al.* (2013) e Pasquetti (2011), e deste trabalho (Tabela 5), para a mesma linhagem avaliada utilizando a mesma composição química e energética da ração pode ser explicada por vários fatores, como diferenças no manejo, ambiência, entre outros.

Rendimento de carcaça e cortes aos 42 dias de idade

Não houve interação ($P < 0,05$) entre as linhagens e sexo para as variáveis analisadas neste estudo. As variáveis rendimento de peito e asa aos 42 dias de idade, apresentaram diferenças entre as linhagens ($P < 0,05$), e somente a variável rendimento de peito apresentou diferença entre sexo ($P < 0,05$), como é mostrado na Tabela 6.

A linhagem de codornas de corte apresentou maior rendimento de peito em relação às linhagens de postura (amarela e vermelha). As linhagens de postura não diferiram estatisticamente entre si para o rendimento de peito. Móri *et al.* (2005), quando avaliaram o rendimento de peito de machos de quatro grupos genéticos de codornas de corte não observaram efeito entre as linhagens.

Para o efeito de sexo, observou-se (Tabela 6) que as fêmeas apresentaram maior rendimento de peito. O mesmo foi observado em codornas de corte por Corrêa (2010), aos 42 dias de idade.

No rendimento da asa, observou-se que a linhagem vermelha apresentou melhor média aos 42 dias de idade, quando comparada com as demais linhagens. Móri *et al.* (2005), também encontraram diferenças significativas entre as

Tabela 6. Médias de rendimento de carcaça e cortes aos 42 dias de idade, de acordo com a linhagem de codornas e sexo.

	Rendimento aos 42 dias de idade (%)						
	Carcaça	Coxa e Sobrecoxa	Peito	Asa	Dorso		
Linhagens							
Corte	55,07	25,93	45,18	A	7,53	B	21,36
Amarela	54,21	26,45	41,43	B	8,75	B	23,38
Vermelha	54,49	26,03	41,24	B	8,98	A	23,75
Sexo							
Fêmeas	54,04	25,93	43,63	A	8,34		22,10
Machos	55,13	26,34	41,60	B	8,50		23,56
CV (%)	4,17	4,16	3,86		10,10		9,30

A, B – Médias na mesma coluna seguidas por letras maiúsculas distintas diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$). CV - Coeficiente de variação.

linhagens quando avaliaram o rendimento de asa de machos de quatro grupos genéticos de codornas de corte. Esta diferença de rendimento de asa pode ser atribuída a diferenças genéticas entre as linhagens.

Não foram encontradas diferenças ($P < 0,05$) para peso de carcaça entre os grupos genéticos estudados e sexo. O mesmo pode ser observado por Móri *et al.* (2005), quando avaliaram o rendimento de machos de quatro grupos genéticos de codornas de corte. Kul *et al.* (2006), também observaram que não houve diferença significativa entre machos e fêmeas de codornas japonesas para rendimento de carcaça aos 42 dias de idade.

Em um experimento com codornas japonesas foi observado aos 42 dias de idade, o rendimento de carcaça para machos e fêmeas foi de 68,32% (Kirmizibayrak e Altinel, 2001), mostrando ser superior aos obtidos neste trabalho (Tabela 6).

Não houve diferença significativa entre sexo para o rendimento de carcaça, coxa e sobrecoxa e asa. Corrêa (2010), avaliando o rendimento em codornas de corte aos 42 dias de idade, concluiu que os machos apresentaram maiores rendimentos de carcaça e coxa e sobrecoxa do que as fêmeas, mas para rendimento de asa Corrêa (2010), também não verificou diferença significativa.

A linhagem de corte teve maior rendimento de peito, e pior rendimento de asa quando comparado com as de postura. As linhagens de postura não diferiram entre si para o rendimento de peito. Resultados semelhantes foram obtidos por Baumgartner *et al.* (1985), que relataram que as linhagens de codornas de corte tiveram melhor rendimento de peito quando comparadas com linhagens de postura.

A linhagem de postura vermelha apresentou melhor rendimento de asa, quando comparada com as demais linhagens. Para rendimento de carcaça, coxa e sobrecoxa e dorso não houve diferença entre as linhagens.

A conformação de carcaça precisa ser melhorada, pois estas aves apresentam baixo rendimento de cortes nobres, como peito e coxa e sobrecoxa (Almeida *et al.*, 2002). Este estudo das características genéticas de rendimento das diferentes linhagens e sexo permite o trabalho

de seleção e melhoramento genético para a produção de carne de codornas.

CONCLUSÃO

Conclui-se que as codornas de corte e postura apresentaram maior biomassa corporal acumulada e a melhor conversão alimentar no período de um a 14 dias de idade demonstrando maior eficiência de crescimento durante este período. Verificou-se maior capacidade de desenvolvimento da linhagem de corte, com melhor rendimento de carcaça aos 35 dias de idade.

LITERATURA CITADA

- Albino, L. F. T. e S. L. T. Barreto. 2003. Criação de codornas para produção de ovos e carne. Viçosa: Aprenda Fácil. 268 p.
- Albino, L. F. T. e R. Neme. 1998. Codornas: Manual prático de criação. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 56 p.
- Almeida, M. I. M. e G. Oliveira, P. R. R. Ramos, N. Veiga e K. Dias. 2002. Efeito de linhagem e nível protéico sobre as características de carcaça de machos de codornas (*Coturnix sp.*). In: Simpósio Nacional de Melhoramento Animal, 4., 2002, Campo Grande. Anais... Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, pp. 105-107.
- Batista, E., A. C. Furlan, A. P. S. Ton, T. J. pasquetti, T. C. O. Quadros, D. O. Ggrieser e V. Zancanela. 2013. Avaliação nutricional da glicerina vegetal semipurificada para codornas de corte. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.
- Baumgartner, J., E. Kociova and O. Polanska. 1985. Carcass and nutritive value of japanese quail. Roczniki Naukowe Zootechniki, v. 12, n. 1, pp.171-178.
- Corrêa, A. B. 2010. Desempenho e características de carcaça de codornas de corte em função da idade da matriz, peso do ovo e nível nutricional. Universidade Federal de Minas Gerais, 2010. 118 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais.

- Kirmizibayrak, T. and A. Altinel. 2001. Some parameters about the important yield characters of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). J. Fac. Vet. Med. Univ. Istanbul. v. 27, 1, pp. 309-328.
- Kul, S., I. Seker and O. Yildirim. 2006. Effect of separate and mixed rearing according to sex on fattening performance and carcass characteristics in japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). Arch. Tierz., Dummerstorf. v. 49, 6, pp. 607-614.
- Marks, H. L. 1993. Carcass composition, feed intake, and feed efficiency following longtermselection for 4-week body weight in japanese quail. British Journal of Poultry Science, v.2, n. 6, pp. 1.005-1.011.
- Móri, C., E. A. Garcia, A. C. Pavan, A. Piccinin, e C. C. Pizzolante. 2005. Desempenho e rendimento de carcaça de quatro grupos genéticos de codornas para produção de carne. Revista Brasileira de Zootecnia, v.34, n.3, pp. 870-876.
- Oliveira, E. G., M. I. M. Almeida, A. A. Mendes, N. Veiga e K. Dias. 2002. Desempenho produtivo de codornas para corte de ambos os sexos alimentadas com dietas com quatro níveis protéicos. Archives of Veterinary Science, v. 7, n. 2, pp. 75-80.
- Pasquetti, T. 2011. Avaliação nutricional da glicerina bruta ou semipurificada, oriundas de gordura animal e óleo vegetal, para codornas de corte. Maringá, PR: Universidade Estadual de Maringá, 2011. 110 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá.
- Rezende, M. J. M., L. P. Flauzina, C. M. M. Pimentel e L. Q. M. Oliveira. 2004. Desempenho produtivo e biometria das vísceras de codornas francesas alimentadas com diferentes níveis de energia metabolizável e proteína bruta. Acta Scientiarum Animal Sciences. v. 26, n. 3, pp. 353-358.
- Rostagno, H. S., L. F. T. Albino, J. L. Donzele, P. C. Gomes, R. F. Oliveira, D. C. Lopes, A. S. Ferreira, S. L. T. Barreto e R. F. Euclides. 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 2. ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 252 p.
- SAS. Statistical Analyses Aystem. 2001. Version Release 8.2. for Windows. Cary. (CD-Rom).

Crescimento e avaliação econômica da tilápia do Nilo criada em diferentes salinidades da água

Growth and economic evaluation of Nile tilapia reared at different water salinities

Crecimiento y evaluación económica de la tilapia del Nilo criada en diferentes salinidades de agua

Rafael V. de Azevedo^{1*} e Luís Gustavo Tavares Braga²

¹Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Campos dos Goytacazes, RJ. *Correio eletrônico: azevedorv84@gmail.com. ²Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus, BA. Correio eletrônico: lgtbraga@gmail.com

RESUMO

Para avaliar o efeito da salinidade da água sobre o crescimento e parâmetros econômicos da tilápia do Nilo, foi conduzido um experimento de 45 dias. Os níveis de salinidade da água avaliados foram: 0; 7; 14 e 21 g L⁻¹. Exemplos de tilápia do Nilo (1,62±0,05 g) foram distribuídos em 20 tanques de fibra de vidro em uma biomassa inicial de 0,24 kg m⁻³ por tanque. Foram observadas diferenças significativas dos níveis de salinidade da água sobre o crescimento, onde os melhores resultados foram encontrados para os níveis de salinidade da água de 0 e 7 g L⁻¹, não havendo diferenças (P>0,05) entre estes níveis. Foi observado que, para produzir um kg de peixe, gastou-se menos (P<0,05) nos dois menores níveis de salinidade e, influenciados pelo crescimento, maiores (P<0,05) índices para renda bruta e lucro operacional foram obtidos. A sobrevivência dos juvenis de tilápia do Nilo diminuiu nas salinidades da água de 14 e 21 g L⁻¹. Com base no crescimento e nos índices de eficiência econômica avaliados neste estudo, determinado que a tilápia do Nilo pode ser cultivada em ambientes com salinidades da água de até 7 g L⁻¹.

Palavras chave: Análise de custo, desempenho animal, *Oreochromis niloticus*, piscicultura.

ABSTRACT

To evaluate the effect of salinity on growth and economic parameters of Nile tilapia, an experiment was conducted for 45 days. It was evaluated the levels of salinity: 0; 7; 14 or 21 g L⁻¹. Specimens of Nile tilapia (1.62±0.05 g) were distributed into 20 fiberglass tanks at an initial biomass of 0.24 kg m⁻³ per tank. Significant differences in the levels of water salinity on growth, where the best results were observed for levels of salinity of water 0 and 7 g L⁻¹, with no differences (P>0.05) were observed between these levels. It was noted that to produce one kg of fish was spent less (P<0.05) lower levels of salinity and, influenced by growth, higher (P<0.05) indices for gross operating and profit income were obtained. The survival of juvenile Nile tilapia decreased in water salinities of 14 and 21 g L⁻¹. Based on growth and economic efficiency index evaluated in this study, Nile tilapia can be cultivated in environments of up to 7 g L⁻¹ of water salinity.

Key words: Animal performance, cost analysis, fish culture, *Oreochromis niloticus*.

RESUMEN

Para evaluar el efecto de la salinidad del agua sobre el crecimiento y los parámetros económicos de la tilapia del Nilo, se realizó un experimento durante 45 días. Se evaluaron los niveles de salinidad: 0; 7; 14 o 21 g L⁻¹. Los ejemplares de tilapia del Nilo (1,62 ± 0,05 g) fueron distribuidos en 20 tanques de fibra de vidrio en una biomasa inicial de 0,24 kg m⁻³ por tanque. Se observaron diferencias significativas (P ≤ 0,05) del crecimiento con respecto a las salinidades experimentales donde los mejores resultados se alcanzaron a salinidades de 0 y 7 g L⁻¹, sin diferencias (P > 0,05) entre estos niveles. Se comprobó que para producir un kilo de pescado se gastó menos en los dos menores niveles de salinidad e influenciado por el crecimiento, se obtuvieron mayores (P < 0,05) índices de explotación bruto y la renta. La supervivencia de la tilapia del Nilo juvenil disminuyó en salinidades de agua de 14 y 21 g L⁻¹. Basándose en las tasas de crecimiento y de eficiencia económica evaluado en este estudio, se determina que la tilapia del Nilo puede ser cultivada en ambientes de agua hasta la salinidad a 7 g L⁻¹.

Palabras clave: Análisis de costos, desempeño animal, *Oreochromis niloticus*, piscicultura

INTRODUÇÃO

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) destaca-se na piscicultura brasileira, representando cerca de 70% da produção do país (MPA, 2012). Dentre as características desejáveis para a piscicultura, essa espécie apresenta rápido crescimento, excelente desempenho em sistemas intensivos de produção, possui hábito alimentar onívora e aceita rações com grande facilidade, desde o período de pós-larva até a fase de terminação (Boscolo *et al.*, 2001; Furuya *et al.*, 2008).

É uma espécie amplamente cultivada em água doce, porém tolera certos níveis de salinidade sendo considerada eurihalina. Assim, em regiões onde a água doce é escassa, o cultivo dessa espécie, em água salobra ou salgada, pode proporcionar fonte de renda extra (Marengoni *et al.*, 2010).

Dentre os fatores que podem influenciar a tolerância da tilápia à salinidade da água, destacam-se temperatura, tamanho corporal,

sexo e método de aclimação (Fontainhas-Fernandes *et al.*, 2000). A forma com que cada espécie de peixe responde a diferentes níveis de salinidade da água permite avaliar o melhor local para o seu cultivo. Assim, diversos estudos têm avaliado a influência deste parâmetro sobre o crescimento de peixes eurihalinos (Likongwe *et al.*, 1996; Boeuf e Payan, 2001).

No entanto, além do crescimento e da saúde, são necessárias avaliações dos efeitos da salinidade da água sobre a viabilidade econômica da criação de peixes nesse ambiente. Assim, objetivou-se avaliar o crescimento e parâmetros econômicos da tilápia do Nilo criada em diferentes níveis de salinidade da água.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Nutrição e Alimentação de Peixes (Aquanut) da Universidade Estadual de Santa Cruz, UESC, Ilhéus, BA, durante 45 dias. 300 juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagem tailandesa, revertidos sexualmente, produzidos em água doce (1,62 ± 0,05 g), foram utilizados em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos (níveis de salinidade) e cinco repetições.

Os peixes foram distribuídos em 20 tanques de fibra de vidro, de formato cilíndrico em uma biomassa inicial de 0,24 kg m⁻³. Os tanques foram dispostos em um sistema de recirculação fechada em quatro grupos, com uso de filtro biológico, através de quatro bombas de água, sendo uma para cada nível de salinidade. Cada tanque recebeu aeração individual por meio de pedra porosa alimentada por um soprador de 1 cv.

Durante o período de aclimação dos peixes, a salinidade foi elevada em 2 g L⁻¹ dia⁻¹ utilizando-se água do mar (35 g L⁻¹), em substituição crescente à água doce dos tanques experimentais. Os níveis de salinidade avaliados foram: 0; 7; 14 e 21 g L⁻¹.

Para alimentação dos peixes foi utilizada uma ração comercial extrusada com 36% de proteína bruta, 7% de extrato etéreo, 13% de umidade, 12% de matéria mineral, 2% de cálcio, 1% de fósforo e 250 mg de vitamina C (níveis de garantia). Para o fornecimento aos peixes, a

ração foi triturada em moinho tipo faca com peneira 1,0 mm e fornecidas *ad libitum* quatro vezes ao dia (7:00, 10:00, 13:00 e 16:00 horas).

Diariamente os parâmetros de qualidade de água foram medidos. Oxigênio dissolvido, pH e temperatura foram medidos através de aparelhos multiparâmetros (YSI model 55-12FT, YSI Corporation, Owings Mills, MA, USA) e a salinidade foi medida através de refratômetro (Atago S/Mill-E, Atago Co. Ltd., Tokio, Japan).

No início do experimento, todos os peixes foram pesados utilizando-se balança de precisão (0,01 g). O mesmo procedimento foi realizado com todos os peixes sobreviventes ao final do experimento. A mortalidade foi registrada diariamente.

Após a obtenção dos dados foram determinadas a biomassa final, o ganho relativo em biomassa [(biomassa final / biomassa inicial) x 100], o consumo total de ração, a conversão alimentar aparente (consumo de ração / ganho de peso) e a taxa de sobrevivência [(indivíduos mortos / indivíduos vivos) x 100] como avaliação do crescimento.

Para analisar a viabilidade econômica, o custo da ração foi calculado com base nos preços de varejo, no entanto, estes valores foram convertidos em dólar (R\$ 2,21, taxa de câmbio do mês de novembro de 2013). O custo do quilograma da ração foi US\$ 1,00. Considerou-se o preço de venda do quilograma de peixe US\$ 2,04.

O custo médio da ração por quilograma de peso vivo ganho (CMR) foi calculado segundo Bellaver *et al.* (1985):

$$CMR = (R \times Pr) / G$$

em que: R, é a quantidade média da ração consumida; Pr, é o preço médio por quilograma de ração utilizada; G, é o ganho médio de peso.

A estimativa do custo total de produção (CTP), utilizando apenas os parâmetros de custo com a alimentação e o desempenho animal, foi obtida segundo Matsunaga *et al.* (1976):

$$CTP = Cr / P$$

em que: Cr, é o custo médio com ração; P, é a produção média por área.

A receita bruta (RB) e o lucro operacional (LO) foram obtidos segundo Martin *et al.* (1998):

$$RB = P \times Pp$$

$$LO = RB - Cr$$

em que: Pp, é o preço de venda do quilograma do peixe.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância em nível de 5% de probabilidade e, havendo diferenças significativas, aplicou-se o teste Tukey. Os dados expressos em porcentagem foram transformados de acordo com a fórmula $y = \arccos \sqrt{x}$ para posterior avaliação. Para as análises, utilizou-se o programa estatístico *Statistical Analysis System* 9.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adição de água do mar à água doce não alterou os parâmetros de qualidade de água, oxigênio dissolvido ($4,75 \pm 0,63 \text{ mg L}^{-1}$), temperatura ($28,19 \pm 1,25 \text{ }^\circ\text{C}$) e pH ($7,06 \pm 0,71$), monitorados durante o período experimental, os quais permaneceram dentro da faixa aceitável para o cultivo de peixes (Moreira *et al.*, 2001).

Os diferentes níveis de salinidade da água afetaram ($P < 0,05$) o crescimento dos peixes (Tabela 1). Observou-se redução significativa na biomassa final, no ganho relativo em biomassa e no consumo total de ração nos níveis de 14 e 21 g L^{-1} de salinidade da água comparando-se aos menores níveis. A conversão alimentar aparente e a sobrevivência foram estatisticamente similares nos níveis 0 e 7 g L^{-1} observando-se piora ($P < 0,05$) nestes parâmetros nos demais níveis de salinidade da água.

A qualidade da água pode influenciar a sobrevivência e o crescimento de peixes (Likongwe *et al.*, 1996). Resultados semelhantes aos obtidos neste experimento foram reportados por Likongwe *et al.* (1996), os quais avaliaram diferentes níveis de salinidade (0, 8, 12 e 16 g L^{-1}) e temperatura da água (24, 28 e 32°C) sobre o desempenho de juvenis de tilápia do Nilo (4,60 a 4,83 g), observando melhor desempenho zootécnico nas maiores temperaturas avaliadas e decréscimo no crescimento a partir de 8 g L^{-1} de salinidade da água. Observaram ainda, que a combinação entre a salinidade de 8 g L^{-1}

Tabela 1. Desempenho da tilápia do Nilo em diferentes salinidades.

Variável ¹	Salinidade (g L ⁻¹)				CV ² (%)
	0	7	14	21	
BIOI (kg m ⁻³)	0,24	0,24	0,24	0,24	-
BIOF (kg m ⁻³)	3,05 ^a	3,26 ^a	1,81 ^b	1,72 ^b	16,32
GRBIO (%)	1.273 ^a	1.342 ^a	756 ^b	708 ^b	16,80
CR (kg m ⁻³)	3,10 ^a	3,18 ^a	2,19 ^b	2,17 ^b	17,74
CAA (g g ⁻¹)	1,11 ^b	1,07 ^b	1,41 ^a	1,45 ^a	12,49
SOB (%)	92,05 ^a	92,41 ^a	81,05 ^b	79,36 ^b	6,69

Médias seguidas por letras diferentes, nas linhas, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. ¹BIOI, Biomassa inicial; BIOF, Biomassa final; GRBIO, Ganho relativo em biomassa; CR, Consumo total de ração; CAA, Conversão alimentar aparente; SOB, Taxa de sobrevivência

²Coefficiente de variação

e temperatura da água de 32°C resultou em melhor conversão alimentar.

Os melhores índices de crescimento e sobrevivência dos peixes cultivados nas menores salinidades neste experimento podem estar relacionados ao menor custo energético para a regulação iônica. Quando o peixe é mantido em um ambiente isotônico, onde gradientes iônicos entre o sangue e a água são mínimos, a economia de energia pode ser direcionada para o crescimento (Boeuf e Payan, 2001).

Além da osmoregulação, o efeito da salinidade da água sobre o desempenho dos peixes pode ser explicado pela sua ação sobre as enzimas digestivas. A exposição a diferentes salinidades modifica a ingestão de água, alterando a salinidade do conteúdo intestinal, o que afeta a atividade das enzimas digestivas (Moutou *et al.*, 2004). Este processo pode explicar a piora na conversão alimentar e consequente piora do ganho de peso de tilápias nas mais altas salinidades da água neste experimento.

Em relação à avaliação econômica, a salinidade da água influenciou ($P < 0,05$) o custo médio da ração por quilograma de peso vivo ganho, o custo total com ração, a receita bruta e o lucro operacional (Tabela 2).

Considerando-se que os custos de produção influenciam diretamente o gerenciamento da atividade, os aspectos econômicos podem ser importantes no planejamento, no controle e na tomada de decisões da piscicultura (Ayroza *et al.*, 2011; Azevedo *et al.*, 2015).

Embora os custos relativos ao arraçoamento tenham sido, em média, 44,04% superiores nos níveis de 0 e 7 g L⁻¹, para produzir um quilograma de peixe nas maiores salinidades (14 e 21 g L⁻¹) o gasto foi cerca de 30% superior, o que culminou em um custo total de produção semelhante entre todos os níveis de salinidade da água. Assim, acrescentando-se os melhores resultados de crescimento, peixes criados nas salinidades da água de 0 e 7 g L⁻¹, obtiveram maiores receita bruta e lucro operacional comparando-se às duas maiores salinidades.

Os resultados obtidos com os parâmetros econômicos eram esperados uma vez que o custo do quilograma da ração foi o mesmo para todos os tratamentos. Assim, as análises econômicas tornaram-se dependentes do desempenho zootécnico dos animais.

Nesse estudo verificou-se a viabilidade econômica da criação da tilápia do Nilo em água salobra. Além disso, o cultivo nesse ambiente pode resultar em um produto diferenciado, uma

Tabela 2. Avaliação econômica da tilápia do Nilo em diferentes salinidades.

Variável ¹	Salinidade (g L ⁻¹)				CV ² (%)
	0	7	14	21	
CMR (US\$ kg ⁻¹)	1,11 ^b	1,07 ^b	1,41 ^a	1,45 ^a	12,49
CTR (US\$ m ⁻³)	3,10 ^a	3,18 ^a	2,19 ^b	2,17 ^b	17,74
CTP (US\$ kg ⁻¹)	1,02 ^a	0,99 ^a	1,22 ^a	1,24 ^a	12,86
RB (US\$ m ⁻³)	6,22 ^a	6,65 ^a	3,70 ^b	3,51 ^b	16,32
LO (US\$ m ⁻³)	3,41 ^a	3,63 ^a	2,13 ^b	2,03 ^b	15,35

Médias seguidas por letras diferentes, nas linhas, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. ¹CMR, Custo médio da ração por quilograma de peso vivo ganho; CTR, Custo total com ração; CTP, Custo total de produção; RB, Receita bruta; LO, Lucro operacional

²Coefficiente de variação

vez que os peixes tendem a não apresentar problemas com *off-flavor* e sua carne geralmente se assemelha em sabor à carne de peixes marinhos (Kubitza, 2005).

CONCLUSÃO

A sobrevivência dos juvenis de tilápia do Nilo diminuiu nas salinidades da água de 14 e 21 g L⁻¹. Com base no crescimento e nos índices de eficiência econômica avaliados neste estudo, conclui-se que a tilápia do Nilo pode ser cultivada em ambientes com salinidades da água de até 7 g L⁻¹.

LITERATURA CITADA

- Ayroza, L. M. S., E. Romagosa, D. M. M. R. Ayroza, J. D. Scorvo-Filho e F. A. Salles. 2011. Custos e rentabilidade da produção de juvenis de tilápia-do-nilo em tanques-rede utilizando-se diferentes densidades de estocagem. *Rev. Bras. Zootec.* 40: 231-239.
- Azevedo, R. V., J. C. Fosse-Filho, L. D. Cardoso, D. C. Mattos, M. V. Vidal-Júnior and D. R. Andrade. 2015. Economic evaluation of prebiotics, probiotics and symbiotics in juvenile Nile tilapia. *Rev. Ciênc. Agron.* 46: 72-79.
- Bellaver, C., E. T. Fialho e J. F. S. Protas. 1985. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 20: 969-974.
- Boeuf, G. and P. Payan. 2001. How should salinity influence fish growth? *Comp. Biochem. Physiol.* 130: 411-423.
- Boscolo, R. W., C. Hayashi, C. M. Soares, W. M. Furuya e F. Meurer. 2001. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagem tailandesa e comum, na fase inicial e de crescimento. *Rev. Bras. Zootec.* 30: 1391-1396.
- Fontainhas-Fernandes, A. A., F. Russell-Pinto, E. Gomes, M. A. Reis-Henriques and J. Coimbra. 2000. The effect of dietary sodium chloride on some osmoregulatory parameters of the teleost, *Oreochromis niloticus*, after transfer from freshwater to seawater. *Fish. Physiol. Biochem.* 23: 307-316.
- Furuya, W. M., K. M. Fujii, L. D. Santos, T. S. C. Silva, L. C. R. Silva e P. J. P. SALES. 2008. Exigência de fósforo disponível para juvenis de tilápia-do-nilo. *Rev. Bras. Zootec.* 37: 1517-1522.

- Kubitza, F. 2005. Tilápia em água salobra e salgada: uma boa alternativa de cultivo para estuários e viveiros litorâneos. *Panorama da Aquicultura*, 15: 14-18.
- Likongwe, J. S., T. D. Stecko, J. R. Stauffer and R. F. Carline. 1996. Combined effects of water temperature and salinity on growth and feed utilization of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus). *Aquaculture*, 146: 37-46.
- Marengoni, N. G., D. M. Albuquerque, F. L. S. Mota, O. P. Passos-Neto, A. A. Silva-Neto, A. I. M. Silva and M. Ogawa. 2010. Performance and sexual proportion in red tilapia under inclusion of probiotic in mesohaline water. *Arch. Zootec.* 59: 403-414.
- Martin, N. B., R. Serra, M. D. M. Oliveira, J. A. Ângelo e H. Okawa. 1998. Sistema integrado de custos agropecuários – CUSTAGRI. *Informações Econômicas*, 1: 7-28.
- Matsunaga, M., P. F. Bemelmans, P. E. N. Tolado, R. D. Dulley, H. Okawa e I. A. Pedroso. 1976. Metodologia do custo de produção adotado pelo IEA. *Agricultura em São Paulo*, 1: 123-139.
- Moreira, H. L. M., L. Vargas, R. P. Ribeiro e S. Zimmermann. 2001. Fundamentos da moderna aqüicultura. Canoas: UFLA. 200 p.
- Moutou, K. A., P. Panagiotaki and Z. Mamuris. 2004. Effects of salinity on digestive protease activity in the euryhaline sparid *Sparus aurata* L.: a preliminary study. *Aquac. Res.* 35: 912-914.
- MPA. Ministério da Pesca e Aquicultura. 2012. Boletim estatístico da pesca e aquicultura 2010. Brasília. 129 p.

Evaluación de la capacidad antioxidante total del plasma seminal equino

Evaluation of total antioxidant capacity of equine seminal plasma

Giovanni Restrepo Betancur^{1*}, Karol Zapata Acosta² y Benjamín A. Rojano³

¹Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Facultad de Ciencias Agrarias. Medellín, Colombia. *Correo electrónico: grestrepo@elpoli.edu.co. ²Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Medellín, Colombia. Correo electrónico: kzapatilla@gmail.com. ³Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Medellín, Colombia. Correo electrónico: brojano@unal.edu.co.

RESUMEN

La capacidad antioxidante del plasma seminal podría ser definitiva para el mantenimiento de la viabilidad y la fertilidad del semen equino. El propósito de este estudio fue determinar la capacidad antioxidante total (CAT) y los niveles de producción de especies reactivas de oxígeno (ERO) del plasma seminal equino, y su relación con la calidad espermática. Se utilizaron 24 muestras de plasma seminal de caballos Criollos Colombianos. La producción de ERO se evaluó por la prueba de fluoresceína diacetato (FDA), y la CAT por los ensayos de capacidad atrapadora de radicales oxígeno (ORAC), decoloración del radical catiónico ABTS^{•+} (ABTS) y poder reductor férrico (FRAP). La evaluación estadística se realizó mediante el ajuste de modelos lineales generalizados (GLM) y análisis de correlación. Las medias de producción de ERO, ORAC, ABTS y FRAP fueron de 0,74 URF/min, 4.049,4 μ mol Trolox equivalente / l, 3.347,8 μ mol Trolox equivalente / l y 23,9 mg de ácido ascórbico equivalente / l, respectivamente. Se encontró un efecto significativo ($P < 0,05$) de ORAC sobre la movilidad y la morfología espermática. Los valores de ORAC, ABTS y FRAP presentaron correlaciones altas y positivas con la concentración seminal, mientras la producción de ERO estuvo correlacionada de forma negativa con la vitalidad y la integridad de la membrana plasmática de los espermatozoides. Se determinó que los niveles de ERO y CAT del plasma seminal están relacionados con la calidad del semen equino. Este es el primer reporte de evaluación de la CAT del plasma seminal equino mediante las metodologías ORAC y FRAP.

Palabras clave: antioxidantes, especies reactivas de oxígeno, fertilidad, caballos sementales.

ABSTRACT

The antioxidant capacity of seminal plasma could be definitive for maintaining the viability and functionality of equine semen. The purpose of this study was to determine the total antioxidant capacity (TAC) and the levels of production of reactive oxygen species (ROS) of equine seminal plasma, and its relationship with sperm quality. 24 samples of seminal plasma of Colombian Creole horses were used. ROS production was assessed by fluorescein diacetate test (FDA), and TAC by assays of oxygen radical scavenging capacity (ORAC), ABTS^{•+} radical cation discoloration (ABTS) and ferric reducing power (FRAP). Statistical evaluation was performed by fitting generalized linear models (GLM) and correlation analysis. The means of ROS production, ORAC, ABTS and FRAP were 0.74 RFU / min, 4049.4 μ mol Trolox equivalent / l, 3347.8 μ mol Trolox equivalent / l and 23.9 mg ascorbic acid equivalent / l, respectively. A significant effect ($P < 0.05$) of ORAC on motility and sperm morphology was found. The values of ORAC, ABTS and FRAP showed high and positive correlations with seminal concentration, while ROS production was negatively correlated with vitality and integrity of the sperm plasma membrane. It was determined that levels of ROS and CAT of seminal plasma are associated with equine sperm quality. This is the first report of TAC evaluation of equine seminal plasma using ORAC and FRAP assays.

Key words: antioxidants, reactive oxygen species, fertility, stallions.

Recibido: 09/11/14 Aprobado: 13/10/15

INTRODUCCIÓN

La calidad del semen equino es determinante para el éxito de la inseminación artificial y la producción de embriones, así como es definitiva en el nivel de tolerancia de los espermatozoides a la criopreservación. El plasma seminal, secretado por las glándulas accesorias durante la eyaculación, facilita el transporte, la nutrición y la protección de los espermatozoides en el aparato genital femenino (Katila y Kareskoski, 2006). Adicionalmente, tiene importantes funciones en el metabolismo espermático y en el proceso de fertilización (Guasti *et al.*, 2012). Entre los diversos componentes del plasma seminal equino, se han identificado de forma individual antioxidantes enzimáticos y no enzimáticos, los cuales tendrían como función proteger los espermatozoides de los efectos nocivos de las especies reactivas de oxígeno (ERO), con un consecuente impacto positivo sobre la conservación de la fertilidad (Kankofer *et al.*, 2005; Waheed *et al.*, 2013). De igual forma, se han caracterizado otros componentes del plasma seminal, algunos de los cuales podrían intervenir en la función antioxidante del semen (Pesch *et al.*, 2006).

La cooperación entre los diferentes antioxidantes, proporciona una mayor protección contra el ataque de las ERO que cualquier compuesto por sí solo; por lo tanto, la capacidad antioxidante total (CAT) puede dar más información biológicamente relevante, que la obtenida a partir de la medición de concentraciones de antioxidantes individuales (Ghiselli *et al.*, 2000). A pesar de esto, se conoce muy poco sobre la CAT del plasma seminal equino, y del efecto que ejerce sobre la integridad y la funcionalidad de los espermatozoides.

Entre los métodos más utilizados para la evaluación de la CAT en plantas, alimentos y fluidos corporales, están los ensayos FRAP (poder reductor férrico), ORAC (capacidad atrapadora de radicales oxígeno) y ABTS (decoloración del radical catiónico ABTS^{•+}) (Fingerova *et al.*, 2007). Éstos métodos permiten la evaluación de la acción antioxidante mediante diferentes mecanismos (Prior *et al.*, 2005). Wnuk *et al.* (2010), encontraron mediante la metodología ABTS, una correlación negativa entre la CAT del plasma seminal equino y el daño del ADN de

los espermatozoides. No se conocen reportes de evaluación de la CAT en plasma seminal equino mediante los ensayos ORAC y FRAP, sin embargo ORAC ha sido utilizado en plasma sanguíneo (Wang *et al.*, 2004), mientras FRAP ha sido empleado en semen y plasma seminal humano (Yadav *et al.*, 2006; Pahune *et al.*, 2013). Estudios realizados por Ball *et al.* (2001) y Morrell *et al.* (2013) han evaluado la producción de ERO en semen equino. El objetivo de este estudio fue determinar la CAT y los niveles de producción de ERO del plasma seminal de caballos de la raza Criollo Colombiano, y su relación con la calidad seminal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Doce caballos (*Equus caballus*) de la raza Criollo Colombiano, ubicados en el norte del departamento de Antioquia (Colombia), fueron utilizados para la colecta de dos eyaculados por animal, para un total de 24 muestras seminales. Los caballos fueron sometidos a una colecta semanal, las edades estuvieron comprendidas entre los 4 y 12 años, todos en edad reproductiva con fertilidad comprobada por crías nacidas vivas y con una condición corporal entre 6 y 8, de acuerdo a criterios descritos por Warren (2009). La colecta del semen se realizó de acuerdo a lo descrito por Miró-Arias *et al.* (2011), utilizando una vagina artificial modelo Missouri, lubricada con gel no espermicida y sobre una yegua. La fracción en gel del eyaculado fue retirada por filtración.

Para cada muestra de semen se evaluó el volumen del eyaculado (tubo graduado) y la concentración seminal mediante un espectrofotómetro (Spermacue[®], Minitube). Mediante microscopía de contraste de fase (Eclipse E200[®], Nikon) se evaluó la movilidad progresiva (Gamboa y Ramalho-Santos, 2005), la morfología normal y la vitalidad de los espermatozoides a través de la tinción con eosina-nigrosina (Brito *et al.*, 2011), y la integridad de la membrana plasmática por la prueba hiposmótica (HOS), de acuerdo a lo reportado por Neild *et al.* (1999). Un volumen de 10 ml de semen por eyaculado fue separado en un tubo graduado y centrifugado a 1.200 x g durante 15 minutos, se recuperó un volumen aproximado por muestra de 8 ml de plasma seminal (sobrenadante). El plasma seminal fue

transportado al laboratorio en un dispositivo de refrigeración (Equitainer®, Hamilton Research) y posteriormente fue almacenado en condiciones de congelación (-20°C).

El plasma seminal fue descongelado en un baño de agua a 35°C, y luego se realizó la medición de los niveles de producción de ERO y de CAT. La detección de la producción de ERO se realizó por la metodología de la fluoresceína diacetato (FDA) (Guthrie y Welch, 2006). Cada muestra se preparó con 30 µl de FDA (Molecular Probes®) a 40 mM, 240 µl de una solución buffer (pH 7,4) y 30 µl de plasma seminal. Se utilizaron condiciones controladas de temperatura a 37°C, pH 7,4. Las lecturas se realizaron mediante un espectrofluorímetro LS 55 (Perkin Elmer), a una longitud de onda (λ) de excitación de 490 nm y un slit (rendija) de excitación de 10 nm, y una λ de emisión de 530 nm y un slit de emisión de 15 nm. En ambos casos, los slit fueron definidos a partir de resultados preliminares de evaluación de la emisión de fluorescencia, en un rango entre 2,5 nm a 15 nm. Las lecturas se efectuaron por triplicado.

La evaluación de la CAT del plasma seminal se realizó mediante las metodologías ORAC, ABTS y FRAP. El ensayo ORAC se realizó de acuerdo a lo reportado por Ou *et al.* (2001). Se utilizaron soluciones de fluoresceína 1×10^{-5} M en PBS (75 mM - pH 7,4) y de AAPH 0,6 M en PBS (75 mM, pH 7,4). Cada tubo de reacción se preparó con 21 µl de fluoresceína, 2.899 µl de PBS, 30 µl de plasma seminal y 50 µl de AAPH (Sigma). Se emplearon condiciones controladas de temperatura a 37°C y pH 7,4, adicionalmente se usó Trolox® (Merck) como antioxidante referencia. Las lecturas se realizaron por espectrofluorimetría (Perkin Elmer LS 55) a una λ de excitación de 493 nm y un slit de excitación de 5 nm, y una λ de emisión de 515 nm y un slit de emisión de 15 nm, con atenuador del 1%. El efecto antioxidante de las muestras fue calculado usando las diferencias de áreas bajo la curva de decaimiento de la fluoresceína entre el blanco y la muestra, lo cual se comparó contra una curva patrón con Trolox®.

El ensayo ABTS se realizó de acuerdo a lo descrito por Arts *et al.* (2004). Se emplearon 10 µl de plasma seminal y 990 µl de la solución del radical ABTS•⁺. Luego de 30 minutos de reacción

a temperatura ambiente y en la oscuridad, se midió en un espectrofotómetro (Jenway 6405 UV/Vis), el cambio en la absorbancia respecto a una solución referencia, compuesta por 10 µl de solución buffer y 990 µl de la solución del radical ABTS•⁺. El radical fue generado por oxidación de 3,5 mM de ABTS con 1,25 mM de persulfato de potasio. Después de 24 horas de reacción, se ajustó la absorbancia con PBS a pH 7,4 hasta 0,70 unidades, a una λ de 732 nm y se comparó contra una curva patrón con Trolox®.

Para el método FRAP, 50 µl de plasma seminal se adicionaron a 900 µl de una solución de FRAP (Buffer ácido acético-acetato de sodio (pH 3,4), TPTZ, FeCl₃, en relación 10:1:1). Luego de 30 minutos de reacción se determinó la absorbancia a una λ de 593 nm en un espectrofotómetro (Jenway 6405 UV/Vis). El valor encontrado se comparó con una curva de referencia construida con ácido ascórbico como patrón primario (Benzie y Strain, 1996).

Todos los análisis estadísticos se realizaron mediante el programa SAS 9,1 (Inst. Cary, NC). Se realizó un análisis descriptivo de las variables de calidad seminal, producción de ERO y CAT. Mediante el comando PROC UNIVARIATE se realizaron pruebas de normalidad para cada variable. Con PROC GLM se ajustaron modelos lineales generalizados (GLM), para la evaluación por análisis de varianza de la movilidad espermática, la vitalidad espermática, la morfología normal y la integridad de membrana (HOS). Se incluyeron en cada modelo, los efectos fijos de la producción de ERO y la CAT evaluada por los diferentes métodos, con el fin de evaluar su asociación con las variables dependientes.

La estructura general de los modelos lineales ajustados, fue la siguiente: $Y_{ijklmno} = \mu + E_i + ERO_j + ORAC_k + ABTS_l + FRAP_m + C_n + e_{ijklmno}$, donde: $Y_{ijklmno}$ fue la movilidad espermática, la vitalidad espermática, la morfología normal o la integridad de la membrana; μ , la media general; E_i , el efecto fijo del equino; ERO_j , el efecto fijo de la producción de ERO; $ORAC_k$, el efecto fijo de la actividad antioxidante ORAC; $ABTS_l$, el efecto fijo de la actividad antioxidante ABTS; $FRAP_m$, el efecto fijo de la actividad antioxidante FRAP; C_n , el efecto fijo de la(s) covariable(s) de calidad seminal; y $e_{ijklmno}$, el error experimental. Como

covariables fueron considerados los efectos fijos del volumen y la concentración del eyaculado.

Las comparaciones de medias para los efectos significativos, se realizaron mediante la prueba de Tukey (HSD). Se efectuaron análisis de correlación (Pearson) entre los parámetros estudiados. El nivel de significancia fue $P < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evaluación de las muestras de semen ($n=24$) de caballos de la raza Criollo Colombiano, arrojó los resultados que se describen en el Cuadro 1. De acuerdo a los coeficientes de variación (CV) encontrados, a excepción de la morfología normal que presentó una baja variabilidad ($CV < 20\%$), los demás parámetros de calidad seminal tuvieron un nivel medio de variabilidad ($CV: 20-40\%$). Los resultados hallados para los parámetros de calidad seminal en caballos criollos colombianos, fueron cercanos a los reportados por Mesa (2010) y Restrepo *et al.* (2012).

A partir de las muestras de plasma seminal se encontraron los resultados de producción de ERO y CAT que se describen en el Cuadro 2. Se halló una alta variabilidad ($CV > 40\%$) en los resultados de ERO y de CAT para los diferentes ensayos de medición utilizados (ORAC, ABTS y FRAP), al igual que un amplio rango entre los valores mínimo y máximo encontrados para cada uno de ellos. La excesiva producción de

ERO en el semen equino ha sido relacionado con alteraciones de la cromatina, las membranas y las proteínas de los espermatozoides (Ball, 2009); así como con el descenso de la movilidad (Baumber *et al.*, 2000).

De igual forma, se conoce que los espermatozoides alterados y anormales generan mayores cantidades de ROS, las cuales pueden contribuir con la reducción de la fertilidad y la presentación de problemas relacionados con la preservación de semen (Ball *et al.*, 2001). Sin embargo, pocos estudios han evaluado la producción de ERO en el semen equino fresco (Morrell *et al.*, 2013), y son escasas las referencias de evaluación de la producción de ERO en el plasma seminal equino.

Pese a, que la mayoría de la capacidad antioxidante del semen equino se encuentra en el plasma seminal (Ball, 2008), y que la producción de ERO ha sido asociada a la actividad metabólica de los espermatozoides (Vasconcelos *et al.*, 2010), los resultados de esta investigación, muestran que el plasma seminal por sí solo, es capaz de generar ERO (medidas por la metodología FDA descrita previamente), como se observa en el Cuadro 2. De tal manera, que las ERO del plasma seminal podrían igualmente contribuir con la presentación de alteraciones espermáticas, mediante moléculas como el peróxido de hidrógeno, conocido como la principal ERO causante de citotoxicidad en el semen equino (Burnaugh *et al.*, 2007).

Cuadro 1. Análisis descriptivo de los parámetros de calidad del semen equino fresco.

Parámetro	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación*	Mínimo	Máximo
Volumen (ml)	43,9	15,6	35,6	15,0	75,0
Concentración ($\times 10^6/ml$)	194,7	71,3	36,6	119,0	473,0
Movilidad espermática (%)	62,0	14,3	23,1	30,0	85,0
Vitalidad espermática (%)	73,6	16,8	22,9	30,0	92,0
Morfología normal (%)	74,9	14,4	19,2	21,0	92,0
Integridad de membrana (%)	59,3	17,3	29,1	19,0	87,0

*El coeficiente de variación se expresa como porcentaje (%).

Cuadro 2. Producción de especies reactivas de oxígeno (ERO) y capacidad antioxidante total (CAT) del plasma seminal equino.

Parámetro	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Mínimo	Máximo
ERO	0,74	0,31	41,89	0,00	1,38
ORAC	4.049,41	4.031,73	99,56	802,00	19.225,60
ABTS	3.347,83	2.975,86	88,88	68,86	11.653,73
FRAP	23,91	20,06	83,89	2,39	91,43

ERO: Especies reactivas de oxígeno. ORAC: capacidad atrapadora de radicales oxígeno. ABTS: decoloración del radical catiónico ABTS^{•+}. FRAP: Poder reductor férrico. ERO expresadas en unidades relativas de fluorescencia (URF) / minuto. ORAC y ABTS expresadas como μM de Trolox equivalente / l, y FRAP como mg de ácido ascórbico equivalente / l.

Esto dependería fundamentalmente de que los mecanismos de acción antioxidante sean rebasados por una excesiva generación de ERO, configurándose una condición de estrés oxidativo (Aitken, 2006).

En este estudio, la acción perjudicial de las ERO del plasma seminal sobre los espermatozoides equinos podría hacerse evidente, toda vez que se encontró un efecto significativo de las ERO sobre la movilidad espermática (Cuadro 3), al igual que se hallaron coeficientes de correlación negativos y significativos ($P < 0,05$), entre la producción de ERO y los parámetros de vitalidad espermática ($r = -0,40$) e integridad de la membrana plasmática ($r = -0,47$).

La CAT del plasma seminal podría atribuirse a la acción conjunta de diversas moléculas con actividad antioxidante. Se ha encontrado que el plasma seminal equino posee una amplia variedad de componentes como iones, enzimas y moléculas de bajo peso molecular (Pesch *et al.*, 2006; Waheed *et al.*, 2013), muchos de los cuales son conocidos por su actividad directa o indirecta en fenómenos oxidativos. Son pocos los estudios donde se evalúa la CAT del plasma seminal equino, no obstante, Wnuk *et al.* (2010), empleando el ensayo ABTS, encontraron una correlación negativa entre la CAT y el daño del ADN de los espermatozoides.

Adicionalmente, observaron una amplia variación interindividual en la CAT del plasma seminal equino, tal como se observó en esta investigación, de acuerdo a los altos coeficientes de variación

encontrados (Cuadro 2). De otro lado, aunque no se conocen reportes de evaluación de la CAT mediante los ensayos ORAC y FRAP en el plasma seminal equino, podrían tomarse como referencia valores ORAC y FRAP encontrados en plasma sanguíneo (9.500 $\mu\text{mol/L}$, Wang *et al.*, 2004) y plasma seminal humano (213 mg/L, Pahune *et al.*, 2013), respectivamente.

Aquellos métodos para la evaluación de la CAT cuyo mecanismo de acción antioxidante se fundamenta en la transferencia de un átomo de hidrógeno del antioxidante a la ERO se clasifican como HAT (Hydrogen Atom Transfer), como es el caso de ORAC, mientras aquellos cuyo mecanismo se fundamenta en la donación de un electrón, se clasifican como SET (Single Electron Transfer), como en el caso de FRAP. El ensayo ABTS a pesar de que es usualmente clasificado como SET, puede neutralizar tanto por reducción directa vía transferencia de electrones, como atrapando radicales mediante la transferencia de un átomo de hidrógeno (Prior *et al.*, 2005). De acuerdo a esto, el uso simultáneo de los métodos ORAC, FRAP y ABTS, podría proveer un diagnóstico amplio y posiblemente más acertado de la CAT del plasma seminal equino. Aunado a, los análisis de correlación realizados en este estudio, arrojaron en todos los casos correlaciones altas y positivas ($r > 0,70$) entre los métodos de evaluación de la CAT (ORAC, ABTS y FRAP).

Mediante el análisis de los modelos (GLM) para las variables de calidad del semen equino

(Cuadro 3), se encontraron altos coeficientes de determinación (R^2), de acuerdo a lo cual se infiere que los efectos incluidos explican en una gran proporción la variabilidad propia de cada variable dependiente estudiada. La significancia ($P<0,05$) del efecto del reproductor (equino) en la mayoría de los parámetros de calidad seminal, denota tal como se mencionó previamente, la importancia de la variabilidad interindividual en muchos de los aspectos evaluados en el semen equino. No se encontró significancia ($P<0,05$) del volumen o la concentración del eyaculado, como covariables incluidas en los modelos ajustados.

Se encontró que la CAT del plasma seminal equino, evaluada por el ensayo ORAC, presentó un efecto significativo ($P<0,05$) sobre la movilidad espermática y la morfología normal del semen equino, por lo cual se establecieron tres categorías de nivel ORAC (alto, medio y bajo), con el fin establecer mediante comparación de medias (Tukey), su influencia sobre los parámetros espermáticos mencionados (Cuadro

4). Se observó que las muestras de plasma seminal con altos niveles ORAC presentaron un incremento significativo ($P<0,05$) en la morfología normal de los espermatozoides, mientras no se encontró efecto de la categoría de ORAC sobre la movilidad espermática.

Por otro lado, se hallaron coeficientes de correlación significativos ($P<0,05$) entre la concentración espermática y la CAT evaluada por los ensayos ABTS ($r= 0,62$), ORAC ($r= 0,78$) y FRAP ($r= 0,57$); y entre el volumen del eyaculado y el ensayo ORAC ($r= -0,40$). De manera que, de forma preliminar podría esperarse que los eyaculados con una alta concentración de espermatozoides, tengan una mayor CAT, mientras que un alto volumen seminal podría correlacionarse de forma negativa con la CAT del plasma seminal. De acuerdo a todo lo anterior, la evaluación de la CAT del plasma seminal equino, podría constituirse en una herramienta diagnóstica complementaria para la evaluación de la calidad seminal, tal

Cuadro 3. Resultados de los modelos lineales generalizados (GLM) ajustados para las variables de calidad seminal.

Variable dependiente	n	Media	Valor de P*	R ²	Efectos significativos*
Movilidad espermática	24	62,00	0,005	0,94	Equino, ERO, ORAC
Vitalidad espermática	24	73,64	0,025	0,92	Equino
Morfología normal	24	74,92	0,004	0,95	Equino, ORAC
Integridad de membrana	24	59,34	0,151	0,86	

*Nivel de significancia con $P<0,05$. R²: coeficiente de determinación. ERO: Especies reactivas de oxígeno. ORAC: ensayo de la capacidad atrapadora de radicales oxígeno.

Cuadro 4. Comparación de medias por categorías de ORAC para la movilidad y la morfología espermática.

Categoría ORAC	n	Morfología normal (%)*	Movilidad espermática (%)*
Alto (>400)	7	83,58 ^a	65,71 ^a
Medio (200-400)	11	73,42 ^b	58,75 ^a
Bajo (<200)	6	67,84 ^b	64,16 ^a

ORAC: capacidad atrapadora de radicales oxígeno. Los rangos por categoría de ORAC son expresados en μM de Trolox equivalente / l. *Letras diferentes (columnas) indican diferencia estadística significativa ($P<0,05$).

como se había planteado previamente (Wnuk *et al.*, 2010). Estudios futuros podrían enfocarse en determinar la influencia de la CAT sobre la capacidad fecundante o la fertilidad del semen equino.

CONCLUSIONES

Los altos niveles de especies reactivas de oxígeno ejercen un efecto negativo sobre la calidad espermática. A su vez la capacidad antioxidante total del plasma seminal, está asociada a diferentes indicadores de calidad del semen de caballos Criollos Colombianos, encontrándose una relación directa entre el nivel ORAC y la morfología normal. Los ensayos ORAC y FRAP, al igual que el ensayo ABTS, pueden considerarse como metodologías apropiadas para la evaluación de la capacidad antioxidante total del plasma seminal equino, siendo el método ORAC el que posiblemente tendría un mayor valor predictivo de la calidad seminal por su relación con la movilidad y la morfología espermática. Este estudio se constituye como pionero en la evaluación de la CAT del plasma seminal equino mediante los ensayos ORAC y FRAP.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por la Dirección de Investigación y Posgrados del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Antioquia, Colombia. Agradecidos con el personal de los Laboratorios en Biotecnología Animal del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid y del Laboratorio de Química de los Alimentos de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

LITERATURA CITADA

- Aitken, R. 2006. Sperm function test and fertility. *Int J Androl.*, 9(1): 69-75. Disponible en línea: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16466526>. [Nov. 09, 2014].
- Arts, M., S. Dallinga, H. Voss, G. Haenen and A. Bast. 2004. A new approach to assess the total antioxidant capacity using the TEAC assay. *Food Chem.*, 88(4):567-570. Disponible en línea: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814604001591>. [Nov. 09, 2014].
- Ball, B. 2008. Oxidative stress, osmotic stress and apoptosis: Impacts on sperm function and preservation in the horse. *Anim Reprod Sci.*, 107(3-4):257-267. Disponible en línea: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18524506>. [Nov. 09, 2014].
- Ball, B. 2009. Role of oxidative stress in normal and abnormal function of equine spermatozoa. *Rev Bras Reprod Anim.*, 33(6):20-24. Disponible en línea: http://uesc.br/cursos/pos_graduacao/mestrado/animal/bibliografia2012/paola_artigo4_oxidative.pdf. [Nov. 09, 2014].
- Ball, B., A. Vo and J. Baumber. 2001. Generation of reactive oxygen species by equine spermatozoa. *Am J Vet Res.*, 62(4):508-515. Disponible en línea: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11327456>. [Nov. 09, 2014].
- Baumber, J., B. Ball, C. Gravance, V. Medina and M. Davies-Morel. 2000. The effect of reactive oxygen species on equine sperm motility, viability, acrosomal integrity, mitochondrial membrane potential and membrane lipid peroxidation. *J Androl.*, 21(6):895-902. Disponible en línea: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11105916>. [Nov. 09, 2014].
- Benzie, I. and J. Strain. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "Antioxidant Power": the FRAP assay. *Anal Biochem.*, 239(1):70-76. Disponible en línea: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8660627>. [Nov. 09, 2014].
- Brito, L., L. Greene, A. Kelleman, M. Knobbe and R. Turner. 2011. Effect of method and clinician on stallion sperm morphology evaluation. *Theriogenology.* 76(4):745-750. Disponible en línea: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21612814>. [Nov. 09, 2014].
- Burnaugh, L., K. Sabeur y B. Ball. 2007. Generation of superoxide anion by equine spermatozoa as detected by dihydroethidium. *Theriogenology.*, 67(3):580-589. Disponible en línea: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17281466>. [Nov. 09, 2014].

- www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17045638. [Nov. 09, 2014].
- Fingerova, H., J. Novotny, J. Barborik, J. Brezinova, M. Svobodova, M. Krskova and I. Oborna. 2007. Antioxidant capacity of seminal plasma measured by Tas Randox®. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub.*, 151(1):37-40. Disponible en línea: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17690737>. [Nov. 09, 2014].
- Gamboa, S. y J. Ramalho-Santos. 2005. SNARE proteins and caveolin-1 in stallion spermatozoa: possible implications for fertility. *Theriogenology*. 64(2):275-291. Disponible en línea: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15955353>. [Nov. 09, 2014].
- Ghiselli, A., M. Serafini, F. Natella and C. Scaccini. 2000. Total antioxidant capacity as a tool to assess redox status: critical view and experimental data. *Free Rad Biol Med.*, 29(11):1106-1114. Disponible en línea: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11121717>. [Nov. 09, 2014].
- Guasti, P., G. Monteiro e F. Papa. 2012. Componentes do plasma seminal e sua influência sobre a criopreservação e fertilidade de espermatozoides equinos. *Veterinária e Zootecnia.*, 19(2):169-180. Disponible en línea: <http://www.fmvz.unesp.br/rvz/index.php/rvz/article/view/332>. [Nov. 09, 2014].
- Guthrie, H. y G. Welch. 2006. Determination of intracellular reactive oxygen species and high mitochondrial membrane potential in Percoll-treated viable boar sperm using fluorescence-activated flow cytometry. *J Anim Sci.*, 84:2089-2100. Disponible en línea: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16864869>. [Nov. 09, 2014].
- Katila, T. and M. Kareskoski. 2006. Components of stallion seminal plasma and their influence on spermatozoa. *Pferdeheilkunde.*, 22(2):193-200. Disponible en línea: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18556156>. [Nov. 09, 2014].
- Kankofer, M., G. Kolm, J. Aurich and C. Aurich. 2005. Activity of glutathione peroxidase, superoxide dismutase and catalase and lipid peroxidation intensity in stallion semen during storage at 5°C. *Theriogenology.*, 63(5):1354-1365. Disponible en línea: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0093691X04002419>. [Nov. 09, 2014].
- Mesa, A. 2010. Efecto del colesterol y la dimetil formamida sobre la criosupervivencia de espermatozoides de caballos criollos colombianos. Tesis de M.Sc. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Medellín, Colombia. 34 p. Disponible en línea: <http://www.bdigital.unal.edu.co/2614/1/43984608.2010.pdf>. [Nov. 09, 2014].
- Miró-Arias, M., A. Vallecillo, J. León y J. Vega-Pla. 2011. Efecto del semental sobre las características seminales del caballo de las retuertas. *Arch Zootec.*, 60(231):345-348. Disponible en línea: http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0004-05922011000300007&script=sci_arttext. [Nov. 09, 2014].
- Morrell, J., C. Winblad, A. Georgakas, G. Stuhmann, P. Humblot and A. Johannisson. 2013. Reactive oxygen species in stallion semen can be affected by season and colloid centrifugation. *Anim Reprod Sci.*, 140(1-2):62-69. Disponible en línea: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23778304>. [Nov. 09, 2014].
- Neild, D., G. Chaves, M. Flores, N. Mora, M. Beconi and A. Agüero. 1999. Hypoosmotic test in equine spermatozoa. *Theriogenology.*, 51(4):721-727. Disponible en línea: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10728997>. [Nov. 09, 2014].
- Ou, B., M. Hampsch-Woodill and R. Prior. 2001. Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. *J Agric Food Chem.*, 49(10):4619-4626. Disponible en línea: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf010586o>. [Nov. 09, 2014].
- Pahune, P., A. Choudhari and P. Muley. 2013. The total antioxidant power of semen and its correlation with the fertility potential of human male subjects. *J Clin Diagn Res.*, 7(6):991-995. Disponible en línea: <http://>

- www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23905087. [Nov. 09, 2014].
- Pesch, S., M. Bergmann and H. Bostedt. 2006. Determination of some enzymes and macro- and microelements in stallion seminal plasma and their correlations to semen quality. *Theriogenology.*, 66:307-313. Disponible en línea: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16413936>. [Nov. 09, 2014].
- Prior, R., X. Wu and K. Schaich. 2005. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *J Agric Food Chem.*, 53(10):4290-4302. Disponible en línea: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15884874>. [Nov. 09, 2014].
- Restrepo, G., J. Duque and J. Montoya. 2012. Effect of two protocols of cryopreservation on fertilizing capacity of stallion (*Equus caballus*) semen. *Rev Fac Nac Agr.*, 65(2):6711-6718. Disponible en línea: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/36504>. [Nov. 09, 2014].
- Vasconcelos, A., M. Santana, A. Santos, M. Santero and M. Lagares. 2010. Metabolic evaluation of cooled equine spermatozoa. *Andrologia.*, 42:106-111. Disponible en línea: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20384800>. [Nov. 09, 2014].
- Waheed, M., S. El-Bahr and A. Al-haider. 2013. Influence of seminal plasma antioxidants and osteopontin on fertility of the Arabian horse. *J Eq Vet Sci.*, 33:705-709. Disponible en línea: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0737080612008702>. [Nov. 09, 2014].
- Wang, C., C. Chu, K. Chu, K. Choy, K. Khaw, M. Rogers and C. Panq. 2004. Trolox-equivalent antioxidant capacity assay versus oxygen radical absorbance capacity assay in plasma. *Clin Chem.*, 50(5):952-954. Disponible en línea: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15105359>. [Nov. 09, 2014].
- Warren, L. 2009. Feeding the stallion. Pub. Alberta Agriculture and Rural Development, Alberta, USA. 4 p. Disponible en línea: [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/agdex9622/\\$FILE/feeding-the-stallion.pdf](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/agdex9622/$FILE/feeding-the-stallion.pdf). [Nov. 09, 2014].
- Wnuk, M., B. Lewinska, G. Oklejewicz, M. Bartosz, M. Tischner and M. Bugno-Poniewierska. 2010. Redox status of equine seminal plasma reflects the pattern and magnitude of DNA damage in sperm cells. *Theriogenology.*, 74(9):1677-1684. Disponible en línea: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20728929>. [Nov. 09, 2014].
- Yadav, S., A. Suryakar, A. Huddedar, P. Durgawale and P. Shukla. 2006. Antioxidant treatment a new therapeutic approach to reversible male infertility. *Biomedical Research.*, 17(3):175-178. Disponible en línea: http://www.researchgate.net/publication/255666584_Antioxidant_treatment_a_new_therapeutic_approach_to_reversible_male_infertility. [Nov. 09, 2014].

Nota Técnica

Evaluación de concentrados comerciales sobre el crecimiento de becerros doble propósito en la zona central de Venezuela

Evaluation of concentrated commercial growth calves on dual purpose in the center of Venezuela

Jacqueline Saddy¹, Luis Depablos¹, Yrina Colina² y Daniel Vargas¹¹Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Maracay. Venezuela.²Libre ejercicio. *Correo electrónico: jsaddyu@hotmail.com

RESUMEN

Para evaluar la utilización de concentrados comerciales sobre el desempeño biológico (peso, ganancia diaria de peso; GDP, consumo de concentrado y pasto) y económico (presupuesto parcial), se realizó un experimento durante 105 días, con 12 animales mestizos Brahman x Holstein, edad promedio inicial 84,08±21,18 días, confinados individualmente, amamantamiento diario de 30 minutos (am) y forraje a voluntad, asignados a los tratamientos testigo: T0 (n=6): 1 kg/día de concentrado de 10,45%PC, 0,22%Ca y 0,45%P y Comercial: T1 (n=6): 1 kg/día concentrado de 20,64%PC, 1,17%Ca y 1,07%P. Se usó un diseño de medidas repetidas en el tiempo, 02 repeticiones y pruebas de medias por Tukey HSD para las variables de pesos vivo: PV (kg) inicial: PI (kg) y final PF (kg) y ANOVA para Ganancia diaria de peso: GDP (kg/día), consumo de pasto: CP (kg), y consumo concentrado: CC (kg). Se reportaron valores de PI y PF, con promedios de 61,0±13,1 kg y 107,67±13,3 kg, respectivamente. GDP: 0,412±0,069 kg/día, CC: 0,85±0,32 kg/día, CP: 2,97±1,59 kg/día. El precio de los alimentos concentrados fue T1: 1,4 Bs/kg y T2: 1,84 Bs/kg. Solo CC mostró diferencias estadísticas (P<0,01) donde T1 (0,98±0,02 kg/día) fue superior a T0 (0,86±0,02 kg/día). El análisis económico no mostró diferencias notables en GDP para superar los costos asociados a la suplementación, resultando la tasa de retorno promedio de -22,96%. Por lo que se determina que para el presente ensayo el uso del alimento T0 es viable tanto en sus índices de producción como económicos.

Palabras clave: Bovinos, pre-destete, ganancia de peso.

ABSTRACT

To evaluate the use of commercial concentrates on the biological performance (weight, daily gain, GDP, consumption of concentrate and grass) and economic (partial budget), an experiment was conducted for 105 days, with 12 Brahman x Holstein crossbred heifers, with initial average age 84.08 ± 21.18 days, confined individually, daily breastfeeding 30 minutes (am) and feed at will, assigned to the control treatments: T0 (n = 6): 1 kg / day of concentrate 10.45% CP, 0.22% Ca and 0.45% P and Commercial: T1 (n = 6): 1 kg / day concentrate PC 20.64%, 1.17% Ca and 1.07% P. Repeated measures design in time 02 repetitions and means tests by Tukey HSD was used. PV (kg) Initial: PI (kg) and final PF (kg) Gain say weight: GDP (kg / day), consumption of grass: CP (kg), and feed intake CC (kg). PF and PI values were reported, with averages of 61.0 ± 13.1 kg and 107.67 ± 13.3 kg, respectively. GDP: 0.412 ± 0.069 kg / day, CC: 0.85 ± 0.32 kg / day, CP: 2.97 ± 1.59 kg / day. The price of concentrated feed T1 was 1.4 B / kg and T2: Bs 1.84 / kg. Only CC showed statistical differences (P<0.01) where T1 (0.98 ± 0.02 kg / day) was higher than T0 (0.86 ± 0.02 kg / day). The economic analysis showed no significant differences in GDP to overcome the costs associated with supplementation, resulting in the average rate of return of -22.96%. So it is concluded that for this test the use of feed T0 is viable both in its production and economic indexes.

Key words: Cattle, pre-weaning, weight gain.

Recibido: 10/06/13 Aprobado: 01/10/15

INTRODUCCIÓN

El sistema de producción ganadero doble propósito se desarrolla en el medio tropical y se caracteriza por el uso de *Bos taurus* x *Bos indicus* con el fin de mejorar los niveles de productividad de leche y de carne (Vaccaro y López, 1995; Salamanca *et al.*, 2011), alcanzando en Venezuela aportes del 90% por producción de leche (González-Stagnaro *et al.*, 2002).

En Venezuela, los sistemas de producción de doble propósito se caracterizan por tener rebaños donde los becerros son generalmente manejados por la propia familia y los aportes nutricionales suministrados en la mayoría de los casos son limitados a una alimentación a base de pastos, siendo estos en época críticas (sequía, transición sequía-lluvias) de baja calidad, lo que se traduce en baja respuesta productiva del animal y por ende del sistema de producción (Preston y Leng, 1987; Escobar, 1992; Capriles, 1993; Benezra, 2001).

El uso de concentrados comerciales en la suplementación de animales de doble propósito, es una práctica no siempre adecuada desde el punto de vista de la sostenibilidad, siendo la forma más económica de alimentar a los rumiantes en las áreas tropicales y subtropicales a base de pasto, pero estos no siempre son de una calidad adecuada y en muchos casos no cubren los requerimientos energético-proteicos necesarios para la producción, además la deficiencia y disponibilidad de nutrientes en los forrajes tropicales, ocasiona retardo en el crecimiento de los vacunos. Percibiendo la necesidad, además de un mejoramiento de los pastizales, del uso de complementos alimenticios en la dieta tales como suplementos estratégicos, entre otros, que permitan resolver las deficiencias de la dieta basal, al menos en algunos estados fisiológicos y durante épocas críticas, que mitiguen los problemas de índole productivos y futura actividad reproductiva, siempre y cuando estos representen retornos económicos que sean rentables para quien lo aplica (Pérez, 1977; Chicco y Godoy, 1987; Garmendia *et al.*, 1991; Escobar, 1992; Saddy *et al.*, 2002).

Muchos son los trabajos que reportan las bondades del uso de concentrados o suplementos estratégicos en la dieta animal y el uso de este tipo de recursos, es una de las variables de

mayor importancia en la estructura de costos de producción dentro de la actividad ganadera, pero pocos estudios, reportan en conjunto aspectos que evalúen tanto las bondades del producto en la producción (crecimiento, producción de leche) como su rentabilidad económica, siendo esta fundamental para determinar si el recurso utilizado es o no rentable (Wadsworth, 1997; Depablos *et al.*, 2011).

Son variadas las técnicas para estimar la evaluación económica del uso de recursos o complementos alimenticios (minerales, concentrados, suplementos); entre ellos los métodos de beneficio-costo, análisis económico, análisis financiero y/o margen bruto, presupuesto parcial, entre otros; siendo este último recomendado para evaluar alternativas tecnológicas en la producción agropecuaria, ya que permite hacer análisis de asignación de recursos a corto plazo y no incluye ingresos o costos comunes a las alternativas tecnológicas, motivo por el cual se le denomina parcial (Ordoñez, 2000).

En función de ello, el presente trabajo tiene como objetivo principal evaluar algunas variables productivas y económicas al incorporar alimentos concentrados en el crecimiento de animales bovinos doble propósito pre-destete estabulados en la zona central de Venezuela durante la época seca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo experimento durante 105 días donde se evaluó el crecimiento de 12 becerros doble propósito pre-destete (ocho hembras y cuatro machos), aproximadamente 1/2 Holstein-1/2 Brahman, con edad promedio de 84,1 días de nacidos, en el Laboratorio Sección Bovinos (LSB), Instituto de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay, ubicado a 10° 17' de latitud Norte; 67° 37' longitud Oeste, 460 m.s.n.m., fotoperiodo poco variable y períodos de sequía (diciembre-mayo) y de lluvia (junio-noviembre) bien definidos, lo que es característico de un ecosistema de bosque seco tropical; siendo los valores climáticos promedios al momento del ensayo (época seca) de 26,15°C, humedad relativa 68,15%, precipitación anual de 7,68mm (Cuadro 1).

Manejo

Los animales fueron mantenidos durante el periodo de ensayo en galpón techado con laterales abiertos al norte y al sur, distribuidos al azar en puestos individuales de piso de concreto de 1,5 m de ancho x 12 m de largo.

La alimentación consistió en amamantamiento matutino (8:30 am) restringido por 30 minutos luego de que sus madres fueran ordeñadas mecánicamente sin la presencia o apoyo del becerro seguido del suministro de forraje fresco *ad libitum* (*Cynodon sp.*, *Panicum sp.*, *Pennisetum sp.*, *Brachiaria sp.*) cosechado diariamente en el Campus del LSB-UCV Maracay, agua a voluntad y alimento concentrado (un kg alimento/animal/día), cuya composición fue balanceada con materias primas convencionales (harina de maíz amarillo, harina de torta soya, harina de pescado, afrecho de trigo, carbonato de calcio, vitaminas y minerales).

Valores bromatológicos (AOAC, 1990) de los alimentos concentrado/tratamiento utilizados y del pasto son mostrados en el Cuadro 2.

Los animales fueron tratados sanitariamente de acuerdo a las exigencias y apertura de los ciclos exigidos por el INSAI (2008), estableciendo para ello en los meses de mayo y noviembre, controles contra Aftosa, Rabia y Brucelosis. Los baños contra ectoparásitos se realizaron de acuerdo al tipo y grado de infestación presente.

Tratamientos y variables analizadas

Se establecieron dos tratamientos T0: testigo y T1: comercial (06 animales/tratamiento

distribuidos con 04 hembras y 02 machos en cada uno), balanceados por edad, sexo y peso al inicio del ensayo.

Las variables analizadas fueron peso vivo: PV (kg) al inicio: PI (kg) y final: PF (kg) del ensayo, tomando registros semanales de PV en báscula para ganado Toledo Scale® modelo 2181 con graduación mínima de 1 kg y capacidad 750 kg; Ganancia diaria de peso: GDP (kg/día) estimada por regresión, como la pendiente de la ecuación de la recta de los cambios de peso frente al tiempo; consumo de pasto: CP (kg) y consumo de alimento concentrado: CC (kg), determinados semanalmente por diferencia en peso entre lo ofrecido y rechazado de un día a otro, en balanza de reloj comercial.

Análisis y procesamiento de los datos

Previo a la realización de los análisis estadísticos, se sometieron las variables evaluadas a la comprobación de los supuestos del análisis de varianza (pruebas de normalidad, homogeneidad, aditividad). El análisis de varianza, los PV fueron analizados por medidas repetidas en el tiempo. El resto de las variables (GDP, CC y CP) se usó ANOVA de dos vías. En ambos análisis la prueba de comparación de medias fue por Tukey HSD. Analizados por el programa estadístico computarizado Statistix V.8.0.

La evaluación económica fue realizada por el método de presupuesto parcial (Ordóñez, 2000), el cual está formado por tres secciones: a) Beneficios, que incluye los efectos económicos positivos sobre control, tanto ingresos adicionales

Cuadro 1. Condición climática del área experimental al momento de la ejecución del ensayo.

Mes	T	H	PP
Diciembre	26,00	73,90	7,62
Enero	26,20	66,10	3,53
Febrero	26,00	67,60	10,41
Marzo	26,40	65,00	9,15
Promedio	26,15	68,15	7,68

T: Temperatura (°C); H: Humedad relativa (%); PP: Precipitación (mm).

Fuente: Maracay-B. A. Sucre.

como costos reducidos; b) Perjuicios, que incluye los efectos económicos negativos, tanto los costos adicionales como los ingresos reducidos; y c) Análisis, que considera el cambio neto en el ingreso, la tasa de retomo sobre costos y el análisis de punto de equilibrio, mediante el cual, conocido el precio del producto, se calculó la cantidad requerida para cancelar los costos adicionales. De todas las variables medidas se tomó para la evaluación económica la ganancia de peso del animal por poseer cualidades para tal fin. El PV, variable que también pueden tener valor, en el análisis de medidas repetidas es el resultado del promedio de todas las mediciones a lo largo del ensayo, razón por la que fue considerada la GDP como la variable a evaluar.

Adicionalmente, el PV promedio, pudiese tener como efecto confundido el diferente peso inicial

de los animales, el cual pudo ser afectado por manejo u otros factores existentes en las etapas previas al ensayo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Promedios reportados en el análisis del ensayo fueron: edad inicial para T0: 86,3 días y T1: 81,8 días; PI: 61,0±13,1 kg; PF: 107,7±13,5 kg; GDP: 0,412±0,069 kg/día; CC: 0,85±0,32 kg/día y CP: 2,97±1,59 kg/día. El análisis estadístico para las variables analizadas sólo mostró diferencias ($P>0,01$) para CC, donde T1 (0,98±0,02 kg/día) fue superior a T0 (0,86±0,02 kg/día). El resto de las variables mantuvo un comportamiento similar entre tratamientos. Los pesos obtenidos en el presente ensayo oscilaron entre 60,3 kg a 109,7 kg, desde el inicio al final del ensayo (Cuadro 3, Figura).

Cuadro 2. Valor de los análisis bromatológicos realizados a los alimentos concentrados utilizados en el ensayo.

Variables (%)	PC	Grasa	Cenizas	Ca	P
T0	10,45	3,13	8,72	0,224	0,453
T1	20,64	7,26	8,88	1,17	1,072
Pasto	8,81	1,74	13,57	0,66	0,36

T0: Tratamiento testigo; T1: Tratamiento comercial; PC: Proteína Cruda; Ca: Calcio; P: Fosforo; FC: Fibra Cruda.

Cuadro 3. Valores promedios de las variables analizadas para los índices de consumo.

Variables	Tratamientos	
	T0	T1
PI (kg)	60,3±13,16	61,7±14,21
PF (kg)	105,7±14,22	109,7±13,65
PV (kg)	84,82±2,02	89,78±2,02
GDP (kg/día)	0,392±0,02	0,432±0,02
CP (kg)	0,86 ^b ±0,02	0,98 ^a ±0,02
CC (kg)	3,20±0,16	3,22±0,16

T0: Tratamiento testigo; T1: Tratamiento comercial; PI: Peso inicial; PF: Peso final; PV: Promedio peso vivo; GDP: Ganancia diaria de peso; CC: Consumo concentrado; CP: Consumo pasto, Letras distintas en una misma fila indican diferencias estadísticamente significativas $P>0,01$.

Los valores de GDP reportados en el presente trabajo para T0: 0,392 kg/día y T1: 0,432 kg/día, se ubican en los rangos señalados por diversos autores (Roncallo *et al.*, 1996; Saddy *et al.*, 2002). Ejemplos concretos de la bondad de la incorporación de suplementos, modelos de producción o evaluación de registros sobre la GDP, en condiciones ambientales similares al presente trabajo, los mostraron Moreno, *et al.* (1997), al trabajar con becerros predestete suministrando el 2% del peso vivo de harina de maíz vs alimento balanceado, observando valores significativos sobre la ganancia diaria de peso en aquellos animales que consumieron alimento concentrado (427,54 g/día vs 396,08 g/día). González-Stagnaro *et al.* (2006) evaluaron el crecimiento de hembras pre-destete en diferentes sistemas de manejo obteniendo promedios de edad al destete, peso al destete y GDP de $9,7 \pm 0,1$ meses y $162,2 \pm 1,1$ kg y 549,9 gr/d, respectivamente. Salamanca *et al.* (2011) evaluando factores que inciden en el crecimiento predestete reportó pesos al destete de $137,65 \pm 28,04$ kg y ganancias diarias de peso de $362,3 \pm 86,96$ gr/d.

El consumo de suplementos nutricionales o concentrados se ha estudiado en conjunto con el crecimiento animal, desde su nacimiento hasta post-destete, siendo estos en algunos casos significativos o no (Coverdale *et al.*, 2004; Medrano y Hernández, 2007; Castro y Elizondo, 2012) consumiendo en promedio entre

96 y 3.200 gr/d, rango en el cual se ubican los promedio reportado en el presente trabajo, según el tratamiento evaluado.

El análisis económico fue realizado en tres posibles precios de venta, a saber: 1) 5,5 Bs/kg en pie, precio contemplado en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, 2007, N° 38994) 7,33 Bs/kg, precio de venta superior al establecido oficialmente que obedece a presiones de leyes económicas de oferta y demanda, razones explicadas con más detalle por Depablos *et al.* (2011) y 3) 11 Bs/kg, dado que los animales utilizados en el ensayo son mestizos(as) en crecimiento, y pueden ser vendidos como reproductores o reemplazos de vientres para la producción lechera, su precio en el mercado es superior al de animales vendidos para ser cebados o beneficiado. Adicionalmente, existe a nivel nacional una prohibición (Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, 2007, N° 38632) en todo el territorio nacional del sacrificio de hembras bovinas preñadas, sin motivos sanitarios y/o zootécnicos que justifiquen su eliminación.

Para los tres escenarios estudiados, la tasa de retorno sobre los costos (TRC) resultó negativa, no logrando los beneficios superar los costos asociados a la utilización de T1 en comparación a T0, resultando en promedio -22,96% (Cuadro 4) acercándose a cero medida que el precio de venta en pie se incrementó.

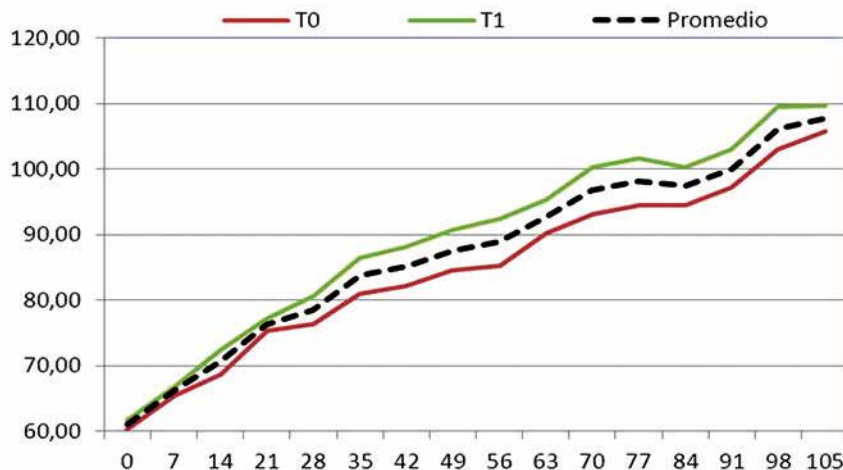


Figura. Valores promedios de peso vivo de los animales/ensayo en el periodo de duración del ensayo.

Cuadro 4. Análisis económico (presupuesto parcial).

Tratamiento	Precio de venta	Cambio neto en el ingreso	Tasa de retorno sobre costos	Punto de equilibrio por carne	Diferencias obtenidas contra control
	Bs/kg en pie	Bs/animal	%	kg/animal/día ¹	kg/animal/día
T1	5,5	-0,614	-27,4	0,153	
	7,33	-0,539	-24,1	0,115	0,041
	11	-0,389	-17,4	0,076	

¹GDP adicional al control.

En cuanto al punto de equilibrio por carne (GDP adicional al control que debían lograr para resarcir los costos asociados a la utilización de T1 disminuyó desde 0,153 hasta 0,076 kg/animal/día con precios de venta el pie de 5,5 y 11 Bs/kg respectivamente. Sin embargo la GDP obtenida no superó 0,041 kg/animal/día.

Los resultados del análisis económico realizado son similares a los encontrados por Depablos *et al.* (2011) donde la utilización de distintos alimentos aún cuando biológicamente resultaron en mejoras, económicamente no superaron al control (TRC desde -15,33 hasta -9,04%). Es necesario resaltar que tanto la GDP (0,496 a 0,697 kg/animal/día) obtenida por Depablos *et al.* (2011), cantidad de alimento suministrada a los animales (3 kg/animal/día) como la condición fisiológica de ellos (muntas y novillas) fueron diferentes al presente estudio. En el mismo orden de ideas, Araque *et al.* (2000) evaluando bloques multinutricionales sobre la ganancia de peso en mautas implantados o no, señalaron que la mayor GDP (592 g/d) se presentó en animales que consumieron bloques y fueron implantados; pero, la TRC favoreció a los que solamente consumieron bloque (189%) aunque su incremento diario de peso fue menor (519 g/d).

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones experimentales no es posible reemplazar al alimento testigo (T0) con T1 en la suplementación de becerros mestizos doble propósito, ya que estos no fueron

suficientemente amplios como para resarcir los costos de su utilización.

LITERATURA CITADA

- AOAC, 1990. Official methods of analysis. Association of the Official Analytical Chemists. 15th ed. Washington, D. C.
- Araque, C., G. Arrieta y E. Sandoval. 2000. Evaluación del efecto de los bloques multinutricionales con y sin implante sobre la ganancia de peso en mautas Rev. Fac. Agron. (LUZ):17: 335-341.
- Benezra, M. 2001. Comportamiento reproductivo y crianza del becerro en rebaños bovinos de doble propósito. **En:** Carlos González Stagnaro (Ed). Reproducción bovina. 1ra Edición. Venezuela, pp. 187-202.
- Capriles, M. 1993. Realidad de la producción de leche con vacunos en Venezuela. I Cursillo de Ganadería de Doble Propósito. Maracay, Venezuela pp. 1-15. (Memorias).
- Castro, P. y J. Elizondo. 2012. Crecimiento y desarrollo ruminal en terneros alimentados con iniciador sometido a diferentes procesos. *Agronomía Mesoamericana*, 23(2), 343-352. Disponible en línea: <http://dx.doi.org/10.15517/am.v23i2.6534>. [Nov. 15, 2012].
- Chicco, C. y S. Godoy. 1987. Suplementación mineral de bovinos de carne a pastoreo. **En:** D. Plasse y N. Peña de Borsotti (Eds.) III Cursillo sobre Bovinos de Carne. Facultad

- de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. pp. 47- 103.
- Coverdale, J., H. Tyler, J. Quigley and J. Brumm. 2004. Effect of various levels of forage and form of diet on rumen development and growth in calves. *J. Dairy Sci.* 87:2554-2562.
- Depablos, L., Y. Colina, D. Vargas y J. Saddy. 2011. Utilización de diferentes suplementos en la alimentación de hembras vacunas mestizas en crecimiento estabuladas. *Zootecnia Trop.*, 29(4): 435-443.
- Escobar, A. 1992. Suplementación energética de ganado de doble propósito. **En:** Ganadería Mestiza de Doble Propósito. (C. González-Stagnaro). Ed. Astro Data S.A. Maracaibo. pp. 495-512.
- Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, 2008. Tribunal Supremo de Justicia. N° 38994. Disponible en línea: <http://www.hpcd.com/es/gazettes/38994.pdf> [Nov. 29, 2012].
- Garmendia, J., S. Godoy y C. Chicco. 1991. Complementación y suplementación, estrategias alimenticias para bovinos a pastoreo. **En:** D. Plasse, N. Peña de Borsotti, y J. Arango (Eds.). VII Curso sobre Bovinos de Carne. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. Maracay, pp. 141-167.
- González-Stagnaro, C., E. Soto y L. Ramírez. 2002. Avances en la Ganadería de Doble Propósito. Fundación GIRARZ. Ediciones Astro Data. Maracaibo, Venezuela. 8. p.
- González-Stagnaro, C., M. Rodríguez-Urbina, J. Goicochea-Llaque., N. Madrid-Bury y D. González-Villalobos. 2006. Crecimiento Pre-Destete en Hembras Bovinas Doble Propósito. *Rev. Cient. (Maracaibo)*, Volumen 16, N° 3, pp. 288-296. Disponible en línea: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-2592006000300011&lng=es&nrm=iso. ISSN 0798-2259. [Nov. 15, 2012].
- INSAI. Instituto Nacional de Salud Integral. 2008. Ley de Salud Agrícola Integral. Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras. Gobierno Bolivariano de Venezuela.
- Medrano, L. y R. Hernández. 2007. Efecto de la suplementación con alimentos balanceados en el desempeño productivo y económico de terneros lactantes bajo un sistema de doble propósito en subregión sabanas del Departamento de Sucre. Universidad de Sucre. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Sincelejo-Sucre, Colombia. pp. 1-65.
- Moreno, A., N. Rojas, J. Aranguren, G. Soto y D. Durán. 1997. Efecto de la suplementación y la época de nacimiento sobre el crecimiento predestete de becerras mestizas. *Revista Científica, FCV-LUZ*: 2(2): 75-82.
- Ordóñez, J. 2000. Evaluación económica de alternativas tecnológicas en doble propósito. X Congreso Venezolano de Zootecnia. Universidad Nacional Experimental de Los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora. Guanare, Portuguesa. Disponible en línea: http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/xcongreso/P164_EvalEcAltTecDobPro.pdf [Abr. 12, 2007].
- Pérez, F. 1977. Posibilidades de los pastos en el trópico. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 11:119-136.
- Preston, T. R. y R. A. Leng. 1987. Matching Ruminant Production Systems with Available Resources in the Tropics and Sub-tropics. Penambul Books, Armidale. 232 p.
- Roncallo, B., A. Navas. y A. Garibella. 1996. Potencial de los frutos de plantas nativas en la alimentación de rumiantes. **En:** II Seminario Internacional. Silvopastoreo: Alternativa para una ganadería moderna y competitiva. Valledupar, Neiva y Villavicencio. pp. 231-244.
- Saddy, J., J. Combellas, T. Tesorero y L. Gabaldón. 2002. Comparación de dos sistemas de alimentación con cama de pollos sobre la ganancia de peso en bovinos. *Zootecnia Trop.* 20(1):111-119.
- Salamanca, A., R. Quintero y J. Benitez. 2011. Características de crecimiento predestete en becerros del Sistema Doble Propósito

- en el municipio de Arauca. *Zootecnia Trop.*, 29(4): 455-465. 2011
- STATISTIX 8. Analytical Software (1985-2003).
- Vaccaro, L. and D. López. 1995. Genetic improvement of dual purpose cattle in Latin America. **En:** Boletín de Información Sobre Recursos Genéticos Animales. FAO. 16: 15-31.
- Wadsworth, J. 1997. Análisis de sistemas de producción animal. Tomo 1: Las bases conceptuales. Departamento de Agricultura. Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación. Producción y Sanidad Animal (Nº 140/1). Roma. 80 p. Disponible en línea: <http://www.fao.org/docrep/004/W7451S/W7451S00.htm#TOC> [Jun. 10, 2009].

NORMAS DE PUBLICACIÓN (Instrucción a los Autores)

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

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

Estudios con enfoque cuantitativo:	Estudios con enfoque cualitativo:
- Introducción: Problema, justificación y objetivos.	- Introducción: Objeto de estudio, justificación y propósitos.
- Materiales y Métodos	- Metodología
- Resultados y Discusión	- Resultados y Hallazgos
- Conclusiones	- Conclusiones y/o aproximaciones
- Agradecimientos (opcional)	- Agradecimientos (opcional)
- Literatura citada.	- Literatura citada.

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

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

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

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

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

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

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

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

- i) **Resultados y Discusión** (Enfoque cuantitativo) o **Resultados y Hallazgos** (Enfoque cualitativo): Esta sección debe satisfacer los objetivos que señalaron en la introducción, manejando la información cuantitativa a través de cuadros y figuras a fin de transmitir en forma clara la interpretación de los resultados obtenidos. La discusión de los datos deberá hacerse basada en los soportes disponibles en la literatura citada del trabajo. En el enfoque cuantitativo, es necesario el uso de la estadística para verificar la validez de los resultados, cuando así se requiera. En el enfoque cualitativo, se presentan de modo organizado y coherente los resultados de la investigación a partir del procedimiento de triangulación.
- j) **Cuadros:** Cada cuadro se presentará en archivo separado del texto, haciendo alusión a él por primera vez y seguirán la paginación del texto. El contenido de los cuadros no debe ser duplicado en las figuras. En general, las variables están en filas y los tratamientos en columnas. Sólo la primera letra de la primera palabra en mayúsculas. Todos los cuadros deben ser citados consecutivamente en el texto. El encabezado de columnas debe ser conciso e indicar claramente las unidades que utilizan abreviaturas estándar. Los asteriscos se usarán para mostrar el nivel de significancia estadística de 0,05 (*), 0,01 (**) y 0,001 (***) y deben ir acompañados del nombre de la prueba estadística realizada. Para otras llamadas deberán utilizarse otros símbolos. El título del cuadro debe ser concreto y expresar el contenido del mismo. Notas al pie deben utilizarse con moderación y ser concretas. Los cuadros deben ser elaborados utilizando la tabla del programa *Microsoft Office Word®* o *Microsoft Office Excel®* y no deben ser escaneados.
- k) **Figuras:** Se entiende por figura cualquier ilustración que se incluya en el trabajo como: gráficos, dibujos, fotografías, esquemas, dibujos o mapas u otra representación. Estas no deben ser una duplicación de la

información de los cuadros. Todas las figuras deben ser citadas consecutivamente en el texto. El título debe colocarse en la parte inferior de la figura. Para las fotografías y otros dibujos digitalizados, los mismos deberán procesarse en formato JPG o TIFF. En cuanto a los gráficos (líneas, barras, circular, entre otros) se recomienda que sean modificables, adjuntando la información con la cual se elabora la figura, de tal manera que cuando se requiere pueda ser mejorada en la diagramación de la revista.

- l) **Conclusiones** (Estudios cuantitativos) **y/o Aproximaciones** (Estudios cualitativos). Deben ser concisas y concretas, basadas en los objetivos del trabajo. En el enfoque cualitativo, las aproximaciones no se limitan a exponer resultados aislados de la investigación como tal, sino que también ilustra el proceso por medio del cual se llegó a las estructuras particulares de los objetos de estudios y a la estructura general o estructuras generales, que los integran
- m) **Agradecimientos** (opcional): Se utilizarán para reconocer a aquellas personas que han hecho contribuciones sustanciales al trabajo o han prestado asistencia técnica. Igualmente para reconocer a las instituciones que han brindado apoyo financiero a la investigación. El párrafo de esta sección debe ser breve, máximo 10 líneas.
- n) **Literatura citada:** Es responsabilidad del autor asegurarse de que todas las referencias sean correctas. Estas deben ser relevantes para el contenido y todos deben estar citados en el texto. Los elementos que componen la cita bibliográfica son básicamente los siguientes: Autor(es)/Año de publicación/ Título:/ subtítulo/(Tipo de medio)/Edición/ Ciudad y país de publicación/Casa editora / Fecha en que se consultó el material para los documentos en línea/ Descripción física/ Disponibilidad y acceso para los documentos en línea/(Nota de serie).
- o) Se debe presentar en orden alfabético. En caso de un mismo autor en años diferentes, se ordenará de acuerdo al año y en caso de ser igual, según la primera letra del título del trabajo. Se deberá colocar todos los autores integrantes del trabajo citado. Los trabajos

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

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

- *Revista (ya publicada)*

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

- *Revista (aceptado, pero no publicado)*

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

- *Suplemento de revista*

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

- *Libros*

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

- *Capítulos de libros*

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

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

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

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

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

- *Tesis y Trabajos de Ascenso*

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

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

- *Revistas y otras fuentes electrónicas:*

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

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

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

- *Publicaciones Misceláneas*

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

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

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

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIMBOLOS

Ácido Graso Volátil	AGV	Índice de Conversión	IC
<i>Ad libitum</i>	Ad lib.	Kilocalorías	Kcal
Aminoácido	aa	Kilogramo	Kg
Bar	bar	Kilogramo/Hectárea	Kg ha ⁻¹
Bloques Multinutricionales	BM	Kilometro	Km
Centímetro	cm	Litro	l
Consumo de Materia Seca	CMS	Materia Orgánica	MO
Coeficientes de Variación	CV	Materia Seca	MS
Coeficiente de Correlación	r	Metro	m
Coeficiente de Determinación	R 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	Minuto	min
Fibra de Detergente Neutra	FDN	Número de la Población	N
Ganancia Diaria de Peso	GDP	Nitrógeno No Proteico	NNO
Grado Absoluto	°abs	Partes por Millón	ppm
Grados Centígrados	°C	Peso al Nacer	PN
Grados Fahrenheit	°F	Peso al Destete	PD
Grados de Libertad	gl	Porcentaje	%
Grado Kelvin	°K	Por Mil	‰
Gramo	g	Probabilidad	P
Gramo por Kilogramo	g kg ⁻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

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|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

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|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