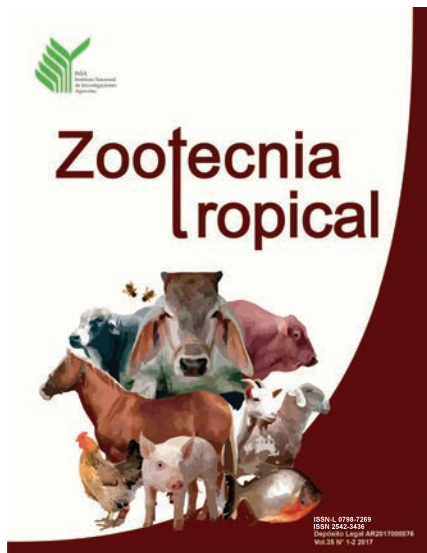


Zootecnia Tropical





ISSN-L 0798-7269

ISSN 2542-3436

Dep. Legal: AR2017000076

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

Correo electrónico: zootropi@gmail.com

Miembros Fundadores:

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

Comite Editorial

Belkys Vásquez	Editora Jefe
Reine Mejias	Editor Asistente
Oscar De La Rosa	Editor Técnico
Oscar De La Rosa	Diagramación
Eva Candelo	Seguimiento

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS

Giomar G. Blanco E.	Presidente
Daniel E. Martín V.	Gerente General
Nohelia R. Rodríguez O.	Gerente de Investigación
Starling A. Rodríguez R.	Gerente de Desarrollo Tecnológico
Carlos Hernández	Gerente de Producción Social
Nicolas García	Gerente de Participación y Desarrollo Comunitario

Editores Asociados

Juan A. Vergara L. (LUZ-Venezuela)	Sección Alimentación Animal
Luis C. Dickson U. (INIA-Venezuela)	Sección Genética
Débora M. Paxiao (PECEGE-Brasil)	Sección Genética Molecular
Oscar De La Rosa (INIA-Venezuela)	Sección Genética Molecular
Oziel D. Montañez V. (UDG-Mexico)	Sección Nutrición
José J. Alió M. (ULEAM-Ecuador)	Sección Piscicultura y Acuicultura

Consejo Asesor

Omar G. Verde S.	Venezuela
Juan F. Capote A.	España
Glafiro Torres H.	México
Manuel E. Milla P.	Venezuela
Bertha Chongo G.	Cuba
Siomara Martínez M.	Cuba
Miguel Batista A.	España
Carlos M. Becerril P.	México

Indización

Biosis Zoological Records	(EUA)
Agroforestry Abstracts	(EUA)
IICA - CIDIA	(Costa Rica)
Tropag & Rural	(Holanda)
AGRIS - FAO	(Italia)
LATINDEX	(México)
IAMSLIC	(USA)
PERIÓDICA	(México)
MEDIATHEK	(Alemania)
Base Agrícola Venezolana	(Venezuela)
Bioline International	(Canadá)
SCIELO	(Venezuela)
SCOPUS	(EUA)
OEI	(Colombia)
Citefactor	(Canadá)

Editada por la Gerencia de Investigación
Coordinación del Área de Gestión
de la Información

ZOOTECNIA TROPICAL

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

EDITORIAL

Una revista científica constituye el resultado del trabajo conjunto de editores y autores. Entre ambos grupos se favorece la construcción colectiva del conocimiento y colocan en el punto focal la frase “la ciencia más útil es la que trasmite mejor sus resultados*”.

Consciente de lo anterior, el equipo editorial de la revista Zootecnia Tropical inicia el año 2017 con temáticas diversas para los investigadores del área pecuaria en regiones tropicales, lo cual es particularmente importante dentro de un contexto donde el 30% de la demanda humana de alimentos a nivel global, es cubierta por productos de origen animal, incluyendo los fertilizantes para los cultivos. De lo antepuesto se percibe la suprema importancia de la publicación de resultados de investigación en el área de producción animal y otras conexas, para el desarrollo del campo investigativo y de las cadenas productivas de los países.

Manteniendo la política de ofrecer nuevos conocimientos, iniciamos este volumen con una contribución relacionada a los aspectos biológicos de la pesquería artesanal y semi industrial en el Golfo de Venezuela. Además, se incluye un tema sobre factores que afectan la biodiversidad de mamíferos en el Centro Occidente Venezolano. Ambos temas son importantes para el desarrollo y mejora de las políticas de manejo integral de estos ecosistemas.

Se destacan de igual manera las contribuciones de investigadores de Brasil y México, que resaltan la importancia de los asentamientos rurales para la producción de miel y la preservación del ambiente en Brasil, la agregación de valor a los alimentos de origen animal y alternativas o tecnologías que pueden facilitar la preservación de los forrajes y optimizar el manejo alimenticio, genético y reproductivo del ganado ovino y bovino. Lo anterior aporta información que puede contribuir a la tecnificación de las unidades de producción pecuaria en ambientes tropicales.

Por último, deseamos resaltar la renovación de la imagen de nuestra revista tanto en la portada como en su composición interna; esto último para facilitar la comprensión y la lectura de los contenidos, por lo que esperamos sea de utilidad y agrado para todos ustedes.

Le invitamos cordialmente a participar y contribuir con los resultados de su investigación en nuestra revista.

Belkys Vásquez

TABLA DE CONTENIDO Vol. 35 N° 1-2

Editorial	4
-----------------	---

Artículos Científicos

de Mello, JLM; Takada, TL; Rodrigues, ABB; Ferrari, FB; de Souza, RA; Borva, H. Estudo comparativo da qualidade do músculo longissimus dorsi bovino maturado na forma de bifés e peças	7
<i>(Comparative study of quality of longissimus dorsi cattle muscle aged as steaks and pieces).</i>	
Bianchi, G; Rivero, J; Carvalho, S; Panizza, AB; Paccheco, NF; Vidal, AR. Efeitos do genótipo e do peso à desmama nas características de qualidade da carcaça e da carne de cordeiros cruza Dorper e Southdow	17
<i>(Effects of genotype and weaning weight on quality characteristics of the carcass and meat of lambs Dorper e Southdow crosses).</i>	
Neto, RF; de Oliveira Júnior, AR; Dijkstra, D; Batista, LHC; de Godoy, MM; Castro, FGH; Duarte, ER; Pessoa, FOA. População fúngica ruminal em cordeiros com dietas de alto grão submetidas a diferentes processamentos	25
<i>(Ruminal fungal population in lambs with high grain diets subjected to different processing).</i>	
Rosendo Ponce, A; Rosales Martínez, F; Cruz Reyes, L; Canseco Sedano, R; Gallegos Sánchez, J; Becerril Pérez, CM. Sincronización de estro en vaquillas criollas Lechero Tropical puras y mestizas	35
<i>(Estrous synchronization in pure and crossbreed criollo Tropical Milking heifers).</i>	
Vázquez Rodríguez, JG; Vargas Suárez, CL; Alvarado, JL; Ros Peña, FE; Madi Tojeiro, YS. Distribución espacial de la riqueza de mamíferos en la cuenca del Tocuyo, Venezuela: perspectivas agroecológicas y de conservación	45
<i>(Spatial distribution of the mammal richness from Tocuyo basin, Venezuela: agro-ecological perspective and conservation)</i>	
Molina Reyes, RJ; Díaz Lugo, AA; González Rodríguez, LV; Álvarez Castillo, R; Méndez Martínez, JA. Aspectos biológicos y pesqueros del Cunaro en el Golfo de Venezuela	63
<i>(Biological and fishery aspects of Cunaro in the Gulf of Venezuela).</i>	
Ribeiro, ACC; Calil, FC; Gonçalves, BB; de Melo, APC; Braga, CASB; de Souza, MMO; Silva-Neto, CM. Honey production in rural settlements in central Brazil	75
<i>(Producción de miel en asentamientos rurales en el centro de Brasil).</i>	

TABLA DE CONTENIDO Vol. 35 N° 1-2

Nota Técnica

Abrão, FO; Medeiros, AO; Rosa, CA; Geraseev, LC; Rodriguez, NM; Duarte, ER.

Yeasts naturally occurring in sorghum silage..... 86
(Las levaduras de origen natural en el ensilaje de sorgo).

Instrucciones al autor 91

Estudo comparativo da qualidade do músculo *longissimus dorsi* bovino maturado na forma de bifês e peças

Juliana L. M. de Mello^{1*}, Talita L. Takada¹, Ana Beatriz B. Rodrigues¹, Fábio B. Ferrari¹, Rodrigo A. de Souza¹, Hirasilva Borba¹

¹Universidade Estadual Paulista (UNESP), Departamento de Tecnologia da Jaboticabal, São Paulo, Brasil. *Correio eletrônico: julianalolli@zootecnista.com.br

RESUMO

Este estudo comparou os efeitos da maturação por até 21 dias em amostras do músculo *longissimus dorsi* bovino maturado na forma de bifês e de peças. As amostras utilizadas foram divididas em bifês e em peças de 2,5 e 10 cm de espessura respectivamente, embaladas a vácuo e armazenadas ($2\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$) por até 21 dias. Foram avaliados: volume de exsudato produzido, proteína solúvel no exsudato e perda de peso durante a maturação, cor (luminosidade, intensidade de vermelho, intensidade de amarelo), pH, capacidade de retenção de água, perda de peso por cozimento e força de cisalhamento. Amostras maturadas apresentaram diferenças de cor e pH ($P < 0,05$), menor força de cisalhamento e menor perda de peso por cozimento ($P < 0,0001$) que amostras não maturadas. A maciez não variou ($P = 0,5679$) entre os tipos de cortes. Bifês apresentaram menor pH, maior capacidade de reter água e menor produção de exsudato ($P < 0,05$) que amostras cortadas em peças (5,55; 73,42%; 0,010 mL/g e 5,59; 71,83%; 0,011 mL/g, respectivamente). Durante a maturação houve um aumento na luminosidade ($P = 0,0376$) e redução ($P < 0,0001$) do pH e da força de cisalhamento das amostras. É possível maturar pequenas porções de carne sem que haja prejuízo quanto à coloração, além da redução da perda de nutrientes através do líquido exsudado, que é produzido em menor quantidade. Maturar a carne na forma de bifês ao invés de peças inteiras ou pedaços grandes possibilita a preservação da umidade, o que contribui para a manutenção da maciez.

Palavras-chave: armazenamento, maciez, maturação, qualidade de carne

Comparative study of quality of *longissimus dorsi* cattle muscle aged as steaks and pieces

ABSTRACT

This study compared the effects of the aging for up to 21 days in *longissimus dorsi* muscle samples from cattle, aged as steaks and pieces. The samples used were divided into 2.5 cm thick steaks and 10 cm thick pieces, vacuum packed and stored ($2\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$) for up to 21 days. Exudate volume, soluble protein in the exudate and weight loss during aging, color (lightness, red intensity, yellow intensity), pH, water holding capacity, cooking weight loss and shear force, were evaluated. Aged samples showed color and pH differences ($P < 0.05$), lower ($P < 0.0001$) shear force and cooking weight loss than non-aged samples. The tenderness did not vary ($P = 0.5679$) between the cut types. Steaks showed lower pH, greater water holding capacity and produced less exudate ($P < 0.05$) than pieces (5.55, 73.42%, 0.010 mL/g and 5.59, 71.83%, 0.011 mL/g, respectively). During aging there were increase ($P = 0.0376$) in lightness and decrease ($P < 0.0001$) of pH and shear force. It is possible to age small portions of meat without prejudice meat color, besides the reducing of nutrients losses through the exudate, which is produced in smaller quantities. The meat aging in the steaks form, rather than whole or large pieces, enables the preservation of moisture, which contributes to maintain the tenderness.

Key words: storage, tenderness, aging, meat quality.

Estudio comparativo de la calidad del músculo *longissimus dorsi* bovino madurado en forma de filetes y piezas

RESUMEN

Este estudio comparó el efecto de la maduración por 21 días en muestras del músculo *longissimus dorsi* bovino madurado en forma de filetes y piezas. Las muestras utilizadas fueron divididas en filetes y piezas de 2,5 y 10 cm de grosor respectivamente, empacadas al vacío y almacenadas ($2\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$) por 21 días. Fueron evaluados: volumen de exudado producido, proteína soluble en el exudado y pérdida de peso durante la maduración, color (luminosidad, intensidad de rojo, intensidad de amarillo), pH, capacidad de retención de agua, pérdida de peso durante la cocción y la ternura. Muestras maduras presentaron diferencias en el color y pH ($P < 0,05$), menor fuerza de corte y pérdida de peso durante la cocción ($P < 0,0001$), comparadas a las muestras no maduras. La ternura no varió ($P = 0,5679$) entre los tipos de corte. Los filetes presentaron menor pH, mayor capacidad para retener agua y menor producción de exudado ($P < 0,05$) que las muestras cortadas en piezas (5,55, 73,42%, 0,010 mL/g y 5,59, 71,83% y 0,011 mL/g, respectivamente). Durante la maduración hubo aumento de la luminosidad ($P = 0,0376$) y reducción del pH y de la fuerza de corte ($P < 0,0001$). Es posible madurar pequeñas porciones de carne sin perjuicio en cuanto a la coloración, además de la reducción de la pérdida de nutrientes a través del líquido exudado, que es producido en menor cantidad. Madurar la carne en forma de filetes en vez de piezas enteras o pedazos grandes permite la conservación de la humedad, lo que contribuye a mantener la ternura.

Palabras clave: almacenamiento, calidad de la carne, maduración, ternura

INTRODUÇÃO

O Brasil produziu em 2015 aproximadamente 9,8 milhões de toneladas de carne bovina (USDA, 2015). Atualmente é considerado o segundo maior exportador mundial, tendo exportado no último ano 1,4 milhões de toneladas de carne, incluindo carne in natura (77% do total exportado), industrializada, miúdos, tripas e cortes salgados (ABIEC 2016a); de janeiro a abril de 2016 o total exportado foi de 480 mil toneladas, o que representa um aumento de 12% com relação ao mesmo período de 2015 (ABIEC 2016b). Em contrapartida, o consumo per capita (30,6 kg) sofreu retração de 8,4% em relação a 2014, devido aos altos preços praticados na comercialização da carne bovina que tem feito com que o consumidor opte por outras fontes de proteína animal com preço mais acessível (USDA 2015).

Pesquisas anteriores demonstraram que a maciez é o fator mais importante no reconhecimento da carne de qualidade pelo consumidor, que se dispõe a pagar preços mais elevados por carnes mais macias (Miller *et al.* 2001, Shackelford *et al.* 2001, Hou *et al.* 2014). Além de qualidade e

segurança alimentar (Chen *et al.* 2013), o consumidor exige que o mercado disponibilize produtos diferenciados e que ofereçam praticidade durante o preparo. A desossa e a produção de cortes embalados ainda na planta frigorífica têm especial destaque nas receitas das indústrias, oferecem aos varejistas a opção de não dispor de setores especializados em desossa (Pascoal *et al.* 2011), além também de otimizar o volume de armazenamento e estocagem dos produtos, e ao consumidor produtos convenientes e de qualidade (Pascoal *et al.* 2011). A crescente exigência do mercado tem sido a principal razão para o contínuo investimento das empresas em pesquisa e inovação, necessárias para manter a competitividade (Chen *et al.* 2013). A tecnologia de embalagens sofreu expressivas mudanças nas últimas décadas, criando embalagens capazes de proteger produtos cárneos da descoloração, das perdas de odor, sabor e de nutrientes (Chen *et al.* 2013) e da perecibilidade da carne fresca (Arvanitoyannis e Stratakos 2012).

A maturação a vácuo é utilizada como método de amaciamento da carne bovina (Monsón *et al.* 2005, Modzelewska-Kapitula *et al.* 2015),

que tem por objetivo tornar a carne não só mais macia como também aromática (Pardi *et al.* 2001) e com sabor característico (Li *et al.* 2014), devido à atividade enzimática que promove a proteólise miofibrilar e mudanças no tecido conjuntivo (Koochmaraie 1996, Nishimura *et al.* 1998, Modzelewska-Kapituła *et al.* 2015). A maturação a vácuo é o método mais utilizado devido às baixas perdas decorrentes do processo e à facilidade de armazenamento e transporte (DeGeer *et al.* 2009, Li *et al.* 2014).

Diante do exposto e da dimensão da produção brasileira de carne bovina, este estudo teve como objetivo comparar os efeitos da maturação sobre a qualidade do músculo *longissimus dorsi* embalado na forma de bifês e de peças, comumente encontradas no varejo, de modo a comprovar se é possível oferecer ao consumidor produtos maturados em porções menores e com a mesma qualidade das peças maturadas inteiras.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta e preparo das amostras

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Campus Jaboticabal, São Paulo, Brasil (21°08' S, 48°11' W, 583 m altitude). Em abatedouro comercial (São Paulo, Brasil), após o abate e a permanência das carcaças bovinas em câmara fria (0-2°C) por 24 horas para estabelecimento do *rigor mortis*, amostras inteiras do músculo *longissimus dorsi* foram coletadas, imediatamente transportadas ao laboratório em caminhão refrigerado (para manutenção da cadeia de frio) e divididas em subamostras de 2,5 cm de espessura (bifês) e peças de 10 cm de espessura (com peso aproximado de 1 kg), cujo corte foi feito no sentido perpendicular ao das fibras. As amostras foram individualmente identificadas, embaladas a vácuo em sacos plásticos (18 micra) utilizando uma seladora Selovac (modelo 200-B, Selovac, São Paulo - SP, Brazil) e armazenadas em incubadora BOD (modelo EL101/3 250W, Eletrolab, São Paulo - SP, Brazil) sob temperatura de 2°C ± 0,5°C por até 21 dias.

Foram avaliados cor (luminosidade, intensidade de vermelho, intensidade de amarelo), pH, capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) antes da maturação (grupo testemunha; amostras nomeadas como *in natura*) e após sete, 14 e 21 dias de maturação; e perda de peso durante a maturação (PPM), volume de exsudato produzido (VE) e proteína solúvel no exsudato (PSE) foram analisados apenas em amostras maturadas. Amostras do grupo testemunha não sofreram nenhum tipo de tratamento.

Métodos

Cor: A coloração das amostras foi determinada com o uso do colorímetro Minolta (modelo CR-400, Konica Minolta Inc., Osaka, Japão), em três posições diferentes dos bifês e peças, após trinta minutos de abertura da embalagem e exposição das amostras ao oxigênio. Foram avaliados luminosidade (L^*), que representa a luz refletida pela amostra, numa escala que varia do preto ao branco, de zero a 100, respectivamente; intensidade de vermelho (a^*), que varia do verde ao vermelho, de -60 a 60, respectivamente; e intensidade de amarelo (b^*), que varia do azul ao amarelo, de -60 a 60, respectivamente (Huang *et al.* 2011). Após as três avaliações, os resultados de cada amostra compuseram uma média para cada variável (L^* , a^* e b^*).

pH: O pH foi determinado em triplicata, aleatoriamente pela extensão da amostra, com o uso de um pHmetro digital Testo (modelo 205, Testo Inc., Sparta, NJ, USA), munido de eletrodo de penetração para inserção direta nas amostras. A calibração do aparelho foi feita anteriormente às análises com solução tampão pH 4 e pH 7.

Capacidade de retenção de água (CRA): Foi determinada em triplicata utilizando-se o método descrito por Hamm (1960), em que foram utilizados 2 g de amostra crua (em pedaço único retirado aleatoriamente da amostra), colocados entre dois papéis de filtro e placas de acrílico, e submetidos à pressão de 10 kg durante cinco minutos. Posteriormente as amostras foram novamente pesadas para determinação da CRA, expressa em porcentagem.

Perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC): Das peças inteiras maturadas foram obtidos bifes menores com 2,5 cm de espessura. Todas as amostras (bifes e bifes provenientes das peças maturadas inteiras) foram pesadas e, em seguida, assadas em *grill* (George Foreman GBZ80) pré-aquecido (por 10 minutos) até que sua temperatura interna atingisse 70°C (temperatura controlada através de termopares inseridos individualmente em cada amostra).

Após o resfriamento em temperatura ambiente, as amostras foram novamente pesadas e a PPC foi determinada por diferença entre os pesos inicial e final, expressa em porcentagem (Wheeler *et al.* 1998). Das amostras assadas foram obtidas subamostras cilíndricas com diâmetro conhecido (1,57 cm), cortadas no sentido paralelo às fibras musculares utilizando uma lâmina para corte adaptada a uma furadeira elétrica (Brito *et al.* 2016). Os cilindros foram posicionados com as fibras orientadas no sentido perpendicular ao do dispositivo “*Warner-Bratzler*”, acoplado ao texturômetro “*Texture Analyser TA-XT2i*” (Stable Micro Systems, LTD., Godalming, UK) e submetidos ao corte (Corte *et al.* 1979). A força necessária para cisalhar as amostras foi expressa em Newton (N).

Volume de exsudato produzido (VE) e Proteína solúvel no exsudato (PSE): O VE foi quantificado imediatamente após a abertura de cada embalagem, ao final de cada período de maturação, com o uso de uma proveta graduada em mL, cujos resultados foram expressos em mililitros de exsudato por grama de amostra (mL/g). A dosagem de PSE foi efetuada pelo método descrito por Hartree (1972) e os resultados expressos em miligramas de proteína por mililitro de exsudato (mg/mL).

Perda de peso durante a maturação (PPM): Foi determinada por diferença entre os pesos inicial (antes de serem embaladas) e final (após cada período de maturação), expressa em porcentagem. Para a pesagem das amostras foi utilizada uma balança digital para laboratório, marca Marte modelo AS2000C, com capacidade de pesagem de 0,5 g até 2 kg e precisão de 0,1 g.

Análise estatística

Os dados de cor, pH, capacidade de retenção de água, perda de peso por cozimento e força de cisalhamento foram analisados utilizando um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 2x3+1 (dois tipos de corte maturado - bife e peça; três tempos de maturação; e um tratamento testemunha), com quatro repetições. Os dados para volume de exsudato, proteína solúvel no exsudato e perda de peso durante a maturação foram analisados utilizando um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 2x3 (dois tipos de corte maturado - bife e peça; três tempos de maturação), uma vez que somente amostras maturadas foram analisadas neste caso. Todos foram analisados pelo procedimento Modelos Lineares Gerais (GLM) do programa SAS (2002), SAS Institute Inc, Cary, NC, submetidos à análise de variância e, em caso de significância, as médias comparadas pelo teste Tukey com significância de $P < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são mostrados os resultados para análise da coloração de bifes e peças do músculo *longíssimus dorsi* maturados por até 21 dias. Amostras maturadas (descritas nas tabelas como grupo fatorial; que considera, de maneira geral, bifes e peças maturados por 7, 14 e 21 dias) apresentaram maior L* ($P = 0,0008$), maior a* ($P = 0,0401$) e maior b* ($P < 0,0001$) do que amostras *in natura* (grupo testemunha; amostras não maturadas). Não houve diferença ($P > 0,05$) de luminosidade entre amostras maturadas na forma de bife ou peça, entretanto houve efeito ($P = 0,0376$) da maturação, sendo que amostras maturadas por 14 e 21 dias apresentaram maior luminosidade (39,02, em média) da superfície do que amostras maturadas por apenas sete dias (38,01). Valores de a* e de b* não foram influenciados ($P = 0,8873$) pelo tipo de corte utilizado, tampouco houve variação ($P = 0,7402$) durante o processo de maturação.

Vitale *et al.* (2014) concluíram que durante a maturação por até 21 dias do músculo *longíssimus* bovino, as médias de L*, a* e b* aumentaram de

Tabela 1. Luminosidade (L*), intensidade de vermelho (a*) e intensidade de amarelo (b*) de bifos e peças do músculo *longissimus dorsi* maturados por até 21 dias.

	L*	a*	b*
Testemunha	36,79 ^B	20,24 ^B	7,62 ^B
Fatorial	38,68 ^A	21,98 ^A	10,84 ^A
Tipo de corte (C)			
Bife	38,43	21,93	11,03
Peça	38,93	22,02	10,65
Tempo de maturação (M)			
7 dias	38,01 ^B	22,27	11,18
14 dias	39,21 ^A	21,96	10,76
21 dias	38,83 ^A	21,70	10,58
P-value (TxF)	0,0008	0,0401	<0,0001
P-value (C)	0,1798	0,8873	0,4021
P-value (M)	0,0376	0,7402	0,5413
P-value (CxM)	0,0567	0,1809	0,1225
CV (%)	2,26	6,69	10,47

^{A,B}Médias seguidas por letras distintas (nas colunas) diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

35,4 para 38,7; de 20,8 para 24,7 e de 8,2 para 10,8 respectivamente. Enquanto Pivaro (2011) ao estudar a qualidade do músculo *longissimus* de tourinhos Nelore terminados em confinamento, observou que as médias de L* e de b* aumentaram de 38,31 para 40,29 e de 6,46 para 13,70 respectivamente, em tanto que a média de a* foi reduzida de 16,84 para 14,66 em 21 dias de maturação. Obuz *et al.* (2014) ao avaliarem os efeitos de diferentes métodos de maturação na qualidade do músculo *longissimus lumborum bovinum* observaram aumento do valor de L* (de 32,7 para 39,7) e redução dos valores de a* (de 16,8 para 13,2) e de b* (de 11,3 para 9,4) do segundo ao 23º dia de maturação. Essas variações foram atribuídas ao possível aumento da oxidação dos pigmentos com o passar do tempo de estocagem.

Com o processo de maturação a carne torna-se mais brilhante (>L*) devido à maior refletância da luz em sua superfície em consequência da maior produção de exsudato, causada pela proteólise de estruturas celulares e redução da capacidade

de retenção de água (Koohmaraie *et al.* 2002). Durante a maturação também é possível que ocorram alterações na coloração da carne, uma vez que a quantidade de mioglobina presente no músculo e o estado físico do íon ferro no interior da célula são influenciados pelo tempo de armazenamento e pela ausência de oxigênio no interior da embalagem; os últimos promovem a oxidação da oximioglobina a metamioglobina, que confere coloração marrom à carne e contrasta com o vermelho brilhante da oximioglobina (Lawrie 2005). A cor também pode ser afetada pela difusão do oxigênio na peça de carne e pela taxa de consumo de oxigênio (Ledward 1992). As variações observadas para valores de a* e b* entre amostras de carne maturadas e não maturadas podem ser explicadas pela maior habilidade de oxigenação da mioglobina apresentada por amostras maturadas, quando comparadas às não maturadas (Vitale *et al.* 2014); esta diferença é devida à perda de atividade de enzimas que utilizam oxigênio durante o armazenamento a vácuo, que é recuperada após a abertura das

Tabela 2. pH, capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) de bifes e peças do músculo *longissimus dorsi* maturados por até 21 dias.

	pH	CRA (%)	PPC (%)	FC (N)
Testemunha	5,45 ^B	73,96	35,68 ^A	40,16 ^A
Fatorial	5,57 ^A	72,63	26,79 ^B	21,39 ^B
Tipo de corte (C)				
Bife	5,55 ^B	73,42 ^A	26,43	21,71
Peça	5,59 ^A	71,83 ^B	27,14	21,05
Tempo de maturação (M)				
7 dias	5,60 ^A	73,03	26,59	26,73 ^A
14 dias	5,61 ^A	73,04	27,01	21,71 ^B
21 dias	5,50 ^B	71,81	26,76	15,72 ^C
P-value (TxF)	<0,0001	0,1841	<0,0001	<0,0001
P-value (C)	0,0313	0,0448	0,4511	0,5679
P-value (M)	<0,0001	0,3147	0,9335	<0,0001
P-value (CxM)	0,9765	0,2763	0,6225	0,5976
CV (%)	0,72	2,48	7,95	11,53

^{A-C}Médias seguidas por letras distintas (nas colunas) diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

embalagens e exposição das amostras ao oxigênio (Ledward 1992).

Na Tabela 2 são mostrados os resultados para pH, capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) de bifes e peças do músculo *longissimus dorsi* maturados por até 21 dias. Embora as amostras maduras tenham apresentado pH mais elevado (P<0,0001; 5,57) do que nas amostras frescas (5,45), verificou-se uma redução (P<0,0001) do pH durante a maturação por 21 dias, vinculado à espessura. Os bifes apresentaram menor pH (P=0,0313) do que as amostras cortadas em peças de aproximadamente 1 kg. A ausência de oxigênio no interior da embalagem garante maior vida de prateleira aos produtos cárneos, pois inibe o desenvolvimento de microrganismos aeróbios e gera condições favoráveis para a produção de ácido láctico que promove a redução do pH (Godrim 2011). Observa-se que os valores de pH encontrados para bifes e peças são considerados ideais de

acordo com o que foi descrito por Abularach *et al.* (1998), cujos valores típicos de pH para carne bovina variam entre 5,4 e 5,6.

Variações de pH durante à maturação estão relacionadas à atividade enzimática, à alteração da pressão osmótica do meio e modificações das cargas elétricas das proteínas (Lawrie 2005). O aumento do pH pode contribuir para a redução da eliminação de exsudato (Colle *et al.* 2015), pois o pH mais elevado promove a melhor ligação da água através do aumento das cargas negativas das proteínas miofibrilares e do aumento do espaçamento entre elas, fazendo com que ocorra uma melhor interação com as moléculas de água (Wismer-Pedersen 1971).

Em relação ao CRA, este estudo mostrou que os bifes apresentaram maior (P=0,0448) capacidade de retenção de água do que as amostras cortadas em peças. A capacidade de retenção de água está diretamente relacionada às perdas de água antes e durante o cozimento (Gaya e Ferraz 2006) que contribuem para que a carne

se torne menos suculenta e menos macia, nesse sentido, quanto maior a capacidade de reter de água, mais macia será a carne. O CRA é importante tanto para cortes inteiros como para produtos processados, uma vez que, se for baixa, a carne não apresentará suculência (Wang *et al.* 2009). Isso indica que maturar peças grandes de carne poderia favorecer a perda de suculência e maciez, devido à menor capacidade de retenção de água, além disso, a menor capacidade de reter de água implica em perdas de valor nutritivo através do exsudato produzido (Pardi *et al.* 2001). Amostras maturadas apresentaram menor PPC e FC ($P < 0,0001$) do que amostras *in natura*. A maciez das amostras aumentou ($P < 0,0001$) durante o processo de maturação, assim como observado por Pivaro (2011), Vitale *et al.* (2014) e Colle *et al.* (2015). O aumento da maciez ao longo do processo de maturação é esperado e está amplamente documentado na literatura (Obuz *et al.* 2014, Vitale *et al.* 2014). Pesquisas revelam que o limite aceitável pelo consumidor em amostras de músculo *longissimus* bovino é de 40,2 N necessários para cisalhar a carne (Huffman *et*

al. 1996) e que a melhoria na maciez de carnes maturadas é devida à degradação de proteínas miofibrilares específicas pelas proteases calpaínas (Koochmaraie *et al.* 2002, Vitale *et al.* 2014, Colle *et al.* 2015), que provocam a desagregação das fibras musculares e, conseqüentemente, o aumento da maciez ao corte (French *et al.* 2001). Neste estudo foram utilizadas amostras com valores iniciais de força de cisalhamento próximos ao limite aceitável descrito anteriormente (40,16 N), o que representa um aumento expressivo da maciez durante a maturação, que reduziu a força necessária para romper tanto bifés quanto peças para 15,72 N, o que caracterizaria carne muito macia.

Na Tabela 3 são mostrados os resultados obtidos para as variáveis volume de exsudato, proteína solúvel no exsudato e perda de peso durante a maturação de bifés e peças do músculo *longissimus dorsi* maturados por até 21 dias. As perdas de líquido e, conseqüentemente, perdas de peso são esperadas devido à desnaturação proteica (Miller *et al.* 1996) que ocorre durante o armazenamento sob refrigeração e que contribui

Tabela 3. Volume do exsudato produzido (VE), proteína solúvel no exsudato (PSE) e perda de peso durante a maturação (PPM) de bifés e peças do músculo *longissimus dorsi* maturados por até 21 dias.

	VE (mL/g)	PSE (mg/mL)	PPM (%)
Tipo de corte (C)			
Bife	0,010 ^B	0,120	1,79
Peça	0,011 ^A	0,110	2,01
Tempo de maturação (M)			
7 dias	0,010	0,115	1,66 ^B
14 dias	0,010	0,116	1,83 ^B
21 dias	0,012	0,115	2,20 ^A
P-value (C)	0,0278	0,0555	0,1866
P-value (M)	0,4113	0,9911	0,0417
P-value (CxM)	0,9774	0,5956	0,5110
CV (%)	15,58	4,84	10,63

^{A,B}Médias seguidas por letras distintas (nas colunas) diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

para o extravasamento da água livre no músculo. Perdas de 1 a 2% do peso são aceitáveis, enquanto perdas superiores a 4% são consideradas excessivas (Johnson 1974). Neste estudo a produção de exsudato foi maior ($P=0,0278$) em peças do que em bifes devido ao tamanho das amostras, pois quanto maior a área, maior é a quantidade de líquido eliminado. Foi verificado o aumento ($P=0,0417$) da perda de peso das amostras de 1,66% para 2,20% durante a maturação, valores estes considerados normais, segundo a literatura citada anteriormente. Pivaro (2011) observou que a perda de peso do músculo *longissimus* de tourinhos Nelore maturado aumentou de 4,56% para 5,58%, do sétimo para o 21º dia, respectivamente, em contrapartida, Colle *et al.* (2015) não encontraram diferença significativa entre a perda de peso do músculo *longissimus lumborum* bovino maturado por 14 (1,52%) e 21 dias (1,67%).

O aumento da produção de exsudato e da perda de peso durante a maturação é indesejável do ponto de vista comercial, devido à concentração de mioglobina e de outros nutrientes solúveis em água que são eliminados, o que pode contribuir para a descoloração das amostras durante a estocagem (Colle *et al.* 2015). Em nosso estudo não houve efeito dos fatores avaliados sobre a concentração de proteína solúvel no exsudato e a coloração das amostras não foi prejudicada pela produção de exsudato durante a realização do experimento, uma vez que não houve redução significativa do valor de a^* , conforme descrito anteriormente na Tabela 1.

CONCLUSÕES

É possível maturar pequenas porções de carne sem que haja alterações de coloração que possam influenciar a decisão de compra por parte do consumidor, e com redução da perda de nutrientes através do líquido exsudado, que é produzido em menor quantidade. Maturar a carne na forma de bifes, ao invés de peças inteiras ou pedaços grandes, possibilita a preservação da sua umidade, o que contribui para a manutenção da maciez.

LITERATURA CITADA

- ABIEC (Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne). 2016a. Exportações Brasileiras de Carne Bovina, Janeiro a Dezembro de 2015 (em linea). São Paulo, Brasil. Consultado 16 may. 2016. Disponível em <http://www.abiec.com.br/download/Anual-jan-dez-2015.pdf>
- ABIEC (Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne). 2016b. Exportações Brasileiras de Carne Bovina, Janeiro a Dezembro de 2016. (em linea). São Paulo, Brasil. Consultado 16 may. 2016. Disponível em <http://www.abiec.com.br/download/Anual-jan-dez-2016.pdf>
- Abularach, MLS; Rocha, CE; Felício, PE. 1998. Características de qualidade do contrafilé (m. *L. dorsi*) de touros jovens da raça Nelore. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 18:205-210.
- Arvanitoyannis, IS; Stratakos, AC. 2012. Application of modified atmosphere packaging and active/smart technologies to red meat and poultry: A review. *Food and Bioprocess Technology* 5:1423-1446.
- Brito, GF; McGrath, SR; Holman, BWB; Friend, MA; Fowler, SM; Van de Ven, RJ; Hopkins, DL. 2016. The effect of forage type on lamb carcass traits, meat quality and sensory traits. *Meat Science* 119:95-101.
- Chen, Q; Anders, S; Na, H. 2013. Measuring consumer resistance to a new food technology: A choice experiment in meat packaging. *Food Quality and Preference* 28:419-428.
- Colle, MJ; Richard, RP; Killinger, KM; Bohlscheid, JC; Gray, AR; Loucks, WI; Day, RN; Cochran, AS; Nasados, JA; Doumit, ME. 2015. Influence of extended aging on beef quality characteristics and sensory perception of steaks from the *gluteus medius* and *longissimus lumborum*. *Meat Science* 110:32-39.
- Corte, OO; Felício, PE; Cia, G. 1979. Sistematização da avaliação final de bovinos e bubalinos. III. Qualidade da carne. *Boletim Técnico do Centro de Tecnologia da Carne*. 3:67-76.

- DeGeer, SL; Hunt, M. C; Bratcher, C. L; Crozier-Dodson, B. A; Johnson, D. E; Stika, JF. 2009. Effects of dry aging of bone-in and boneless strip loins using two aging processes for two aging times. *Meat Science* 83:768-774.
- French, P; O'riordan, EGO; Monahan, FJ; Caffrey, PJ; Mooney, MT; Troy, DJ; Moloney, AP. 2001. The eating quality of meat from steers fed grass and/or concentrates. *Meat Science* 57:379-386.
- Gaya, LG; Ferraz, JBS. 2006. Quantitative-genetic aspects of broiler meat quality. *Ciência Rural* 36:349-356.
- Godrim, JS; Fagan, EP; Pinto, ABMR; Cardoso, TAB; Kawagoe, DST; Morais, JCF; Bridi, AM. 2011. Efeito do tempo de maturação no pH e cor da carne bovina (em linea). *In XX Encontro Anual de Iniciação Científica-EAIC, X Encontro de Pesquisa-EPUEPG (Ponta Grossa, Brasil). Memórias. Consultado 18 jul.2017. Disponível em <http://www.uel.br/grupo-pesquisa/gpac/pages/arquivos/EAIC%20%2011/EAIC%20%2011%20Efeito%20do%20Tempo%20de%20Maturacao%20no%20pH%20e%20Cor%20da%20Carne%20Bovina.pdf>*
- Hamm, R. 1960. Biochemistry of meat hydration. *Advances in Food Research* 10: 335-463.
- Hartree, EF. 1972. Determination of protein: a modification of the Lowry method that gives a linear photometric response. *Analytical Biochemistry* 48:422-427.
- Hou, X; Liang, R; Mao, Y; Zhang, Y; Niu, L; Wang, R; Liu, C; Liu, Y; Luo, X. 2014. Effect of suspension method and aging time on meat quality of Chinese fattened cattle M. *longissimus dorsi*. *Meat Science* 96:640-645.
- Huang, H; Williams, SK; Sims CA; Simmone, A. 2011. Sodium metasilicate affects antimicrobial, sensory, physical, and chemical characteristics of fresh commercial chicken breast meat stored at 4°C for 9 days. *Poultry Science* 90:1124-1133.
- Huffman, KL; Miller, MF; Hoover, LC; Wu, CK; Brittin, HC; Ramsey, CB. 1996. Effect of beef tenderness on consumer satisfaction with steaks consumed in the home and restaurant. *Journal of Animal Science* 74: 91-97.
- Johnson, BY. 1974. Chilled vacuum-packed beef. *Food Research* 34:14-20.
- Koohmaraie, M. 1996. Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat. *Meat Science* 43: 193-201.
- Koohmaraie, M; Kent, MP; Shackelford SD; Veiseth, E. 2002. Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship? *Meat Science* 62:345-352.
- Lawrie, RA. 2005. *Ciência da carne*. 6 Ed. Porto Alegre, Brasil, Artmed. 384 p.
- Ledward, DA. 1992. Color of raw and cooked meat. *In* Johnson, DE; Knight, MK; Ledward, DA. (eds.). *The chemistry of muscle-based foods*. Cambridge, England, Royal Society of Chemistry. p. 128-144.
- Li, X; Babol, J; Bredie, WLP; Nielsen, B; Tománková J; Lundström, K. 2014. A comparative study of beef quality after ageing *longissimus* muscle using a dry ageing bag, traditional dry ageing or vacuum package ageing. *Meat Science* 97:433-442.
- Miller, MF; Carr, MA; Schlutter, AR; Jones, DK; Meade, MK; Ramsey, CB. 1996. Distribution packaging method and storage time on microbiological characteristics and incidence of the pathogens *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* in pork. *Journal of Food Quality* 19:413-422.
- Miller, MF; Carr, MA; Ramsey, CB; Crockett KL; Hoover, LC. 2001. Consumer thresholds for establishing the value of beef tenderness. *Journal of Animal Science* 79:3062-3068.
- Modzelewska-Kapituła, M; Kwiatkowska, A; Jankowska, B; Dąbrowska, E. 2015. Water holding capacity and collagen profile of bovine m. *infraspinatus* during postmortem ageing. *Meat Science* 100:209-216.

- Monsón, F; Sañudo, C; Sierra, I. 2005. Influence of breed and ageing time on the sensory meat quality and consumer acceptability in intensively reared beef. *Meat Science* 71:471-479.
- Nishimura, T; Liu, A; Hattori A; Takahashi, K. 1998. Changes in mechanical strength of intramuscular connective tissue during post-mortem aging of beef. *Journal of Animal Science* 76: 528-532.
- Obuz, E; Akkaya, L; Gök, V; Dikeman, ME. 2014. Effects of blade tenderization, aging method and aging time on meat quality characteristics of *longissimus lumborum* steaks from cull Holstein cows. *Meat Science* 96:1227-1232.
- OECD (Organização para a cooperação e desenvolvimento económico). 2017. Meat Consumption (em linea). Paris, Francia. Consultado 18 jul. 2018. Disponível em <https://data.oecd.org/agroutput/meat-consumption.htm>
- Pardi, MC; Santos, IF; Souza, ER; Pardi, HS. 2001. Ciência, higiene e tecnologia da carne. 2 Ed. Goiânia, Brasil, UFG/NiteróiEDUFF, vol. 1. 624 p.
- Pascoal, LL; Vaz, FN; Vaz, RZ; Restle, J; Pacheco, PS; Santos, JPA. 2011. Relações comerciais entre produtor, indústria e varejo e as implicações na diferenciação e precificação de carne e produtos bovinos não-carçaça. *Revista Brasileira de Zootecnia* 40: 82-92.
- Pivaro, TM. 2011. Qualidade da carne maturada de bovinos nelore terminados em confinamento. Dissertação de Mestrado. Jaboticabal, SP, Brasil, Universidade Estadual Paulista. 81 p.
- SAS Institute. 2002. The SAS system for Windows. Release 9.1. SAS Institute Inc. Cary, NC.
- Shackelford, SD; Wheeler, TL; Meade, MK; Reagan, JO; Byrnes, BL; Koohmaraie, M. 2001. Consumer impressions of tender select beef. *Journal of Animal Science* 79: 2605-2614.
- USDA (United States Department of Agriculture). 2015. Livestock and Products Annual (em linea). USA. Consultado 16 may. 2016. Disponível em https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Livestock%20and%20Products%20Annual_Brasilia_Brazil_8-27-2015.pdf
- Vitale, M; Pérez-Juan, M; Arnau, J; Realini, CE. 2014. Effect of aging time in vacuum on tenderness, and color and lipid stability of beef from mature cows during display in high oxygen atmosphere package. *Meat Science* 96: 270-277.
- Wang, KH; Shi, SR; Dou TC; Sun HJ. 2009. Effect of a free-range raising system on growth performance, carcass yield, and meat quality of slow-growing chicken. *Poultry Science* 88: 2219-2223.
- Wheeler, TL; Shackelford, S; Koohmaraie, M. 1998. Cooking and palatability traits of beef longissimus steaks cooked with a belt grill or an open hearth electric broiler. *Journal of Animal Science* 76:2805-2810.
- Wismer-Pedersen, J. 1971. Chemistry of animal tissues: water. In Price, JF; Schweigert, BS (eds.). The science of meat and meat products. San Francisco, USA, W. H. Freeman Corp. p. 177-191.

Efeitos do genótipo e do peso à desmama nas características de qualidade da carcaça e da carne de cordeiros cruza Dorper e Southdown

Gianni Bianchi^{1*}, José Rivero¹, Sérgio Carvalho², Andrea B. Panizza³, Natalia F. Paccheco³, Analia R. Vidal³

¹Universidad de la República "Dr. Mario A. Cassinoni" (EEMAC), Facultad de Agronomía, Uruguay. ²Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Programa de pós-graduação em Zootecnia, Brasil. ³Universidad de la República "Dr. Mario A. Cassinoni" (EEMAC), Facultad de Veterinaria, Uruguay. *Correio eletrônico: 2tanos@gmail.com.

RESUMO

Para estudar os efeitos do peso à desmama e do genótipo nas características de carcaça e qualidade da carne, foi utilizado um esquema fatorial 2x3, com três pesos à desmama (BPD=20 Kg; MPD=25 Kg; APD=28 Kg) e dois genótipos (cruza Southdown e cruza Dorper). O peso vivo e a idade média de todos os cordeiros no momento do abate foi de 41,47 ± 4,23 Kg e 217,33 ± 10,02 dias, respectivamente (média e desvio padrão). Os cordeiros do grupo APD apresentaram os maiores pesos de carcaça (19,7 kg; P≤0,0001), a melhor conformação (0,289 kg/cm de compactidade de carcaça; P≤0,01) e o maior grau de gordura (15,7; P <0,01). O grupo APD excedeu 1,6 e 2,9 Kg para o peso do canal e 0,012 e 0,025 Kg/cm para a conformação, em comparação com o MPD e o BPD. O grau de gordura foi de 13,7 e 11,8 mm em MPD e BPD, respectivamente. Em relação ao genótipo, os cordeiros cruza Dorper apresentaram carcaças com maior rendimento (44,9% x 42,8%; P≤0,001) e melhor compactidade da carcaça que os cruza Southdown (0,282 x 0,271 Kg/cm, P≤0,05; respectivamente). Os valores de pH, capacidade de retenção de água, cor e maciez foram independentes do peso à desmama e do genótipo utilizado. Os carcaças com as melhores características foram os de cordeiros cruza Dorper e desmamados com maior peso.

Palavras-chave: cordeiro pesado, pastoreio, qualidade da carcaça e da carne.

Effects of genotype and weaning weight on quality characteristics of the carcass and meat of lambs Dorper e Southdown crosses

ABSTRACT

In order to study the effects of weaning weight and genotype on quality characteristics of the carcass and meat of lambs, a 2x3 factorial scheme, with three weaning weights (LWW=20 Kg; AWW=25 Kg; HWW=28 Kg) and two genotypes (Southdown crosses and Dorper crosses), was used. The weight and age of all lambs at slaughter was 41.5 ± 4.23 Kg and 217.3 ± 10.02 days (average and standard deviation). The HWW group lambs had the highest carcass weights (19.7 Kg, P≤0.0001), the best conformation (0.289 kg/cm of carcass compactness, P≤0.01) and the highest fatness degree (15.7; P≤0.01). The HWW group exceeded 1.6 and 2.9 Kg for carcass weight and 0.012 and 0.025 Kg/cm for conformation, compared with AWW and LWW groups. The fatness degree was 13.7 and 11.8 mm in AWW and LWW, respectively. Regarding the genotype, lambs Dorper crosses showed higher yield carcass (44.9 vs. 42.8%, P≤0.001) and better carcass compactness that Southdown crosses (0.282 vs. 0.271 Kg/cm, P=0.05 respectively). The pH, water retention capacity, color and tenderness values, were independent of the weaning weight and genotype used. The carcass with the best characteristics were from lambs Dorper crosses and weaned with greater weight.

Key words: heavy lamb, grazing, carcass and meat quality.

Efectos del genotipo y del peso al destete sobre características de calidad de canal y carne de corderos mestizos Dorper y Southdown

RESUMEN

Para estudiar los efectos del peso al destete y del genotipo sobre las características de calidad de canal y carne en corderos, se utilizó un esquema factorial 2x3, con tres pesos al destete (BPD=20 Kg; MPD=25 Kg; APD=28 Kg) y dos genotipos (cruza Southdown vs. cruza Dorper). El peso y la edad de todos los corderos al sacrificio fue de $41,47 \pm 4,23$ kg y $217,33 \pm 10,02$ días (media y desviación estándar). Los corderos del grupo APD presentaron los pesos de canal más altos (19,7 Kg; $P \leq 0,0001$), la mejor conformación (0,289 Kg/cm de compacidad de canal; $P \leq 0,01$) y mayor grado de engrasamiento (15,7; $P \leq 0,01$). El grupo APD superó en 1,6 y 2,9 Kg para peso de canal y en 0,012 y 0,025 kg/cm para conformación, comparado con MPD y BPD. El grado de engrasamiento fue 13,7 y 11,8 mm en MPD y BPD, respectivamente. En cuanto al genotipo, los corderos cruza Dorper mostraron canales con mayor rendimiento (44,9 vs. 42,8%; $P \leq 0,001$) y mejor compacidad de canal que los cruza Southdown (0,282 vs. 0,271 kg/cm, $P = 0,05$; respectivamente). Los valores de pH, capacidad de retención de agua, color y terneza resultaron independientes del peso al destete y del genotipo usado. Las canales con las mejores características fueron las provenientes de corderos cruza Dorper y destetados con mayor peso.

Palabras clave: cordero pesado, pastoreo, calidad de canal y carne.

INTRODUÇÃO

No âmbito internacional se encontram poucos estudos referentes a diferentes pesos ao desmame e seu efeito sobre a qualidade da carcaça e da carne ovina, podendo-se referenciar nesse sentido a revisão realizada por Sañudo *et al.* (1998). Além disso, a maior parte dos dados referenciados nessa revisão se refere a cordeiros leves, desmamados precocemente, visto que são oriundos de sistemas leiteiros ou de produção de carne intensiva em condição de confinamento.

No Uruguai a produção ovina é extensiva, em condições de pastoreio a céu aberto e o cordeiro que majoritariamente se comercializa é pesado com peso vivo superior a 34 kg e condição corporal igual ou superior a 3,5 (Azzarini *et al.* 1996). Para estas condições, somente se encontrou um antecedente no país que comparou o efeito de desmamar ou não os cordeiros, porém contemplando pesos elevados de desmame e trabalhando com cordeiros da raça Corriedale (Bianchie e Garibotto 2002).

Existe bibliografia que sugere diferenças na qualidade da carcaça e da carne devido a diferentes idades e pesos ao abate, bem como em função da raça do cordeiro avaliado (Martínez-Cerezo *et al.* 2005a, 2005b). Nesse sentido, avaliar o

efeito de diferentes pesos ao desmame em dois genótipos diferentes, pode ser relevante, particularmente quando sobre um deles, como é o caso do Dorper, não existem antecedentes de produção no Uruguai. Mesmo que as diferenças entre raças e a forma de utilizá-las gerem menos efeito sobre a qualidade da carcaça e da carne quando comparado a fatores pré e pós abate dos animais (Sañudo *et al.* 1998, Bianchi 2010).

O objetivo do presente trabalho foi de avaliar o efeito de três pesos ao desmame (20, 25 ou 28 kg de peso vivo) e de dois genótipos do cruzamento de cordeiros pesados (Dorper ou Southdown) sobre as características da carcaça e da carne dos animais.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho na sua parte de avaliação das carcaças ocorreu em um abatedouro localizado na cidade de Paysandú, Uruguai (32,5° de latitude sul e 58° de longitude oeste), a 23 km da Estação Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni", Faculdade de Agronomia, de onde os cordeiros foram transportados em caminhão.

Foram utilizados 60 carcaças, provenientes de 30 cordeiros $\frac{1}{2}$ Dorper x $\frac{1}{4}$ Finnish Landrace + $\frac{1}{4}$

Merino Australiano (13 machos e 17 fêmeas) e 30 cordeiros $\frac{1}{2}$ Southdown x $\frac{1}{4}$ Finnish Landrace + $\frac{1}{4}$ Merino Australiano (15 machos e 15 fêmeas).

Todos os animais permaneceram sobre pastagem de trevo vermelho (*Trifolium pratense*) y achicória (*Cychorium intybus*), em pastoreio restringido (19:00h até as 07h:30 min), sendo suplementados durante o dia com grão de sorgo inteiro (primeiros 48 dias) + pellets de soja na proporção 60:40 (últimos 71 dias), na proporção de 1% do peso vivo, ajustado semanalmente.

Os animais foram estratificados por idade e sexo e distribuídos aleatoriamente em seis tratamentos, em esquema fatorial 2 x 3 (dois genótipos: cruza Dorper ou Southdown e três pesos ao desmame: 20, 25 ou 28 Kg de peso vivo. O peso vivo e a idade ao abate dos cordeiros são apresentados na Tabela 1.

Assim que os cordeiros chegaram no abatedouro, foram submetidos a jejum de sólidos por 15 horas, sendo que em seguida se procedeu o abate dos animais, adotando-se os procedimentos para obtenção de cortes comerciais para exportação, normalmente utilizados em abatedouros para ovinos no Uruguai. Após retirada da pele, evisceração e lavagem, as carcaças foram pesadas individualmente para obtenção do peso de carcaça quente (PCQ). Conhecendo-se o peso vivo dos animais mediante pesagem individual anteriormente ao embarque (PVA), calculou-se o rendimento de carcaça quente (RCQ = (PVA/PCQ) x 100). As carcaças foram resfriadas a 2-4 °C, por

um período de 24 horas, sendo que em seguida se determinou o comprimento total da carcaça. Com essa informação, foi calculado o índice de compacidade da carcaça (ICC) mediante o peso de carcaça dividido pelo comprimento de carcaça (Fishere De Boer 1994, Ruiz de Huidobro *et al.* 2000). O estado de engorduramento das carcaças foi determinado através da profundidade dos tecidos na região da 12ª costela, a 11 cm da linha média: ponto GR (Kirtton e Johnson 1979).

Foi determinado também, no músculo *Longissimus dorsi*, o pH 24 horas após o abate, com uso de pHmetro HANNA com eletrodo de penetração e a cor, após um período de uma hora de exposição ao oxigênio (“*blooming*”), por meio do uso de colorímetro portátil MINOLTA CR 300. Foram tomadas as determinações por triplicata das três coordenadas de cor, luminosidade (L*), intensidade de vermelho (a*), intensidade de amarelo (b*).

Posteriormente, foram obtidas 60 amostras (uma de cada cordeiro) de 2,5 cm de espessura do músculo *Longissimus dorsi*, da meia carcaça esquerda, da porção compreendida entre a 8ª costela e 2ª vértebra lombar, para realização das análises instrumentais. As amostras foram acondicionadas a vácuo e enviadas ao Laboratório de Qualidade de Carne da Estação Experimental da Faculdade de Agronomia da Universidade da República do Uruguai, em Paysandú, onde foram congeladas em freezer a temperatura de -18°C (um mês), para posteriormente serem realizadas análises laboratoriais. Foram obtidas também 60 amostras

Tabela 1. Valores médios e desvio padrão para peso vivo, condição corporal e idade ao abate dos cordeiros dos diferentes tratamentos experimentais.

Tratamentos	Peso vivo (kg)	Condição corporal (1-5)	Idade (días)
Peso ao desmame			
20	38,93 ± 5,50	3,9 ± 0,23	212,93 ± 12,45
25	41,59 ± 3,28	4,0 ± 0,20	217,86 ± 7,72
28	44,78 ± 2,31	4,0 ± 0,23	220,94 ± 8,20
Genótipo			
Dorper	40,72 ± 4,24	4,0 ± 0,23	224,54 ± 5,00
Southdown	42,80 ± 4,13	4,0 ± 0,22	210,71 ± 8,83

de 0,3 ($\pm 0,05$) g de carne procedente do músculo *Longissimus dorsi*, na altura da 6^a vértebra, as quais foram transportadas em bolsas plásticas a temperatura de refrigeração e uma vez no laboratório se estimou a capacidade de retenção de água através do método de pressão, no qual se calcula a porcentagem de água liberada ao submeter às amostras a uma pressão específica (Plá 2005).

As amostras destinadas a análise de força de corte foram descongeladas e pesadas antes e depois da cocção até alcançar uma temperatura interna de 70°C, em banho Maria termostático. O cociente entre a diferença de ambos os pesos, dividido pelo peso antes da cocção, se utilizou para calcular as perdas por cocção. Em seguida, nas amostras cozidas foram obtidas seis repetições (cilíndricas de aproximadamente 1,27 cm de diâmetro) de cada amostra de 2,5 cm de espessura com as fibras musculares perpendiculares a superfície de corte, sendo que essas amostras foram utilizadas para determinar a força de corte mediante o método Warner-Bratzler (Destefanis *et al.* 2008), adaptada a um bastidor de ensaios Instron 3342 a uma velocidade de 100 mm/m.

O efeito dos tratamentos (peso ao desmame, genótipo e da interação peso ao desmame x genótipo)

sobre as características de carcaça e da qualidade instrumental da carne foi determinado mediante análise de variância, tendo sido utilizado o sexo do cordeiros como fator de correção e a idade do cordeiro ao início como covariável. Para o contraste de médias se utilizou o teste de Student, adotando-se o nível de significância de 5%. Para estimação dos efeitos se utilizou o procedimento GLM do pacote estatístico SAS, versão 9.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi verificada interação entre peso ao desmame e genótipo para nenhuma das variáveis analisadas ($P > 0,05$). Os cordeiros do tratamento de maior peso ao desmame apresentaram carcaças mais pesadas, melhor conformadas e com maior estado de engorduramento. Já quando se avaliou o efeito do genótipo dos cordeiros, se verificou que os cordeiros cruza Dorper apresentaram melhor rendimento além de carcaças mais curtas e de maior compacidade em relação aos seus contemporâneos cruza Southdown (Tabela 2).

O aspecto de que as carcaças mais pesadas eram provenientes dos cordeiros do tratamento com maior peso ao desmame já era esperado, uma vez que esses animais foram abatidos com maior peso vivo (Tabela 1). Da mesma forma

Tabela 2. Valores médios e erro padrão para as características da carcaça de cordeiros cruza Dorper ou Southdown desmamados com diferentes pesos vivos.

Tratamentos	Peso de carcaça quente (kg)	Rendimento de carcaça (%)	Comprimento de carcaça (cm)	Compacidade da carcaça (kg/cm)	Ponto GR (mm)
Peso ao desmame	***	ns	***	**	**
20	16,8 \pm 0,38c	43,7 \pm 0,51	63,5 \pm 0,59c	0,26 \pm 0,005b	11,8 \pm 0,84b
25	18,1 \pm 0,38b	43,7 \pm 0,51	65,5 \pm 0,60b	0,28 \pm 0,005ab	13,1 \pm 0,86b
28	19,7 \pm 0,38a	44,0 \pm 0,51	68,1 \pm 0,59a	0,29 \pm 0,005a	15,7 \pm 0,85a
Genótipo	ns	**	***	*	ns
Dorper	18,1 \pm 0,32	44,9 \pm 0,43a	64,1 \pm 0,50b	0,28 \pm 0,004a	13,1 \pm 0,71
Southdown	18,3 \pm 0,30	42,7 \pm 0,40b	67,3 \pm 0,47a	0,27 \pm 0,004b	13,9 \pm 0,67

(***): $P \leq 0,001$; (**): $P \leq 0,01$; (*): $P \leq 0,05$; (a,b,c): $P \leq 0,05$; ns: $P > 0,05$. Teste t de Student. a,b,c: diferenças entre de tratamento.

também era esperado um maior estado de engorduramento das carcaças mais pesadas em relação as mais leves, particularmente devido à faixa de peso de carcaças em que foram abatidos os cordeiros dos três tratamentos de peso ao desmame (16,8 – 19,7 Kg; Tabela 2).

O maior estado de engorduramento influencia na conformação da carcaça (Sañudo e Campo, 1996), explicando que as carcaças mais pesadas e mais engorduradas, foram as que apresentaram melhor conformação, verificado através de um de seus indicadores, o índice de capacidade da carcaça, que se relaciona com carcaças melhor conformadas e de maior rendimento, pelo menos em bovinos (Alberti *et al.* 2001).

Ao analisar as diferenças entre genótipos se observa que, apesar do maior peso ao abate dos cordeiros cruza Southdown em relação aos cruza Dorper (Tabela 1), não foram observadas diferenças entre ambos tipos de cordeiros quanto ao peso de carcaça (Tabela 2). Esse resultado pode ser atribuído ao maior rendimento de carcaça dos cordeiros cruza Dorper (Furusho-Garcia *et al.* 2010), sugerindo um maior estado de engorduramento da raça Dorper, o que está de acordo com afirmativa de Webb e Casey (1995); Shackelford *et al.* (2012). No entanto, não se observou diferença no ponto GR entre os genótipos avaliados,

o que pode ser explicada pelo escore de condição corporal ao abate semelhante entre os animais (Tabela 1). A semelhança entre ambas variáveis indicadoras de estado de engorduramento ou terminação, de certa forma corrobora a correlação positiva média existente entre ambas (Bianchi *et al.* 2007), apesar de que uma é objetiva (ponto GR) e a outra é subjetiva (escore de condição corporal). De toda forma, para os pesos de carcaça apresentados na Tabela 2, os valores de GR são considerados adequados (Hopkins e Adair 1990).

Não foram encontrados na literatura antecedentes que compararam as características de carcaça entre os dois genótipos avaliados no presente trabalho. No entanto, tem sido reportadas diferenças nas características da carcaça quando se comparam animais de raças laneiras frente a suas cruzas com raças de carne em geral, e com a Southdown em particular (Bianchi e Garibotto 2007). Da mesma forma tem sido reportado em outros países diferenças entre animais cruzados com raças de corte, incluindo a Southdown, quanto as características da carcaça e da carne (Kirton *et al.* 1995, Fogarty *et al.* 2000). É precisamente de fora do Uruguai de onde provêm informações da raça Dorper em termos comparativos com outras raças (Cloete *et al.* 2000,

Tabela 3. Valores médios e erro padrão para as características da carne de cordeiros cruza Dorper ou Southdown desmamados com diferentes pesos vivos.

Tratamentos	pH	CRA (%)	Cor			WB (kg)	PPC (%)
			L*	a*	b*		
Peso ao desmame	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
20	5,55 ±0,03	11,58 ±0,73	38,03 ±0,53	18,52 ±0,55	7,44 ±0,21	2,80 ±0,23	31,69 ±0,59
25	5,60 ±0,03	9,82 ±0,74	37,72 ±0,54	19,48 ±0,56	7,45 ±0,22	2,92 ±0,23	31,82 ±0,60
28	5,54 ±0,03	10,32 ±0,73	36,53 ±0,53	19,91 ±0,55	7,19 ±0,21	2,74 ±0,23	31,43 ±0,59
Genótipo	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Dorper	5,54 ±0,03	10,26 ±0,61	36,85 ±0,44	19,53 ±0,46	7,17 ±0,18	2,90 ±0,19	31,77 ±0,50
Southdown	5,58 ±0,02	10,90 ±0,58	38,01 ±0,42	19,08 ±0,44	7,55 ±0,17	2,74 ±0,18	31,52 ±0,47

CRA = Capacidade de retenção de água; WB = maciez (método de Warner-Blaztler); PPC = perdas por cocção. ns: P>0,05. Teste t de Student. L*, a* b*: índice luminosidade, vermelho, amarelo.

Schoeman 2000, Cloete *et al.* 2007, Shackelford *et al.* 2012, ZonabendKönig *et al.* 2017).

Verifica-se na Tabela 3 que não foi observado efeito do peso ao desmame e do genótipo dos cordeiros (e nem sua interação) sobre as características instrumentais avaliadas na carne dos animais. Os valores de pH, capacidade de retenção de água e cor sugerem a ausência de fatores estressantes pré-abate e que poderiam influenciar negativamente nesses resultados (Ciria e Asenjo 2000). Por sua vez, os registros de cor são superiores aos obtidos na carne de cordeiros em sistema de confinamento, particularmente em relação aos valores do índice vermelho (Sañudo *et al.* 1996), sendo considerados normais para sistemas de produção em pastejo (Bianchi 2010). No entanto, foram obtidos valores menores para capacidade de retenção de água e maiores para perdas por cocção que os encontrados com cordeiros Corriedale e cruza Hampshire Down x Corriedale abatidos com idade, peso e alimentação similares aos do presente trabalho (Bianchi 2005). Já os registros de força de cisalhamento estão todos dentro do que se considera carne muito macia (< 4 Kg; Bickerstaffe 1996).

A ausência de respostas de fatores intrínsecos ou produtivos, como são o peso ao desmame e o genótipo, coincide em grande parte com outros resultados obtidos em estudos anteriores conduzidos no Uruguai (Bianchi 2010) e também em outros países (Sañudo *et al.* 1998).

CONCLUSÕES

Para as condições do presente trabalho os diferentes pesos ao desmame e o genótipo dos cordeiros determinaram diferenças em algumas características de carcaça, determinando carcaças mais pesadas, melhor conformadas e com maior grau de engorduramento nos cordeiros desmamados com maior peso e maior rendimento e conformação nos cordeiros cruza Dorper. Em nenhum dos casos foram registradas variações na qualidade da carne que apresentaram valores normais para o tipo de cordeiros abatido.

LITERATURA CITADA

- Albertí, LP; Lahoz, F; Sañudo, C; Olleta, JL. 2001. Producción y rendimiento carnicero de siete razas bovinas españolas faenadas a diferentes pesos. *Informaciones Técnicas*. Zaragoza, España. N° 101. 16p.
- Azzarini, M; Oficialdegui, R; Cardelino, RC. 1996. Sistemas alternativos de Producción Ovina. Potenciación de la producción de carne en sistemas laneros. *SUL: Producción Ovina* 9:7-20.
- Bianchi, G; Garibotto, G. 2002. Influencia del sexo y del largo de lactancia sobre características de crecimiento, composición de la canal y calidad de carne de corderos. *SUL: Producción Ovina* 15:71-92.
- Bianchi, G. 2005. Características productivas, tipificación de la canal y calidad de carne a lo largo de la maduración de corderos pesados Corriedale puros y cruzados en sistemas extensivos. Tesis de Doctorado. Zaragoza, Espanha. Universidade de Zaragoza, Facultad de Veterinaria. 201 p.
- Bianchi, G; Garibotto, G. 2007. Uso de razas carniceras en cruzamientos terminales y su impacto en la producción de carne y el resultado económico. *In Alternativas tecnológicas para la producción de carne ovina de calidad en sistemas pastoriles*. Montevideo, Uruguay, Editorial Hemisferio Sur. p. 65-106.
- Bianchi, G; Garibotto, G; Peculio, A; Bentancur, O; Pereira, JP; Buffa, M. 2007. Asociación entre determinaciones carniceras *in vivo* y *post-mortem* corderos pesados Corriedale y cruza. *SUL: Producción Ovina* 19:89-97.
- Bianchi, G. 2010. Calidad de la Carne y de Productos Cárnicos Ovinos. *In* Bianchi, G; Feed, OD (eds.). *Introducción a la Ciencia de la Carne*. Montevideo, Uruguay, Editorial Hemisferio Sur. p. 259-301.
- Bickerstaffe, R.1996. Proteases and meat quality. *Proceedings. Annual Conference of the New Zealand Society of Animal Production* (56, 1996, New Zealand). New Zealand. 401 p.

- Ciria, J; Asenjo, B. 2000. Condiciones y técnicas para controlar la calidad del producto; factores a considerar en el presacrificio y postsacrificio. *In: Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes.* Madrid, Espanha, Ministerio de Ciencia y Tecnología. p. 17-45.
- Cloete, SWP; Snymanand, MA; Herselman, MJ. 2000. Productive performance of Dorper sheep. *Small Ruminant Research* 36(2):119-135.
- Cloete, JJE; Cloete, SWP; Olivier, JJ; Hoffman, LC. 2007. Terminal crossbreeding of Dorper, Île de France, Merino Landsheep and SA Mutton Merino sires: ewe production and lamb performance. *Small Ruminant Research* 69(1-3):28-35.
- Destefanis, G; Brugiapaglia, A; Barge, MT; Dal Molin, E. 2008. Relationship between beef consumer tenderness perception and Warner-Bratzler shear force. *Meat Science* 78(3):153-156.
- Fisher, A; De Boer, H. 1994. The EAAP standard method of sheep carcass assessment. Carcass measurements and dissection procedures report of the EAAP working group on carcass evaluation, in cooperation with the CIHEAM Instituto Agronómico Mediterraneo of Zaragoza and the CEC directorate general for agriculture in Brussels. *Livestock Production Science* 38(3):149-159.
- Fogarty, NM; Hopkins, DL; van de Ven, R. 2000. Lamb production from diverse genotypes 2. Carcass characteristics. *Animal Science* 70(1):147-156.
- Furusho-Garcia, IF; Rodrigues Costa, TI; de Almeida, AK; Garcia Pereira, I; Pereira Alvarenga, I; Lins Lima, NL. 2010. Desempenho e características de carcaça de cordeiros Santa Inês puros e cruzas com Dorper e Texel em diferentes sistemas de manejo (em linea). *Revista Brasileira de Zootecnia* 39(6). Consultado 24 jul. 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_issuetoc&pid=1516-359820100006&lng=en&nrm=iso
- Hopkins, DL; Adair, D. 1990. Lamb carcasses produced in Zimbabwe and Australia. *Wool Technology and Sheep Breeding* 38(2):81-82.
- Kirton, AH; Johnson, DL. 1979. Interrelationships between GR and other lamb carcass fatness measurements. *Proceedings. Annual Conference of the New Zealand Society of Animal Production* (39, 1979, New Zealand). New Zealand. 283 p.
- Kirton, AH; Carter, AH; Clarke, JN; Sinclair, DP; Mercerand, GJK; Duganzich, DM. 1995. A comparison between 15 ram breeds for export lamb production. 1. Live weights, body components, carcass components, carcass measurements and composition. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 38(3):347-360.
- Martínez-Cerezo, S; Sañudo, C; Panea, B; Medel, I; Delfa, R; Sierra, I; Beltrán, J.A; Cepero, R; Olleta, JL. 2005a. Breed, slaughter weight and ageing time effects on physico-chemical characteristics of lamb meat. *Meat Science* 69(2):325-333.
- Martínez-Cerezo, S; Sañudo, C; Medel, I; Olleta, JL. 2005b. Breed, slaughter weight and ageing time effects on sensory characteristics lamb. *Meat Science* 69(3):571-578.
- Pla, TM. 2005. Capacidad de retención de agua. *In* Cañeque, V; Sañudo, C (eds.). Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Monografías INIA, Serie Ganadera N° 3, Madrid, España, INIA, Ministerio de Ciencia y Tecnología. p. 243-250.
- Ruiz de Huidobro, FR; Cañeque, V; Onega, E; Velasco, S. 2000. Morfología de la canal ovina. *In* Cañeque, V; Sañudo, C (eds.). Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Madrid, España, INIA, Ministerio de Ciencia y Tecnología. p. 83-102.
- Sañudo, C; Campo, MM. 1996. Calidad de la canal, de la carne y de la grasa. *SUL: Producción Ovina* 8:129-143.

- Sañudo, C; Santolaria, MP; Maria, G; Osorio, M; Sierra, I.1996. Influence of carcass weight on instrumental and sensory lamb meat quality in intensive production systems. *Meat Science* 42(2):195-202.
- Sañudo, C; Sanchez, A; Alfonso, M.1998. Small ruminant production systems and factors affecting lamb meat quality. *Meat Science* 49 (Suppl. 1): S29-S64.
- Schoeman, SJ. 2000. A comparative assessment of Dorper sheep in different production environments and systems. *Small Ruminant Research* 36(2):137-146.
- SAS Institute. 2004. The SAS system for Windows. Release 9.1. SAS Institute Inc. Cary, NC.
- Shackelford, SA; Leymaster, KA; Wheelerand, TL; Koochmaraie, M. 2012. Effects of breed of sire on carcass composition and sensory traits of lamb. *Journal of Animal Science* 90(11):4131-4139.
- Webb, EC; Casey, NH. 1995. Genetic differences in fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue in Dorper and SA Mutton Merino wethers at different live weights. *Small Ruminant Research* 18(1):81-88.
- ZonabendKönig, E; Ojango, JMK; Audho, J; Mirkena, T; Strandberg, E; Okeyoand, AM; Philipsson, J. 2017. Live weight, conformation, carcass traits and economic values of ram lambs of Red Maasai and Dorper sheep and their crosses. *Tropical Animal Health and Production* 49(1):121-129.

População fúngica ruminal em cordeiros com dietas de alto grão submetidas a diferentes processamentos

Ronaildo Fabino Neto¹, Antônio Roberto de Oliveira Júnior¹, Douglas Dijkstra¹,
Luis Henrique Curcino Batista¹, Marcelo Marcondes de Godoy¹,
Flávio Geraldo Ferreira Castro², Eduardo Robson Duarte³, Flávia Oliveira Abrão Pessoa^{1*}

¹Instituto Federal Goiano, Goiás, Brasil. ²Agrocria, Ltda, Goiás, Brasil. ³Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias, Minas Gerais, Brasil. *Correio eletrônico: flavia.abrao@ifgoiano.edu.br.

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da oferta de dois tipos de grãos, milho (*Zea mays*) e sorgo (*Sorghum bicolor*) submetidos a dois processos diferentes (moído e inteiro), sobre a população fúngica do rúmen em cordeiros da raça Santa Inês com uma dieta sem volumoso. Vinte e oito cordeiros foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 2x2, a quatro tratamentos: milho moído finamente, milho integral, sorgo finamente moído e sorgo integral. As variáveis de resposta estudadas foram: o pH do fluido ruminal, as características macroscópicas e físico-químicas do fluido, o perfil da população fúngica anaeróbia facultativa e das populações estritamente anaeróbias. Os tratamentos foram comparados com o teste não paramétrico do pacote estatístico ASSISTAT 7.7 Beta. O pH ruminal de cordeiros alimentados com dietas de alto grão é influenciado pelo tipo de processamento e pela fonte de grãos. Uma menor proporção de fungos filamentosos foi observada em comparação com a população de fungos leveduriformes em todos os tratamentos. Fungos anaeróbios estritos não foram observados no rúmen de cordeiros alimentados com alta proporção de grãos.

Palavras chave: alimentação dos animais, grão moído, alimento concentrado, microbiologia ruminal.

Ruminal fungal population in lambs with high grain diets subjected to different processing

ABSTRACT

The objective of the present work was to evaluate the effect of the supply of two types of grains, corn (*Zea mays*) and sorghum (*Sorghum bicolor*) subjected to two different processes (ground and whole), on the ruminal population of fungi in Santa Inês lambs fed a no fiber diet. 28 sheep were assigned in a completely randomized design, with factorial arrangement 2x2, to four treatments: finely ground corn, whole grain corn, finely ground sorghum and whole grain sorghum. The response variables studied were: the pH of the ruminal fluid, the macroscopic and physicochemical characteristics of the fluid, the profile of the population of facultative anaerobic fungi and of the strict anaerobic populations. The treatments were compared with the nonparametric test of the statistical package ASSISTAT 7.7 Beta. The ruminal pH of lambs fed high grain diets is influenced by the type of processing and the grain source. A lower proportion of filamentous fungi was observed compared to the population of leveduriform fungi in all treatments. Strict anaerobic fungi were not observed in the rumen of lambs fed a high proportion of grain.

Key words: animal feeding, ground grain, feed concentrate, ruminal microbiology.

Población fúngica ruminal en corderos con dietas de alto grano sometidas a diferentes procesamientos

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del suministro de dos tipos de granos, maíz (*Zea mays*) y sorgo (*Sorghum bicolor*) sometidos a dos procesos diferentes (molido y entero), sobre la población ruminal de hongos en corderos Santa Inés alimentados con una dieta sin fibra. Se asignaron 28 borregos en un diseño completamente al azar, con arreglo factorial 2x2, a cuatro tratamientos: maíz molido finamente, grano entero de maíz, sorgo molido finamente y sorgo en grano entero. Las variables de respuesta estudiadas fueron: el pH del fluido ruminal, las características macroscópicas y físico-químicas del fluido, perfil de la población de hongos anaerobios facultativos y de las poblaciones anaerobias estrictas. Los tratamientos se compararon con la prueba no paramétrica del paquete estadístico ASSISTAT 7.7 Beta. El pH ruminal de corderos alimentados con dietas de alto grano, está influenciada por el tipo de procesamiento y la fuente del grano. Se observó una menor proporción de hongos filamentosos comparado a la población de hongos levaduriformes en todos los tratamientos. No se observaron hongos anaerobios estrictos en el rumen de corderos alimentados con alta proporción de grano.

Palabras clave: alimentación animal, grano molido, alimento concentrado, microbiología ruminal.

INTRODUÇÃO

É sabido que a dieta convencional para ruminantes confinados ou semi-confinados é composta basicamente por uma parte com fonte de volumoso e outra parte com concentrado. Segundo Brown *et al.* (2006), esse tipo de dieta se justifica pela perfeita interação que há entre as populações microbianas do rúmen desses animais, as quais são capazes de transformarem o alimento que entra no rúmen em fonte de proteína e energia para o hospedeiro, ocorrendo assim uma relação de simbiose.

No entanto, devido a necessidade de otimizar o lucro na criação de ruminantes, muitos produtores têm adotado e obtido sucesso com a alimentação de alto grão na fase de terminação em confinamento para animais de corte. Paulino *et al.* (2013) definem dieta de alto grão como sendo o fornecimento ao ruminante o grão, inteiro ou moído, como uma fonte de energia, adicionando um *pellet* como núcleo, completando a ração. Dessa forma, o custo é reduzido no manejo nutricional dos animais confinados, pois há redução gastos com maquinários e mão de obra (Beltrame e Ueno 2011).

Cardoso (2012) afirma que o custo de produção de bovinos, machos e fêmeas, terminados em

confinamento sob dieta sem volumoso é viável economicamente para o cenário atual do mercado, e Paulino *et al.* (2013) afirmam que, além de reduzir o custo no sistema, a alta disponibilidade de energia na dieta sem forragem permite que ruminantes como bovinos taurinos, consumido em torno de 135 a 145 kg de matéria seca (MS) dessa dieta, ganhem em torno de 11,34 kg de peso na carcaça. Silva (2012) respalda que, nas fases de maior exigência para produção de leite, uma dieta com alta concentração energética, com uso de milho moído, contribui para melhor desempenho produtivo.

Para pequenos ruminantes como os ovinos, esse tipo de dietatem-se mostrado mais vantajosa, devido a maior eficiência desses animais em ruminar, mastigar e produzir mais saliva (Borges *et al.* 2011). De acordo com o acima exposto, Godoy *et al.* (2015) em experimento em que foram avaliados os efeitos da alimentação de cordeiros na fase de terminação em confinamento, com dieta de alto grão, comparando milho e sorgo (moído e inteiro), observaram resultados significativos para rendimento de carcaça fria para os tratamentos à base de sorgo moído.

Os microrganismos ruminais são fundamentais para garantir o bom desempenho dos ruminantes.

Poucos são os estudos sobre a população de fungos no rúmen de animais alimentados com dietas sem volumoso. Abrão *et al.* (2015) avaliaram a população de fungos no rúmen de bovinos de corte alimentados com e sem volumoso e verificaram que, animais alimentados sem fonte de volumoso apresentam a característica de possuir maior população de fungos micelianos, ausência de fungos anaeróbios estritos e de leveduras. Esses resultados estão associados à redução do valor do pH, deixando o ambiente ruminal ácido, característica esta desfavorável a população de microrganismos fibrolíticos (Arcuri *et al.* 2006).

O estudo da população fúngica no ambiente ruminal de borregos permite identificar os fungos com potencial de degradação para dietas amilolíticas e gerar conhecimento para modulação desta microbiota a partir do processamento ou escolha das fontes de grãos (Oliveira *et al.* 2007). Desta forma, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito da alimentação com dietas de alto grão submetidas a diferentes processamentos, na população fúngica ruminal de ovinos da raça Santa Inês confinados.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de ovinocultura da fazenda experimental do Instituto Federal (IF) Goiano – Campus Ceres, localizado na Rodovia GO 154, km 03, Zona Rural, no município de Ceres-GO.

O contingente amostral foi composto por 28 borregos da raça Santa Inês confinados, sendo sete animais (repetições) por tratamento. Cada animal constituiu uma unidade experimental e foram distribuídos aleatoriamente nos tratamentos: GMI: dieta constituída de 85% de grão de milho inteiro e 15% do núcleo ENGORDIN 38®; GMM: dieta com 85% de grão de milho moído (peneira de 3 milímetros) e 15% do núcleo ENGORDIN 38®; GSI: dieta com 85% de grão de sorgo inteiro e 15% do núcleo ENGORDIN 32®; GSM: dieta de 85% de grão de sorgo moído (peneira de 3 milímetros) e 15% do núcleo ENGORDIN 32® (Tabelas 1 e 2). Os núcleos utilizados eram da marca comercial Agrocria Ltda. Os ovinos entraram no experimento

com peso vivo inicial médio de $25 \pm 4,24$ kg e saíram com peso vivo médio final de $40 \pm 4,76$ kg.

O confinamento teve duração de 84 dias, sendo 70 dias para período experimental e 14 dias de adaptação, com a substituição gradativa da silagem de milho pela mistura de grãos e núcleo de acordo com cada tratamento. A alimentação foi fornecida duas vezes ao dia na forma de dieta total (isoproteica), às 7:00h e 16:00h. Foram coletadas amostras dos ingredientes da ração, em três repetições, para a realização das análises da composição das dietas fornecidas (Tabela 2). O consumo médio desses animais foi de 0,90; 0,98; 0,89; 0,98 (kg/dia/animal) para os tratamentos GMI, GMM, GSI e GSM, respectivamente.

Ao término do período de confinamento com cada tratamento, os animais foram submetidos a jejum de sólidos por aproximadamente 12 a 18 horas e abatidos. Os ovinos foram insensibilizados por eletronarcose com eletrodo, antes da sangria, através de dispositivo próprio para esta finalidade no setor de Agroindústria do IF Goiano – Campus Ceres.

Foram coletados, imediatamente após o abate, aproximadamente 15 mL de fluido ruminal da região ventral do rúmen com o auxílio de frasco coletor, bisturi e filtro, estéreis. Todas as amostras foram transportadas em caixas isotérmicas e armazenadas por no máximo uma hora em frascos coletores vedados e identificados. As análises microbiológicas foram realizadas no laboratório de Microbiologia do mesmo Instituto. Todos os procedimentos foram submetidos ao Comitê de Ética de Uso de Animais em Pesquisa do IF Goiano e aprovados sob número de protocolo: 015/2015.

As análises macroscópicas dos líquidos coletados foram realizadas imediatamente após a obtenção, em um tubo de vidro contendo 5,0 mL do fluido amostrado, onde foram avaliados cor, odor e viscosidade (Dirksen 1993).

Para avaliação da atividade microbiana no rúmen foi realizado o teste de redução do azul de metileno na concentração 0,03% (potencial redox). O pH do líquido ruminal foi estimado, utilizando-se um potenciômetro digital (Dirksen 1993).

Tabela 1. Composição dos núcleos ENGORDIN 38 e ENGORDIN® 32.

Nutrientes	Concentração	
	Engordin® 38	Engordin® 32
Fosforo (min.) - mg/kg	6000	5000
Cálcio (max.)- g/kg	42	47
Cálcio (min.)- g/kg	34	37
Extrato Etéreo (min.)- g/kg	12	11
FDA (max.)- g/kg	220	270
Matéria Fibrosa (max.)- g/kg	170	200
Matéria Mineral (max.)- g/kg	200	200
Proteína Bruta (min.)- g/kg	380	320
N. N. P. Equi. Em. Proteína (max.)- g/kg	116	116
Umidade (max.)- g/kg	100	100
Cobalto (min.) - mg/kg	5	5
Cobre (min.) - mg/kg	175	175
Cromo (min.) - mg/kg	1,4	1,4
Enxofre (min.) - mg/kg	4500	4500
Flúor (max.) - mg/kg	24	20
Iodo (min.) - mg/kg	5	5
Manganês (min.) - mg/kg	180	180
Magnésio (min.) - mg/kg	3000	3000
Molibdênio (min.) - mg/kg	0,35	0,35
Monensina (min.) - mg/kg	150	150
Níquel (min.) - mg/kg	0,3	0,3
Potássio (min.)- g/kg	15	15
Selênio (min.) - mg/kg	1,8	1,8
Sódio (min.) - mg/kg	9700	9700
Viginiamicina (min.) - mg/kg	150	150
Zinco (min.) - mg/kg	420	420
Vitamina A (min.) - UI/kg	21000	21000
Vitamina D (min.)- UI/kg	3000	3000
Vitamina E (min.)- UI/kg	135	135

Nota: Marca comercial dos núcleos – Agrocria Ltda.

Tabela 2. Composição das dietas experimentais submetidas a borregos Santa Inês.

Ingrediente	Dietas (g/kg)			
	Milho inteiro	Milho moído	Sorgo inteiro	Sorgo moído
Milho grão inteiro	850,0	-	-	-
Milho grão moído	-	850,0	-	-
Sorgo grão inteiro	-	-	850,0	-
Sorgo grão moído	-	-	-	850,0
Engordin 38®	150,0	150,0	-	-
Engordin 32®	-	-	150,0	150,0
Item	Composição bromatológica, g/kg			
Matéria seca	920,0	909,9	913,9	917,0
Matéria orgânica	855,5	843,9	847,9	855,5
Proteína bruta	133,5	133,5	133,0	133,0
Cinza	64,50	66,00	66,00	61,50
Extrato etéreo	23,3	19,0	25,5	20,0

Logo após a coleta, foi realizado exame direto para detecção de fungos anaeróbios autóctones do rúmen, conforme metodologia descrita por Chaudhry (2000). O conteúdo foi inicialmente pesquisado em microscópico estereoscópico com o aumento de 400X para seleção das estruturas fúngicas. As partículas demonstrando a presença de esporângios, hifas e rizoides de fungos foram transferidas e montadas em lâminas com azul de metileno. Posteriormente, as mesmas foram examinadas sob a luz da microscopia óptica, com o aumento de 1000 vezes (Chaudhry 2000).

Foi realizado o cultivo, a quantificação, o isolamento e a identificação de fungos anaeróbios facultativos. Para tanto, foram feitas diluições decimais seriadas do líquido ruminal em tubos contendo 9,0 mL de solução salina estéril. Após cada diluição, os tubos foram homogêneos durante três minutos e alíquotas de 100 microlitros das diluições 10^{-2} e 10^{-4} foram inoculadas em placas estereis contendo o meio de cultura Ágar Sabouraud Dextrose (Acumedia®, EUA). Os inóculos foram homogêneos com alças de Drigalski estereis e as placas foram incubadas em estufa BOD a 37°C e monitoradas para o

crescimento de colônias fúngicas por até 21 dias (Kurtzman e Fell 1998).

As colônias de fungos micelianos isoladas foram identificadas por técnica de microcultivo e as características micromorfológicas, evidenciadas ao microscópio óptico, foram associadas às aquelas descritas para fungos de interesse biotecnológico e patológico (Lacaz *et al.* 2002). Realizou-se também o exame direto de coloração Gram para caracterização microbiana geral do fluido ruminal (Dirksen 1993).

Para as variáveis estudadas foi adotado o delineamento inteiramente ao acaso em arranjo fatorial 2x2 (fonte x processamento). Os resultados foram submetidos à análise exploratória pelo pacote estatístico ASSITAT 7.7 Beta, e as variáveis paramétricas, como o pH, comparadas pelo teste de t de Student, a 5% de probabilidade. As variáveis com distribuição não paramétrica foram comparadas pelo teste de Kruskal-Wallis ou Mann-Whitney ($\alpha=0,05$).

Tabela 3. Análise físico-química predominante do fluido ruminal de borregos Santa Inês alimentados com grão de sorgo inteiro (GSI), grão de milho inteiro (GMI), grão de milho moído (GMM) e grão de sorgo moído (GSM).

Físico-química	Tratamentos			
	GSI	GMI	GMM	GSM
Cor	Leitosa	L. E.	L. E.	L. M.
Odor	Ácido	L. A.	L. A.	Ácido
Viscosidade	Viscosa	Viscosa	Viscosa	M. V.
PRAM ¹	>3	>3	>3	>3

¹-PRAM: Potencial de redutor de azul de metileno, potencial de atividade. L. E.: Leitoso Esverdeado; L. M.: Leitoso Amarronzado; L. A.: Levemente Ácido; M. V.: Muito Viscoso

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre os tratamentos, foram observadas diferenças na coloração do líquido ruminal, percebendo variações entre leitosa e leitosa amarronzada (Tabela 3). Com relação ao odor, foram observadas características de ácido e ligeiramente ácido (Tabela 3). Essa característica está relacionada com o valor do pH ruminal, onde pode ser percebido odor mais ácido naqueles tratamentos em que o pH estava mais baixo, como naqueles a base de sorgo (GSI e GSM), os demais tratamentos apresentaram odor ligeiramente ácido. Quanto a viscosidade, foi observada uma maior viscosidade no fluido ruminal de animais recebendo o tratamento com GSM.

Para o potencial de redução do azul de metileno (PRAM), exame que avalia a atividade da microbiota do rúmen, observou-se baixa atividade para todas amostras oriundas dos tratamentos com grãos inteiros (GSI e GMI). Os tratamentos GMM e GSM apresentaram 28% do contingente amostral com PRAM menor que três minutos (alta atividade). Acredita-se que a baixa atividade relatada na maioria dos tratamentos com alto grão esteja associada ao perfil de fermentação desses alimentos, com produção continuada de ácido láctico e redução de pH, o que promove inatividade microbiana e/ou morte celular.

Dijkstra (2015) avaliando grãos de milho e de sorgo moídos, reidratados e ensilados e, grãos moídos secos não ensilados como parte da alimentação de ovinos observou que, tratamentos

à base de milho grão seco, milho grão reidratado e sorgo grão seco, promoveram uma alta atividade microbiana, ocorrendo a conversão do corante em tempo inferior a três minutos. Abrão *et al.* (2015) comparando a característica físico-química no conteúdo ruminal bovinos de corte sob pastejo e novilhos confinados recebendo dieta a base de concentrado, encontraram que, novilhos alimentados com níveis elevados de concentrado podem apresentar tempo de redução de um minuto, o que representa uma alta atividade microbiana.

O exame direto de coloração Gram mostrou em todos os tratamentos observou-se a presença de bacilos com maior predominância em relação as outras tipologias microbianas, com pouca presença de bactérias espiroquetas e cocos (Tabela 4). Não houve diferença entre a proporção de bactérias Gram positivas ou Gram negativas observadas no esfregaço entre os tratamentos ($P > 0,05$).

Para a variável pH (Tabela 5), observou-se diferença significativa entre os tipos de grãos, sendo que os tratamentos que receberam grãos de sorgo na dieta apresentaram o pH ruminal mais ácido quando comparado aos grãos de milho ($P < 0,01$). Para a avaliação do pH em função do tipo de processamento, foi possível observar que os tratamentos com grão inteiro apresentaram pH ruminal mais ácido ($P < 0,01$). Quando analisamos a interação entre os fatores grão x processamento para o pH, observou-se que não houve significância ($P > 0,05$).

Tabela 4. Exame de coloração de Gram para detecção de microrganismos presentes no rúmen de ovelhas submetidas a dieta de alto grão de sorgo inteiro (GSI); grão de milho inteiro (GMI); grão de milho moído (GMM); grão de sorgo moído (GSM).

Microrganismos	Tratamentos			
	GSI	GMI	GMM	GSM
Bacilos	(+++)	(+++)	(+++)	(+++)
Cocos	(+)	(+)	0	0
Espiroquetas	(+)	0	0	0
Leveduras	(+)	0	(+)	(+)
Gram Negativas (%)	25,95a	46,67a	57,14a	42,86a
Gram Positivas (%)	74,04a	53,33a	42,86a	57,14a

Letras minúsculas iguais nas linhas, indicam que não houve diferença significativa entre tratamento pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ($\alpha = 5\%$).

Tabela 5. Análise de pH ruminal de borregos Santa Inês alimentados com grão de sorgo inteiro (GSI), grão de milho inteiro (GMI), grão de milho moído (GMM) e grão de sorgo moído (GSM).

Fatores	Tratamento	pH
Fonte do Grão	Sorgo	5,05±0,62b
	Milho	5,87±0,71a
Processamento	Inteiro	5,09±0,81b
	Moído	5,83±0,54a

Letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste t de Student a 1% de significância. Coeficiente de variação (%) = 14,20.

Fungos anaeróbios estritos foram ausentes para todos os tratamentos, o que pode ser justificado pela dieta ser muito rica em carboidrato facilmente fermentável, provocando assim uma elevação da acidez do ambiente ruminal e, eliminando os fungos desse sítio. Abrão *et al.* (2015) concluíram que, animais sob dieta sem fonte de volumoso, apresentam maior população de fungos miceliais anaeróbios facultativos, e ausência de fungos anaeróbios estritos e de leveduras ruminais.

Duarte *et al.* (2013) avaliaram bovinos leiteiros alimentados com diferentes dietas, somente com silagem de sorgo, somente a pasto de *Brachiaria brizantha* ou com cana de açúcar picada, e observaram que as vacas alimentadas com silagem de sorgo, por terem concentrado em maior quantidade, apresentaram menor taxa de detecção de fungos ($P < 0,05$). Ainda Duarte *et*

al. (2013) justificaram esse achado atribuído ao fato de essa dieta conter menor concentração de fibras favorecendo o desenvolvimento de outros microrganismos.

Para a quantificação de fungos anaeróbios facultativos, observou-se que não houve diferença entre os tratamentos ($P > 0,05$). Houve predominância de leveduras em relação aos filamentosos ($P < 0,05$) dentro de cada tratamento avaliado (Tabela 6), o que poderia ser justificado pelo fato dos animais estarem sendo submetidos a uma dieta de alto grão, na qual observa-se um maior teor de carboidratos não fibrosos, facilmente fermentáveis, fonte primária de nutrientes para a população de leveduras.

Dijkstra (2015) avaliou ovelhas confinadas recebendo uma dieta com uma fonte de volumoso e

grãos de milho ou sorgo moídos secos reidratados (40:60), e encontrou menor quantidade de leveduras no rúmen dos animais em relação ao nosso estudo. Kamra (2005) reforça que dieta peletizadas e farelada, tem menor tempo de passagem no sistema digestivo, dificultando o crescimento de fungos anaeróbios facultativos.

Foi observado a predominância do fungo *Aspergillus* spp. em todos os tratamentos, porém também foi detectado concomitantemente o gênero *Rhizopus*, exceto para o tratamento sorgo moído. *Trichoderma* spp., foi encontrado apenas no tratamento constituído de milho moído (Tabela 7).

Freitas *et al.* (2012) encontraram maior predominância do gênero *Aspergillus* na microbiota ruminal de borregos mestiços Santa Inês criados em capim-tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia). Estudos indicam que fungos desse gênero são capazes de apresentar satisfatória

atividade enzimática (Sharma *et al.* 2012, Almeida *et al.* 2014, Kumar e Parikh 2015).

A utilização de dietas concentradas moídas pode induzir alterações na fisiologia ruminal, alterando a população de microrganismos, taxa de passagem do alimento, motilidade e velocidade de absorção dos nutrientes, causando uma série de distúrbios metabólicos que podem comprometer a eficiência e produção dos animais (Cardoso 2012).

Paulino *et al.* (2013) ressaltaram que, apesar de causar distúrbios na população microbiana do rúmen, a dieta de alto grão pode ser uma alternativa quando comparado a dieta convencional, no entanto, ao se decidir pelo uso de dieta sem volumoso a atenção com a qualidade da dieta deve ser maior. Beltrame e Ueno (2011), Cardoso (2012) e Paulino *et al.* (2013) respaldaram que, para controlar os distúrbios metabólitos, aditivos

Tabela 6. Unidade formadora de colônia de fungos anaeróbios facultativos por mL de fluido ruminal de ovelhas submetidas a dieta de alto grão de sorgo inteiro (GSI); grão de milho inteiro (GMI); grão de milho moído (GMM); grão de sorgo moído (GSM).

Fungos Anaeróbios Facultativos	Tratamentos			
	GSI	GMI	GMM	GSM
Filamentosos	2,8 x 10 ² aB	2,1 x 10 ³ aB	5,4 x 10 ² aB	2,2 x 10 ² aB
Leveduras	2,3 x 10 ⁴ aA	1,0 x 10 ⁴ aA	1,2 x 10 ⁴ aA	1,0 x 10 ⁴ aA

Letras maiúsculas distintas na coluna diferem pelo teste não paramétrico de Mann-Withney ($\alpha = 5\%$). Letras minúsculas iguais na linha não diferem estatisticamente pelo teste não paramétrico Kruskal-Wallis ($\alpha = 5\%$).

Tabela 7. Identificação dos fungos anaeróbios facultativos pela técnica de microcultivo de amostras extraídas do fluido ruminal de ovelhas submetidas a dieta de alto grão com sorgo inteiro (GSI); grão de milho inteiro (GMI); grão de milho moído (GMM); grão de sorgo moído (GSM).

Isolados	Tratamentos							
	GMI		GMM		GSI		GSM	
	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Aspergillus</i> spp.	6,00	75,00	6,00	85,71	5,00	62,50	7	100,00
<i>Rhizopus</i> spp.	1,00	12,50	1,00	14,29	3,00	37,50	0	0,00
<i>Trichoderma</i> spp.	1,00	12,50	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Total	8	100	7	100	8	100	7	100

são adicionados com esse objetivo, contudo, o uso inadequado destes na dieta também pode causar grandes prejuízos.

Dessa forma, os aditivos originados de produtos naturais e/ou da própria microbiota ruminal, poderão viabilizar a eficiência produtiva. A população fúngica anaeróbia facultativa isolada do ambiente ruminal de borregos alimentados com dietas de alto grão apresentam-se como uma alternativa promissora na linha de aditivos microbianos, e assim poderão, reforçar o segmento da produção de ruminantes confinados sem volumoso.

Futuros estudos devem ser realizados com os fungos e leveduras obtidos, verificando características desejáveis a um probiótico ou aditivo microbiano, como atividade amilolítica, produção de micotoxinas, antagonismo frente a patógenos de interesse clínico, dentre outros.

CONCLUSÕES

A dieta com alto grão modifica a população microbiana autóctone e ruminal de borregos Santa Inês.

Leveduras são os microrganismos anaeróbios facultativos mais prevalentes no rúmen de borregos confinados sem volumoso, independentemente do tipo de grão acrescido na dieta e do tipo de processamento.

REFERÊNCIAS

- Abrão, FO; Duarte, ER; Nigri, ACA; Silva, MLF; Ribeiro, ICO; Silva, KL; Rosa, CA; Rodriguez, NM. 2015. Caracterização físico-química e microbiológica e população de fungos no conteúdo ruminal de novilhos de corte hípidos ou com acidose ruminal. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária* 37(1):7-14.
- Arcuri, PB; Lopes, FCF; Carneiro, J.C. 2006. Microbiologia do rúmen. In Berchielli, TT; Pires, AV; Oliveira, SG (eds.). *Nutrição de ruminantes*. Jaboticabal, Brasil, Funep. p. 111-140.
- Almeida, PNM; Freitas, CES; Abrão, FO; Ribeiro, ICO; Vieira, EA; Geraseev, LC; Duarte, ER. 2014. Atividade celulolítica de fungos aeróbios isolados do rúmen de bovinos leiteiros alimentados com forragens tropicais. *Caatinga* 27(2):202-207.
- Brown, MS; Ponce, CH; Pulikanti, R. 2006. Adaptation of beef cattle to high-concentrate diets: Performance and ruminal metabolism. *Journal of Animal Science* 84(supl.13): E25-E33.
- Beltrame, JM; Ueno, RK. 2011. Dieta 100% concentrada com grão de milho inteiro para terminação de bovinos de corte em confinamentos. Dissertação de especialização. Parana, Brasil. Universidade Tuiuti do Paraná. 41 p.
- Borges, CAA; Ribeiro, ELA; Mizubuti, IY; Silva, LDF; Pereira, LS; Zarpelon, TG; Constantino, C; Favero, R. 2011. Substituição de milho grão inteiro por aveia preta grão no desempenho de cordeiros confinados recebendo dietas com alto grão. *Semina Ciências Agrárias* 32(supl.1)2011-2020.
- Cardoso, EO. 2012. Dieta de alto grão para bovinos confinados: viabilidade econômica e qualidade da carne. Dissertação de Mestrado. Bahia, Brasil. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. 66 p.
- Chaudhry, AS. 2000. Microscopic studies of structure and ruminal fungal colonization in sheep of wheat straw treated with different alkalis. *Anaerobe* 6(3):155-161.
- Duarte, ER; Almeida, PMN; Freitas, SES; Abrão, FO; Ribeiro, ICO; Vieira, EA. 2013. Fungos anaeróbios do rúmen de bezerros e vacas leiteiras alimentadas com diferentes volumosos tropicais. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária* 35(3):260-266.
- Dirksen, G. 1993. Sistema digestivo. In Dirksen, G; Gründer, HD; Stöber, M (eds.). *Rosenberger: Exame clínico dos bovinos*. Rio de Janeiro, Brasil. Guanabara-Koogan. p. 167-169.
- Dijkstra, D. 2015. Desempenho e perfil microbiológico do rúmen de ovinos alimentados com diferentes tipos de processamento do milho e do sorgo. Trabalho de Grado. Ceres, Brasil, Instituto Federal Goiano. 18 p.

- Freitas, CE; Abrão, SFO; Silva, KL; Almeida, PNM; Duarte, ER. 2012. Fungos aeróbios no intestino grosso de borregos e de ovelhas criados em pastagens tropicais. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 64(1):225-227.
- Godoy, MM; Sousa, RM; Oliveira Jr, AR; Pessoa, FOA; Campus, FD; Silva, ICA; Silva, IE; Neto, RF. 2015. Biometria de carcaça de ovino terminado com grãos energético, inteiro ou moído, sem volumoso. Congresso Brasileiro de Zootecnia (25, 2015, Fortaleza, Brasil). Resumo expandido.
- Kamra, DN. 2005. Rumen Microbial Ecosystem. *Current Science* 89(1):125- 35.
- Kumar, AK; Parikh, BS. 2015. Cellulose-degrading enzymes from *Aspergillus terreus* D34 and enzymatic saccharification of mild-alkali and dilute-acid pretreated lignocellulosic biomass residues. *Bioresources and Bioprocess* 2(7):1-13.
- Kurtzman, CP; Fell, JW. 1998. *The Yeasts – A taxonomic study*. 4 ed. Amsterdam, Holanda, Elsevier Science. 1076 p.
- Lacaz, CS; Porto, E; Martins, JEC; Heins-Vaccari, EM; Takahashi, MN. 2002. *Tratado de Micologia Médica*. 9 ed. São Paulo, Brasil, Sarvier. 1104 p.
- Oliveira, JS; Zanine, AM; Santos, EM. 2007. Diversidade microbiana no ecossistema ruminal (em linea). *Revista Eletrônica de Veterinária* 8(6):1-12. Consultado 24 jul. 2016. Disponível em <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060607/060703.pdf>
- Paulino, PVR; Oliveira, TS; Geonbeli, M; Gallo, SP. 2013. Dietas sem forragem para terminação de animais ruminantes. *Revista Científica de Produção Animal* 15(2):161-172.
- Sharma, N; Kaushal, R; Gupta, R; Kumar, S. 2012. A biodegradation study of forest biomass by *Aspergillus niger* F7: correlation between enzymatic activity, hydrolytic percentage and biodegradation index. *Brazilian Journal of Microbiology* 43(2):467-475.
- Silva, CJ. 2012. *Processamento de grão de milho para uso na alimentação de vacas leiteiras*. Tese de Doutorado. Viçosa, Brasil, Universidade Federal de Viçosa. 100 p.

Sincronización de estro en vaquillas criollas Lechero Tropical puras y mestizas

Adalberto Rosendo Ponce¹, Froylan Rosales Martínez¹, Leticia Cruz Reyes², Rodolfo Canseco Sedano², Jaime Gallegos Sánchez³, Carlos Miguel Becerril Pérez*¹

¹Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, México. ²Universidad Veracruzana, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ), Veracruz, México. ³Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, México. *Correo electrónico: color@colpos.mx

RESUMEN

La sincronización del estro es una biotecnología reproductiva que permite agrupar hembras para un uso intensivo de la Inseminación Artificial (IA) y un mejor seguimiento de las gestaciones y la temporada de partos. El objetivo del estudio fue comparar la efectividad de la gonadotropina corionica equina (eCG) y la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) en la manifestación y duración del estro, del ciclo estral y la tasa de gestación de vaquillas criollas Lechero Tropical (LT) y mestizas (MZ), sincronizadas con norgestomet. El estudio se realizó en Veracruz, México, en un clima cálido subhúmedo. Los tratamientos hormonales (eCG o GnRH) fueron usados en un protocolo de sincronización y asignados aleatoriamente por genotipos a 34 vaquillas, 19 LT y 15 MZ. El protocolo de sincronización constó de 3 mg de norgestomet implantados en la oreja y 3 mg inyectados, más 5 mg de valerato de estradiol. La duración del estro y del ciclo estral se analizó con un modelo de efectos fijos. La presencia de estro, tasa de gestación y tasa de gestación global se evaluaron mediante la prueba exacta de Fisher. Los datos se analizaron utilizando el paquete estadístico SAS. No se observó diferencia estadística ($P > 0,05$) entre tratamientos hormonales ni entre genotipos; la tasa de gestación global de 75,7% obtenida puede considerarse satisfactoria para el clima cálido tropical en el cual se realizó el estudio.

Palabras clave: Bovino criollo, clima cálido, hormonas, respuesta reproductiva.

Estrous synchronization in pure and crossbred criollo Tropical Milking heifers

ABSTRACT

Estrous synchronization is a reproductive biotechnology that allows grouping females for an intensive use of Artificial Insemination (AI) and better monitoring of pregnancies and calving season. The aim of this research was to compare the effectiveness of equine chorionic gonadotropin (eCG) and gonadotropin releasing hormone (GnRH) in the appearance and duration of estrous, estrous cycle and pregnancy rate of Tropical Milking criollo (LT) and crossbred (MZ) heifers, synchronized with norgestomet. The study was conducted in Veracruz, Mexico, in a subhumid hot climate. The hormonal treatments (eCG or GnRH) were used in a synchronization protocol and randomly assigned by genotypes to LT 34 heifers, 19 LT and 15 MZ. The synchronization protocol consisted of 3 mg of norgestomet implanted in the ear and 3 mg injected, plus 5 mg of estradiol valerate. The estrous duration and estrous cycle were analyzed with a fixed effects model. The estrous presence, pregnancy rate and overall pregnancy rate were evaluated by Fisher's exact test. The data were analyzed using the SAS statistical package. No statistical difference ($P > 0.05$) was observed between hormonal treatments nor among genotypes; the overall pregnancy rate of 75.7% obtained, can be considered satisfactory for the tropical hot climate in which the study was conducted.

Key words: Criollo cattle, hot climate, hormones, reproductive response.

INTRODUCCIÓN

La sincronización de estros es un medio efectivo para aumentar la proporción de hembras gestantes al inicio del periodo de apareamientos, incrementar la tasa de concepción (Orihuela 2000) y potenciar el uso de la IA (Ryan *et al.* 1995, Bó *et al.* 2013).

Con la aplicación de distintos productos hormonales es posible controlar de manera farmacológica el desarrollo del folículo ovárico, la ovulación, el ciclo estral y finalmente incrementar la eficiencia reproductiva (MacMillan y Peterson 1993, Cavalieri *et al.* 2006, Colazo *et al.* 2007). Entre las hormonas utilizadas para controlar el estro, se encuentran las que prolongan la vida media funcional del cuerpo lúteo, tal como la progesterona (P4) o análogos sintéticos de la misma (MacMillan y Burke 1996).

La aplicación de estradiol (E2) junto a P4 en el primer día de los protocolos de sincronización, suprime el desarrollo folicular y genera la aparición sincrónica de una nueva onda folicular acompañada de incrementos en las concentraciones de hormona luteinizante (LH) y hormona folículo estimulante (FSH) después de 36 horas (Bó *et al.* 1994).

Sin embargo, para sincronizar grupos de hembras en diferentes etapas del ciclo estral, se ha integrado el uso de eCG y GnRH para provocar la ovulación y posterior luteinización del folículo dominante y favorecer la fertilidad en las hembras (Schmitt *et al.* 1996, Ramírez *et al.* 2000). La aplicación de eCG aunada a implantes o dispositivos conteniendo P4 o un análogo, propicia un mayor diámetro del folículo dominante, con lo cual se obtienen elevadas tasas de ovulación debido a que un folículo más grande produce mayor cantidad de estradiol y aumenta la capacidad de generar el pico preovulatorio de LH (Sá Filho *et al.* 2010, Marquezini *et al.* 2013).

En otros estudios, se ha comprobado que en los protocolos de sincronización la aplicación de GnRH después de retirado el implante o dispositivo conteniendo P4, mejora la ovulación del folículo dominante y se obtienen mayores tasas de gestación (Troxel *et al.* 1993, Bó *et al.* 2002).

La raza criolla Lechero Tropical (LT) es un *Bos taurus* que descende del ganado introducido a América en el siglo XV durante la conquista y colonización española (de Alba 2011, Rosendo-Ponce y Becerril-Pérez 2015). Las vaquillas LT tienen edad al primer parto de 1207 días y 1,57 servicios por concepción, lo que evidencia más de 500 años de adaptación a los climas cálidos tropicales (Rosendo-Ponce y Becerril-Pérez 2002).

En México, desde la década de los 60 del siglo XX, la raza LT se selecciona para aumentar su producción de leche en lactancias de 305 d (Santellano-Estrada *et al.* 2008, 2011). La raza LT es un recurso genético valioso para obtener vigor híbrido con hembras mestizas (MZ), resultantes de su cruzamiento con razas europeas o cebuinas (Cunningham y Syrstad 1987, de Alba 2011), pero es poco conocida la respuesta de la hembra LT a la sincronización de estros; Guerrero *et al.* (2011) y Montiel *et al.* (2011), evaluaron el comportamiento reproductivo de vacas y vaquillas LT sincronizadas con prostaglandina F2 α (PGF2 α) y observaron una tasa de manifestación de estros de 67 y 100% respectivamente, así como una duración media del estro de 16,2 \pm 1 y 10,2 \pm 7,8 horas, respectivamente; sin embargo, es necesario conocer la respuesta a la sincronización de estros con el uso de progestágenos tal como los protocolos de IA, lo que permitirá establecer programas reproductivos de mayor impacto de la LT en la ganadería de climas cálidos.

Por tanto, el objetivo del presente estudio fue comparar la efectividad de dos métodos de sincronización de estros (eCG y GnRH) fundamentados en el uso de norgestomet en vaquillas LT y MZ.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

El estudio se realizó en el "Campus Veracruz" del Colegio de Postgraduados, localizado en el estado de Veracruz, a 19°11' N y 96°20' O y altura de 20 m.s.n.m. El clima de la región es Aw₀ (w) (i') gw'', cálido subhúmedo con lluvias en verano distribuidas de mayo a octubre, precipitación

y temperatura medias anuales de 1060 mm y 26,4°C (García 1987).

Animales experimentales

Se utilizaron 34 vaquillas nulíparas, 19 LT puras y 15 MZ (provenientes de sementales LT cruzados con vacas típicas de la región, que son una mezcla variable de ganado cebú con razas lecheras europeas, principalmente Holstein y Suizo Pardo), que fueron asignadas de manera aleatoria a dos tratamientos: (a) eCG (10 LT y 7 MZ) y (b) GnRH (9 LT y 8 MZ). El promedio para peso corporal y edad fue 316,3 ± 36,6 kg y 726,9 ± 155,9 días, respectivamente. Para la inseminación se utilizaron pajillas de semen proveniente de sementales LT, seleccionados por su superioridad genética para la producción de leche y de acuerdo al esquema de apareamientos rotacionales del hato, dividido en seis familias. La disponibilidad de hembras experimentales en estudios que involucran genotipos en peligro de extinción como el LT (FAO 2007, 2013) es escasa, lo que

puede constituir una limitante en estudios reproductivos de la raza.

Manejo y alimentación de las vaquillas

Las vaquillas se alimentaron en praderas de pará (*Brachiaria mutica*); se usó un sistema de rotación de potreros en una superficie total de ocho hectáreas, divididos en sub-potreros de una hectárea, con disponibilidad de agua y sales minerales *ad libitum*. La presencia de parásitos gastrointestinales y ectoparásitos fue controlada en todas las hembras del ensayo.

Tratamientos y protocolos de sincronización de estros

Las vaquillas de ambos grupos raciales fueron asignadas de manera aleatoria a un protocolo que incluyó eCG ó GnRH. Para homogenizar el ciclo estral, las vaquillas recibieron una inyección intramuscular de 15 mg de PGF2α (Prosolvín®,



Figura 1. Protocolo de sincronización con eCG en vaquillas criollas Lechero Tropical y Mestizas. I.I.=inserción de implante, R.I.=retiro de implante, C.D.=calor detectado, I.A.=inseminación artificial.

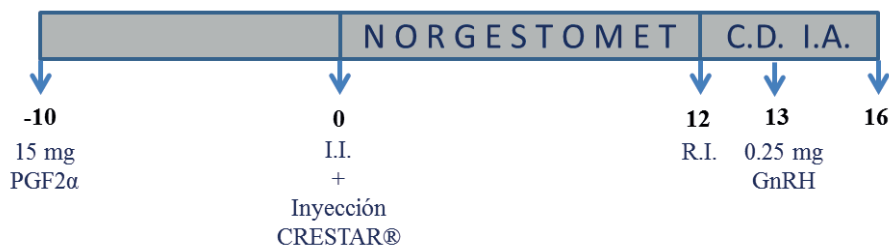


Figura 2. Protocolo de sincronización con GnRH en vaquillas criollas Lechero Tropical y Mestizas. I.I.=inserción de implante, R.I.=retiro de implante, C.D.=calor detectado, I.A.=inseminación artificial.

Intervet México.) 10 días antes de recibir el complemento de GnRH ó eCG.

Para sincronizar el estro en las vaquillas del ensayo se colocó un implante subcutáneo con 3 mg de norgestomet en la cara externa de la oreja y se administró vía intramuscular una dosis de 3 mg de norgestomet con 5 mg de valerato de estradiol (Crestar®, Intervet México) y se aplicaron 500 UI de eCG (Folligon®, Intervet México) ó 0,25 mg de GnRH (Gonadorelina Fertagyl®, Intervet México) según el grupo de tratamiento.

Los protocolos de aplicación de las hormonas se describen en las Figuras 1 y 2.

Variables de respuesta

Presencia de estro (PE; porcentaje): Se determinó la presencia de estro en las vaquillas que fueron sometidas a los tratamientos hormonales. La detección se realizó cada 4 horas en intervalos de 30 min durante 5 días, desde las 03:00 a las 23:30; el estro natural se observó durante los 19 a 23 días posteriores al retiro del implante. El inicio del estro se consideró cuando la vaquilla permaneció quieta y permitió la monta por otra, y su fin, cuando ya no aceptó la monta (Orihuela 2000). Signos de identificación de estro incluyeron el intento de montar y contacto físico con otras vaquillas, nerviosismo, marcas de monta en la base de la cola y costados y descargas vaginales claras y transparentes (Hernández 2012).

Duración de estro (DE; horas): Se determinó el tiempo transcurrido desde el inicio de los signos de identificación hasta el final de cada estro.

Duración del ciclo estral (DCE; días): Se determinó el periodo total del primer ciclo inducido.

Tasa de gestación (TG; porcentaje): Vaquillas detectadas en celo, que quedaron gestantes y fueron positivas al diagnóstico de gestación en relación al estro inducido y al estro natural por separado.

Tasa de gestación global (TGG; porcentaje): Vaquillas detectadas en celo, que quedaron gestantes y fueron positivas al diagnóstico de gestación en relación a los dos estros.

Las vaquillas en estro se inseminaron al inicio del mismo y 12 horas después. El diagnóstico de gestación se realizó por palpación rectal 65 días después de la segunda inseminación.

Análisis estadístico

Los datos DE y DCE se analizaron con el siguiente modelo de efectos fijos:

$$Y_{ijk} = \mu + H_i + G_j + HG_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

donde;

Y_{ijk} Característica de la i-ésima hormona, j-ésimo genotipo y k-ésima vaquilla.

μ = Constante común a los individuos de la población.

H_i = Efecto fijo de la hormona i-ésima (i = 1, 2).

G_j = Efecto fijo del genotipo j-ésimo (j = 1, 2).

HG_{ij} = Efecto de la interacción hormona por genotipo.

ϵ_{ijk} = Error aleatorio común a todas las observaciones. $\epsilon_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$

Los datos de PE, TG y TGG se evaluaron con la prueba exacta de Fisher. Todos los datos se procesaron con el paquete estadístico SAS (SAS 2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos hormonales evaluados y ni entre genotipos ensayados ($P > 0,05$) para ninguna de las variables de respuesta.

Presencia de estro

29 vaquillas de las 34 sometidas a los tratamientos manifestaron estro de manera sincronizada (Cuadro 1).

Se ha reportado que las hembras *Bos indicus* y sus cruza con *Bos taurus* manifiestan un mejor comportamiento reproductivo que las hembras *Bos taurus* puras provenientes de climas templados y mantenidas en condiciones de climas cálidos tropicales (Sartori *et al.* 2010).

Sin embargo, en esta investigación no se encontró diferencia en la PE en vaquillas LT y MZ, pudiendo atribuirse a la gran adaptación de la raza

Cuadro 1. Presencia de estros (%) en vaquillas Lechero Tropical (LT) y Mestizas (MZ) sincronizadas con progestágenos y eCG ó GnRH.

Genotipo	eCG	GnRH	Total
Estro sincronizado			
LT	90,0	77,8	84,2
MZ	100,0	75,0	86,6
Total	94,1	76,4	85,3
Estro natural			
LT	66,6	100,0	83,3
MZ	----	80,0	80,0
Total	66,6	90,0	82,3

LT a los climas cálidos (de Alba 2011, Rosendo-Ponce y Becerril-Pérez 2015). Chaudhari *et al.* (2012) en la India, obtuvieron 100% de PE en vaquillas de la raza Kankrej sincronizadas con norgestomet, eCG y GnRH. Uribe y Robledo (2012) y Uribe-Velásquez *et al.* (2013) en Colombia con vacas mestizas *Bos taurus* x *Bos indicus* y Brahman estimaron PE de 66,4 y 66,7%, inferiores a lo observado en este estudio. Zeuh *et al.* (2014) en Chad, obtuvieron 77,7% de PE al sincronizar vacas de diferentes razas *Bos indicus*, utilizando un implante de norgestomet y eCG. Ozyurtlu *et al.* (2009) en Turquía obtuvieron 80% de PE al sincronizar vaquillas de la raza Holstein con un implante de norgestomet y una aplicación de GnRH.

La administración de eCG y GnRH antes de las 30 horas de retirado el implante mejora la tasa de ovulación en las hembras (do Valle *et al.* 1997). Una alta PE es importante en programas de sincronización de estros detectados por observación, ya que incide en el número de vacas que se podrán inseminar.

La presentación de estros superior a 80% en las vaquillas LT y MZ puede considerarse satisfactoria y superior a otros resultados obtenidos en condiciones tropicales cálidas similares.

Duración de estro

Aunque no se observaron diferencias estadísticas entre eCG y GnRH y entre LT y MZ, la DE natural fue menor en 4,3 horas que en el estro sincronizado (Cuadro 2).

El valor para DE sincronizado fue mayor al obtenido por Góngora y Hernández (2006) quienes reportaron valores de $14,1 \pm 0,8$ horas para DE en vaquillas criollas San Martinero, sincronizadas con norgestomet y eCG.

La eficacia en la observación directa para la detección de estros puede ser afectada por la duración del mismo (Pinheiro *et al.* 1998). Chaudhari *et al.* (2012) estimaron un valor DE de $25,6 \pm 2,9$ horas en vaquillas de la raza Kankrej. González *et al.* (2010) y Centurión-Castro *et al.* (2013) presentaron valores para DE menores de 13 horas, al sincronizar vacas Brahman y Beefmaster utilizando un implante de norgestomet, sin la aplicación de eCG ó GnRH.

Se ha reportado que la DE es menor en el ganado cebú, así como en sus cruces con ganado europeo (Sepulveda y Roderó 2003). El número de vaquillas que manifestaron estro natural fue menor a las que presentaron el estro sincronizado, lo cual pudo influir en su duración, debido a que la DE se ve afectada por el número de animales interactuando dentro de un hato (Van Vliet y Van Eerdenburg 1996).

Cuadro 2. Duración de estro (horas) en vaquillas Lechero Tropical (LT) y Mestizas (MZ), sincronizadas con progestágenos y eCG ó GnRH (Medias mínimo cuadráticas \pm error estándar).

Genotipo	eCG	GnRH	Total
Estro sincronizado			
LT	20,7 \pm 3,5	20,8 \pm 2,6	20,7 \pm 3,1
MZ	19,8 \pm 2,8	19,3 \pm 1,5	19,6 \pm 2,3
Total	20,3 \pm 3,2	20,1 \pm 2,3	20,2 \pm 2,8
Estro natural			
LT	13,4 \pm 1,5	16,2 \pm 8,6	15,1 \pm 6,9
MZ	-----	17,9 \pm 4,3	17,9 \pm 4,3
Total	23,5 \pm 1,5	16,9 \pm 7,3	15,9 \pm 6,4

Cuadro 3. Duración del ciclo estral natural (d) en vaquillas Lechero Tropical (LT) y Mestizas (MZ), sincronizadas con progestágenos y eCG ó GnRH (Medias mínimo cuadráticas \pm error estándar).

Genotipo	eCG	GnRH	Total
LT	23,5 \pm 1,5	21,2 \pm 1,6	22,3 \pm 1,9
MZ	-----	18,5 \pm 1,5	18,5 \pm 1,5
Total	23,5 \pm 1,5	20,3 \pm 2,0	21,6 \pm 2,4

Duración del ciclo estral

La DCE tanto de las vaquillas LT como de las MZ estuvo dentro del rango de 18 a 24 días, sin diferencia entre las hormonas utilizadas (Cuadro 3).

Niasari-Naslaji *et al.* (2012) usaron un implante de norgestomet y administraron GnRH cuatro días después del implante en vaquillas Holstein y obtuvieron un valor de 19,7 \pm 0,3 días para DCE. Favero *et al.* (1993) usaron implantes de norgestomet para sincronizar estros en vaquillas Angus y Angus-Hereford x Simental y obtuvieron un valor de 18,7 días para DCE. Estos resultados son similares a los obtenidos en este estudio en vaquillas LT y MZ.

Existen diversos factores que afectan la duración del ciclo estral en las hembras bovinas mantenidas en condiciones tropicales cálidas, entre los cuales se encuentra la raza y la edad. Se ha comprobado que las vaquillas presentan ciclos estrales más cortos en relación a vacas multíparas. La sincronización de estros usando

progestágenos permite agrupar las vaquillas que no resultaron gestantes en el estro sincronizado y obtener un mayor porcentaje acumulado en el siguiente estro natural (Favero *et al.* 1993).

En este estudio, se puede observar que la inclusión de eCG ó GnRH en el protocolo de sincronización no influyó en la DCE natural, debido a que la media estimada de 21 días en condiciones de trópico cálido, se considera satisfactoria para vaquillas LT y MZ.

Tasa de gestación

Los resultados para la TG se presentan en el Cuadro 4. Aunque sin diferencia estadística, en el estro sincronizado se observó más de 20% de vaquillas gestantes sincronizadas con eCG en relación a GnRH.

Chaudhari *et al.* (2012) usaron norgestomet y eCG para sincronizar el estro en vaquillas Kankrej y obtuvieron valores de TG de 33,3 y 50% en el estro natural, similar al obtenido en este estudio.

Cuadro 4. Porcentaje de gestación del estro sincronizado y natural en vaquillas Lechero Tropical (LT) y Mestiza (MZ), sincronizadas con progestágenos y eCG ó GnRH.

Genotipo	eCG	GnRH	Total
Estro sincronizado			
LT	44,4	42,8	43,7
MZ	100,0	50,0	76,9
Total	68,8	46,2	58,6
Estro natural			
LT	50,0	66,6	60,0
MZ	---	50,0	50,0
Total	50,0	60,0	57,1

Cuadro 5. Porcentaje de gestación global en vaquillas Lechero Tropical (LT) y Mestizas (MZ) sincronizadas con progestágenos y eCG ó GnRH.

Genotipo	eCG	GnRH	Total
LT	66,7	77,7	72,2
MZ	100,0	62,5	80,0
Total	81,2	70,5	75,7

Uribe-Velásquez *et al.* (2013) sincronizaron el estro en vacas Brahman usando un implante de norgestomet complementado con la administración de eCG y obtuvieron 60% de TG en el estro inducido. Cetin *et al.* (2007) y Ozyurtlu *et al.* (2009) utilizando GnRH en vaquillas Holstein y obtuvieron un valor de TG de 44,0 y 48,2% después de retirar el implante en los días 11 y 13.

Se ha reportado que tratamientos con eCG incrementan el desarrollo del folículo dominante y por consiguiente la ovulación de un folículo más grande, que resulta en un cuerpo lúteo más desarrollado y funcional, coadyuvando a la supervivencia del embrión (Murphy y Martinuk 1991), lo anterior pudo influir en los resultados obtenidos del estro sincronizado de vaquillas LT y MZ.

Tasa de gestación global

No se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos hormonales evaluados y ni para los genotipos ensayados, en el Cuadro 5 se observa que la TGG del experimento fue superior

a 75%, resultado muy satisfactorio en relación a las condiciones climáticas de altas temperaturas y humedad relativa del clima cálido.

Chaudhari *et al.* (2012) obtuvieron 50% de TGG después de tres ciclos reproductivos. La aplicación de eCG en vaquillas LT y MZ mejoró el porcentaje en la TGG, esto se puede atribuir a un mejor desarrollo del folículo dominante, que puede dar origen a un cuerpo lúteo más funcional, con mayor producción de P_4 , mejorando las tasas de gestación.

CONCLUSIONES

No se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos. La tasa de gestación global de 75.7%, puede considerarse un resultado positivo, bajo las condiciones de clima cálido tropical en las cuales se llevó a cabo el estudio. Las variables reproductivas se miden en conteos, frecuencias o escalas de clasificación u orden, por lo que es deseable contar con mayor número de animales experimentales, es decir un mayor tamaño

de la muestra; sin embargo, la disponibilidad de los mismos es escasa en genotipos con censos y tamaños efectivos de población limitados, como es el caso de la raza Lechero Tropical.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el financiamiento de la presente investigación; así como al campus Veracruz del Colegio de Postgraduados por las facilidades otorgadas.

LITERATURA CITADA

- Bó, GA; Adams, GP; Pierson, RA; Tribulo, HE; Caccia, M; Mapletoft, RJ. 1994. Follicular wave dynamics after estradiol-17 β treatment of heifers with or without a progestogen implant. *Theriogenology* 41(8):1555-1569.
- Bó, GA; Baruselli, PS; Mapletoft, RJ. 2013. Synchronization techniques to increase the utilization of artificial insemination in beef and dairy cattle. *Animal Reproduction* 10(3):137-142.
- Bó, GA; Cutaia, L; Tríbulo, R. 2002. Tratamientos hormonales para inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos para carne: algunas experiencias realizadas en Argentina. *Taurus* 4(14):10-21.
- Cavaleri, J; Hepworth, G; Fitzpatrick, LA; Shephard, RW; Macmillan, KL. 2006. Manipulation and control of the estrous cycle in pasture based dairy cows. *Theriogenology* 65(1):45-64.
- Centurión-Castro, F; Orihuela-Porcayo, J; Aké-López, RJ; Magaña-Monforte, JG; Montes-Pérez, RC; Segura-Correa, JC. 2013. Effect of body condition score on estrus and ovarian function characteristics of synchronized Beef-Master cows. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 16(2):193-199.
- Cetin, Y; Uslu, BA; Gungor, O; Sendag, S. 2007. Induction of oestrus with norgestomet in acyclic post-pubertal Holstein heifers. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy* 51(2): 247-251.
- Chaudhari, CF; Suthar, BN; Sharma, VK; Dabas, VS; Chaudhari, NF; Panchasara, HH. 2012. Estrus induction and fertility response in delayed pubertal Kankrej heifers treated with norgestomet ear implant. *Veterinary World* 5(8):453-458.
- Colazo, MG; Mapletoft, RJ; Martínez, MF; Kastelic, JP. 2007. El uso de tratamientos hormonales para sincronizar el celo y la ovulación en vaquillonas. *Ciencia Veterinaria* 9(1): 4-19.
- Cunningham, EP; Syrstad, O. 1987. Crossbreeding *Bos indicus* and *Bos taurus* for milk production in the tropics. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome). 90 p. (FAO Animal Production and Health Paper, v. 68)
- de Alba Martínez, J. 2011. El libro de los Bovinos Criollos de América. Biblioteca Básica de Agricultura. Ed. Colegio de Postgraduados. México. 444 p.
- doValle, ER; Cruz, LC; Kesler, DJ. 1997. Gonadotropin-releasing hormone enhances the calving rate of beef females administered norgestomet and alfaprostol for estrus synchronization. *Journal of Animal Science* 75(4):897-903.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations, Italy). 2007. The state of the world's animal genetic resources for food and agriculture. Food and Agricultural Organization of the United Nations. Rischkowsky, B; Pilling, D (eds.). Rome, Italy. 511 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations, Italy). 2013. *In vivo* conservation of animal genetic resource. Section 2: Identifying breeds at risk. Page 31-33. (FAO Animal Production and Health Guidelines, v. 14)
- Favero, RJ; Faulkner, DB; Kesler, DJ. 1993. Norgestomet implants synchronize estrus and enhance fertility in beef heifers subsequent to a timed artificial insemination. *Journal of Animal Science* 71(10):2594-2600.

- García, E. 1987. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 4 ed. Instituto de Geografía. UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México). 191 p.
- Góngora, A; Hernández, A. 2006. Comportamiento sexual, duración del estro y del ciclo estral en novillas criollas San Martineras y Brahman del piedemonte llanero colombiano. (en línea). *Livestock Research for Rural Development* 18(1). Consultado 6 nov. 2014. Disponible en <http://www.lrrd.org/lrrd18/1/gong18001.htm>.
- González-Tous, M; Ruiz-Valencia, E; Hoyos-García, LA; Prieto-Manrique, E; Betancur-Hurtado, C. 2010. Comportamiento sexual de vacas Brahman en una región del Caribe colombiano. *Orinoquia* 14(2):168-177.
- Guerrero, HLJ; Pérez-Hernández, P; López-Ortiz, S; Montiel-Palacios, F; Estrella-García, A; Ahuja-Aguirre, C. 2011. Sincronización del estro con PGF2 α y conducta estrual en vacas Criollo Lechero Tropical. *Archivos de Zootecnia* 60(231):829-832.
- Hernández Cerón, J. 2012. Fisiología clínica de la reproducción de bovinos lecheros. UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México). 172 p.
- MacMillan, KL; Peterson, AJ. 1993. A new intra-vaginal progesterone releasing device for cattle (CIDR-B) for oestrus synchronisation, increasing pregnancy rates and the treatment of post-partum anoestrus. *Animal Reproduction Science* 33(1-4):1-25.
- MacMillan, KL; Burke, CR. 1996. Effects of oestrous cycle control on reproductive efficiency. *Animal Reproduction Science* 42(1-4):307-320.
- Marquezini, GHL; Mercadante, VRG; Olson, KC; Jaeger, JR; Perry, GA; Stevenson, JS; Lamb, GC. 2013. Effects of equine chorionic gonadotropin on follicle development and pregnancy rates in suckled beef cows with or without calf removal. *Journal of Animal Science* 91(3):1216-1224.
- Montiel Palacios, F; Pérez Hernández, P; Gallegos Sánchez, J; Rosendo Ponce, A. 2011. Manifestación de estro y gestación en vaquillas Criollo Lechero Tropical sincronizadas con dosis baja de PGF2 α . *Zootecnia Tropical* 29(2):179-185.
- Murphy, BD; Martinuk SD. 1991. Equine chorionic gonadotropin. *Endocrine Reviews* 12(1):27-44.
- Niasari-Naslaji A; Eslami, M; Nazem, Y. 2012. Ovulatory response of different GnRH analogues and subsequent corpus luteum lifespan in the presence of norgestomet in Holstein heifers. *Iranian Journal of Veterinary Research* 13(1):36-41.
- Orihuela, A. 2000. Some factors affecting the behavioural manifestation of oestrus in cattle: a review. *Applied Animal Behaviour Science* 70(1):1-16.
- Ozyurtlu, N; Cetin, Y; Kucukaslan, I; Kocamuftuoglu, M. 2009. Induction of oestrus with norgestomet ear implant and PRID in acyclic Holstein heifers. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 8(5):1035-1039.
- Pinheiro, OL; Barros, CM; Figueiredo, RA; do Valle, ER; Encarnação, RO; Padovani, CR. 1998. Estrous behavior and the estrus to ovulation interval in Nelore cattle (*Bos indicus*) with natural estrus induced with prostaglandin F2 α or norgestomet and estradiol valerate. *Theriogenology* 49(3):667-681.
- Ramírez-Godínez, JA; Rodríguez-Almeida, FA; Espinoza-Campa OM; Valdés-Saucedo, R. 2000. Uso de la PMSG o PGF2 α al retirar el implante del SMB en vacas productoras de carne. *Agrociencia* 34(4):423-428.
- Rosendo-Ponce, A; Becerril-Pérez, CM. 2002. Productive performance and genetic parameters in the Tropical Milking Criollo cattle in Mexico. *Proceedings of the 7th World Congress on Genetics and Applied Livestock Production, 2002, Montpellier, France. Disco compacto*.
- Rosendo-Ponce, A; Becerril-Pérez, CM. 2015. Avance en el conocimiento del bovino Criollo Lechero Tropical de México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 2(5):233-243.

- Ryan, DP; Snijders, S; Yaakub, H; O'Farrell, KJ. 1995. Effects of programmed recruitment and ovulation of a healthy follicle on oestrus detection and pregnancy rates in lactating dairy cows. *Journal of Reproduction and Fertility Abstract Series* 15(23). Solo resumen.
- Sá Filho, MF; Ayres, H; Ferreira, RM; Marques, MO; Reis, EL; Silva, RCP; Rodrigues, CA; Madureira, EH; Bó, GA; Baruselli, PS. 2010. Equine chorionic gonadotropin and gonadotropin-releasing hormone enhance fertility in a norgestomet-based, timed artificial insemination protocol in suckled Nelore (*Bos indicus*) cows. *Theriogenology* 73(5):651-658.
- Santellano-Estrada, E; Becerril-Pérez, CM; de Alba, J; Chang, YM; Gianola, D; Torres-Hernández, G; Ramírez-Valverde, R. 2008. Inferring genetic parameter of lactation in Tropical Milking Criollo cattle with random regression test-days models. *Journal of Dairy Science* 91(11):4393-4400.
- Santellano-Estrada, E; Becerril-Pérez, CM; Chang, YM; Gianola, D; Torres-Hernández, G; Ramírez-Valverde, R; Domínguez-Vivieros, J; Rosendo-Ponce, A. 2011. Caracterización de la lactancia y evaluación genética del ganado Criollo Lechero Tropical utilizando un modelo de regresión aleatoria. *Agrociencia* 45(2):165-175.
- Sartori, R; Bastos, MR; Baruselli, PS; Gimenes, LU; Ereno, RL; Barros, CM. 2010. Physiological differences and implications to reproductive management of *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle in a tropical environment. *Society of Reproduction and Fertility Supplement* 67:357-375.
- SAS Institute. 2010. SAS 9.3 for Windows. SAS Institute Incorporated. Cary. NC. USA.
- Schmitt, EJ; Drost, M; Díaz, T; Roomes, C; Thatcher, WW. 1996. Effect of a gonadotropin-releasing hormone agonist on follicle recruitment and pregnancy rate in cattle. *Journal of Animal Science* 74(1):154-161.
- Sepúlveda, N; Rodero, E. 2003. Comportamiento sexual durante el estro en vacas lecheras. *Interciencia* 28(9):500-503.
- Troxel, TR; Cruz, LC; Ott, RS; Kesler, DJ. 1993. Norgestomet and gonadotropin-releasing hormone enhance corpus luteum function and fertility of postpartum suckled beef cows. *Journal of Animal Science* 71(10):2579-2585.
- Uribe-Velásquez, L; Correa-Orozco, A; Cuartas-Betancurth, L; Villamizar-Ramírez, D; Ángel-Botero, S. 2013. Evaluación de implantes de norgestomet reutilizados en protocolos de sincronización del estro en vacas Brahman. *Revista MVZ Córdoba* 18(1):3336-3345.
- Uribe Valderrama, R; Robledo Vélez, E. 2012. Uso de dispositivos auriculares de norgestomet en inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos doble propósito, con amamantamiento permanente. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia* 7(1):63-71.
- Van Vliet, JH; Van Eerdenburg, FJCM. 1996. Sexual activities and oestrus detection in lactating Holstein cows. *Applied Animal Behaviour Science* 50(1):57-69.
- Zeuh, V; Youssouf, ML; Dingamtar, N; Dezoumbe, D. 2014. Evaluation of two methods of estrus synchronization of cattle in Chad. *Open Journal of Animal Sciences* 4(1):13-17.

Distribución espacial de la riqueza de mamíferos en la cuenca del Tocuyo, Venezuela: perspectivas agroecológicas y de conservación

José G. Vázquez Rodríguez^{1*}, Carlos L. Vargas Suárez², José L. Alvarado³, Fernando E. Ros Peña³, Yamil S. Madi Tojeiro⁴

¹Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo y Aguas (MINEA), Dirección General de Diversidad Biológica, Venezuela. ²Fundación de Capacitación e Innovación para Apoyar la Revolución Agraria (CIARA), Venezuela. ³Asociación Civil Bios, Venezuela. ⁴Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo y Aguas (MINEA), Oficina de Análisis Estratégico, Venezuela. *Correo electrónico: ecologialara@gmail.com

Resumen

Con el fin de generar un mapa de distribución de la riqueza de especies de mamíferos presentes en la cuenca del Río Tocuyo, se revisó la bibliografía especializada y bases de datos y se elaboró un listado taxonómico de las especies de mamíferos presentes en la cuenca, a partir del cual se preparó el mapa de distribución espacial. Se utilizaron programas de sistemas de información geográfica. El análisis evidenció la presencia de 182 especies de mamíferos en 12 órdenes, 34 familias y 114 géneros que representan el 46,67% de las especies reportadas para Venezuela, siendo el orden Chiroptera, con 90 especies, el que presenta la mayor riqueza, seguido por Rodentia con 33; los órdenes Paucituberculata, Soricomorpha y Perissodactyla con una especie cada uno tuvieron la menor representación; el piedemonte de las sierras de Barbacoas y Portuguesa en el estado Lara son las zonas con mayor diversidad de mamíferos en la cuenca. La forma en la que se distribuye la riqueza fue comparada con el nivel de cobertura y protección ofrecido por las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial obteniéndose que los Parques Nacionales, Monumentos Naturales y Refugios de Fauna Silvestre cumplen una importante función de protección en contraste con la fragmentación provocada por las actividades y asentamientos humanos.

Palabras clave: riqueza de especies, manejo integral, mastofauna.

Spatial distribution of the mammal richness from Tocuyo basin, Venezuela: agro-ecological perspective and conservation

Abstract

In order to generate a distribution map of the wealth of mammal species present in the Tocuyo River basin, specialized bibliography and databases were reviewed and a taxonomic list of the mammal species present in the basin was made, from which the spatial distribution map was prepared. Geographic information systems programs were used. The analysis evidenced the presence of 182 mammal species distributed in 12 orders, 34 families and 114 genera representing 46.67% of the species reported for Venezuela, being the order Chiroptera, with 90 species, the one representing the greatest richness, followed by Rodentia with 33 species; the orders Paucituberculata, Soricomorpha and Perissodactyla with one species each have the lowest representation; the foothills of the mountains of Barbacoas and Portuguesa in Lara state are the areas with the highest diversity of mammals in the basin. The way in which the richness is distributed was compared with the level of coverage and protection offered by the areas under special administration obtaining that National Parks, Natural Monuments and Wildlife Refuges play an important protective function in contrast to the fragmentation caused by human activities and settlements.

Keywords: species richness, integral management, mastofauna.

INTRODUCCIÓN

Venezuela alberga una gran diversidad de especies vegetales y animales que se corresponden con las características climáticas tropicales del país, y a la variedad de paisajes presentes; éstos a su vez fomentan la diversidad biológica y la complejidad de sus ecosistemas. Diferentes estudios sobre la biodiversidad en Venezuela ha incrementado el número de especies descubiertas y reportadas, lo que ha contribuido a dilucidar la composición mastozoológica de Venezuela en sus distintos ecosistemas y biorregiones (Pittier y Tate 1932, Fernández-Badillo *et al.* 1988, Linares 1998, Madi *et al.* 2008, Sánchez y Lew 2012, Lew *et al.* 2014).

De acuerdo a Madi *et al.* (2008), en Venezuela se encuentran 388 especies de mamíferos (distribuidas en 14 órdenes, 46 familia y 173 géneros), mientras que Sánchez y Lew (2012) reportan un total de 390 especies; entre ambos estudios se observan importantes variaciones en lo referente a la composición de especies y las sinonimias aceptadas, sin embargo, son coincidentes en lo que respecta a la alta riqueza de especies presentes en el país y su importancia en el equilibrio de los ecosistemas que ocupan. La actualización y disponibilidad de esta información, facilita la toma de decisiones y la promulgación de medidas para la conservación de los hábitats y de los procesos dinámicos que ocurren dentro de ellos.

En el caso de la cuenca del Río Tocuyo, los datos aportados por FUDECO (2004a, 2004b) y MPPA (2010) muestran que alberga importantes poblaciones de vertebrados dentro de una amplia variedad de ecosistemas como páramos, bosques montanos y premontanos, sabanas, una amplia extensión de cardonales y espinares y una franja costera en su desembocadura al Mar Caribe. Además es una región importante para la producción agrícola y pecuaria de los estados Lara y Falcón, al mismo tiempo, de ser aprovechada en menor medida con fines turísticos, especialmente en las estribaciones andinas y en su margen costero.

A pesar de su relevancia, el manejo integrado de esta cuenca presenta deficiencias en la gestión de sus recursos naturales (Díaz 2000), motivada

principalmente por el escaso conocimiento sobre su diversidad biológica y la baja connotación y valoración ecológica que se le otorga a la fauna silvestre en las políticas de uso y conservación.

El insuficiente conocimiento de la riqueza de especies y su distribución en el espacio, limita la planificación de una gestión ambiental más efectiva a nivel regional y local, que permita mejorar el manejo de la cuenca del Río Tocuyo y potenciar su aprovechamiento agrícola, turístico, ecológico y cultural bajo premisas ambientalmente sustentables. Esto se ve reflejado en el deterioro y la pérdida de fauna silvestre, generada principalmente por la disminución y la fragmentación de hábitats, así como el uso de prácticas inadecuadas en la utilización de la tierra (Lau y Rodríguez 2007); que finalmente ha ejercido un efecto negativo sobre la integridad de la región. Lo anterior permite inferir la necesidad de concretar iniciativas integrales dirigidas a las comunidades que intervienen directamente en su aprovechamiento.

Las estrategias que permitirían desarrollar y mejorar las políticas de manejo integral de esta cuenca, parten del conocimiento de la riqueza de especies de la región como información básica, especialmente en aquellas áreas prioritarias para su conservación y que son afectadas por las actividades antrópicas. Así mismo, esta información básica, particularmente de los mamíferos, es esencial debido al valor ecológico de los mismos como bioindicadores de calidad ambiental (Ojasti 2000), su uso tradicional como fuente alimenticia por las comunidades locales (cacería), su participación como controladores de plagas agrícolas, polinizadores, dispersores de semillas (Aldana *et al.* 2006, Monroy y García 2013), y como hospedadores-reservorios de enfermedades zoonóticas (Reyes y Arrivillaga 2009). Con base a lo anterior se desarrolló el presente trabajo, cuyo objetivo fue generar un mapa con la distribución espacial de la riqueza de especies de mamíferos en la cuenca del río Tocuyo, a partir de la elaboración de un listado taxonómico de las especies presentes en la cuenca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y características del área de estudio

La cuenca del río Tocuyo cuenta con una superficie de 14 102 km², la cual abarca parte de los estados Lara y Falcón, además de una pequeña extensión de los estados Trujillo y Yaracuy (Figura 1; Madi *et al.* 2011). El río Tocuyo es el curso de agua que le da nombre a la cuenca, éste nace en el páramo de El Cendé (estado Lara) a una altitud de 3.585 msnm; este río cuenta con una longitud de 440 km, desembocando en el Mar Caribe, cerca de la población de Tocuyo de la Costa, en el estado Falcón.

La cuenca se caracteriza por presentar una temperatura promedio de 28,7 °C y una precipitación que varía desde 672 a 1.202 mm (MPPA 2010). El tipo de vegetación del piso altitudinal en la zona de la cuenca alta se compone de bosques semidecíduos premontanos, bosques siempre verdes y páramos en las estribaciones andinas que conforman las nacientes del Río Tocuyo al

sur del estado Lara, mientras que los arbustales espinosos, matorrales y cardonales se extienden hacia la franja árida y semiárida predominante en la porción central del estado Lara y la porción sureste del estado Falcón, al tiempo que los manglares y pastizales se evidencian en la desembocadura del río en el estado Falcón (MARNR, 1982a, 1982b, 1982c, Smith 1991, Ferrer-Velíz 2011, Madi *et al.* 2011).

Existen grandes extensiones de territorio que no presentan vegetación, bien sea por causas naturales o antrópicas. Se ha reportado una importante riqueza de peces, constituida por 123 especies de las cuales 60 representan un recurso para la subsistencia de las comunidades adyacentes (Rodríguez-Olarte *et al.*, 2006).

A lo largo del sistema hidrográfico existen diversos grados de intervención originados principalmente por la cría de bovinos, caprinos y la producción de hortalizas, así como también por el establecimiento de centros poblados como Churuguara, Chichiriviche, Baragua, El Tocuyo, Quibor y Bobare (MPPA 2010).



Figura 1: Ubicación relativa de la cuenca del Río Tocuyo

Origen y tratamiento de los datos

Este estudio se basó en datos provenientes de la bibliografía, listas de cotejo de especies, informes técnicos, publicaciones indexadas, estudios de impacto ambiental, registros de libretas de control de licencias de caza otorgadas por la Dirección Regional de Ecosocialismo y Aguas Lara, consultas a expertos (Soriano y Ochoa 1997, Linares 1998, Aguilera *et al.* 2003, Madi *et al.* 2008, Vázquez *et al.* 2015) y bases de datos sobre sistemática taxonómica (SIMCOZ 2011).

La nomenclatura taxonómica de las especies consideradas en este estudio se estableció de acuerdo a Wilson y Reeder (2005) y en el Sistema de Información Taxonómico Integrado (ITIS 2014), y se determinó hasta el nivel de especie. Para la elaboración de la sistemática del Anexo 1 se siguió un orden alfabético. No se incluyeron especies introducidas ni invasoras.

El mapa fue elaborado utilizando el índice de riqueza "S", el cual cuantifica el número de especies presentes en un lugar y tiempo determinado (Madi *et al.* 2008). Este índice integra la información proveniente de varias fuentes (obtenida por diferentes metodologías y en tiempos distintos) simplificando la comparación entre diferentes áreas.

Mediante el software DIVA-GIS 5.2 y una retícula de 2.5 x 2.5 km², se ajustó el rango de distribución de cada especie de mamífero reportada en la cuenca (Madi *et al.* 2008), mediante capas digitales de información geográfica (SIG) en función del mapa de vegetación del estado Lara (MPPA 2010) y la altitud (Madi *et al.* 2008). A continuación se sumaron las capas individuales y se elaboró la cartografía de riqueza de especies a escala 1:250.000, con una leyenda de 8 intervalos acumulativos establecidos cada 20 especies empleando el software ARC GIS 9.2, licencia N° 43452845.

Posteriormente, se agregaron las capas de información SIG de biorregiones (Madi *et al.* 2008, Linares *et al.* 2014), Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE), centros poblados, vialidad, hidrografía y zonas agrícolas (MPPA 2014), que permitió realizar un análisis espacial sobre la protección o intervención que estas variables

ejercen sobre las especies de mamíferos de la cuenca.

Para la distribución espacial de la riqueza de mamíferos en la cuenca del río Tocuyo, se establecieron las diferentes clases para las categorías de riqueza, mediante la superposición de los mapas de distribución de todas las especies consideradas y se creó una nueva cobertura, representando los intervalos de acumulación de especies en rangos de 20 en 20.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición de la mastofauna en la cuenca del río Tocuyo

Se obtuvo un listado de 182 especies de mamíferos comprendidas en 12 órdenes, 34 familias y 114 géneros (Cuadro 1 y Anexo 1), lo que coloca a esta cuenca como un importante enclave de la mastofauna venezolana conocida, con una connotación especial como área prioritaria para su conservación.

Al comparar los datos del Cuadro 1, con lo establecido para el país por Sánchez y Lew (2012), los órdenes presentes en la cuenca del río Tocuyo representan el 85,71% con respecto a los registrados en Venezuela, las Familias equivalen al 72,34% y las especies constituyen el 46,67% de las descritas.

En este sentido, el Orden Chiroptera presentó el mayor número de especies (90), seguido por Rodentia (33) y Didelphimorphia (19). La menor representación se observó en los Órdenes Paucituberculata, Soricomorpha y Perissodactyla con una sola especie para cada taxón.

Distribución espacial de la riqueza de mamíferos en la cuenca del río Tocuyo

El rango mínimo encontrado para cualquier superficie en la cuenca fue de 21 a 40 especies y el máximo de 121 a 140, jerarquizando los valores intermedios, con lo que se obtuvo el mapa que muestra los degradados o polígonos de riqueza distribuidas en la cuenca (Figura 2). Este mapa evidenció que las áreas de mayor riqueza (entre 121 y 140 especies) corresponden al piedemonte

Cuadro 1. Riqueza de mamíferos en la cuenca del río Tocuyo.

Orden	Familia	Géneros	Especies
ARTIODACTYLA	Cervidae	2	4
	Tayassuidae	2	2
CARNIVORA	Canidae	2	2
	Felidae	3	6
	Mephitidae	1	1
	Mustelidae	4	4
	Procyonidae	4	4
	Ursidae	1	1
CHIROPTERA	Emballonuridae	3	7
	Phyllostomidae	30	54
	Mormoopidae	2	5
	Natalidae	1	1
	Molossidae	5	6
	Vespertilionidae	5	15
	Noctilionidae	1	2
CINGULATA	Dasypodidae	2	2
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	10	19
LAGOMORPHA	Leporidae	1	2
PAUCITUBERCULATA	Caenolestidae	1	1
PERISSODACTYLA	Tapiridae	1	1
PILOSA	Bradyrodidae	1	1
	Mymercophagidae	2	3
PRIMATES	Atelidae	1	1
	Cebidae	1	2
	Aotidae	1	2
RODENTIA	Caviidae	1	1
	Cricetidae	18	24
	Cuniculidae	1	2
	Dasyproctidae	1	1
	Echimyidae	1	1
	Erethizontidae	2	2
	Heteromyidae	1	1
	Sciuridae	1	1
	Soricidae	1	1
SORICOMORPHA	Soricidae	1	1

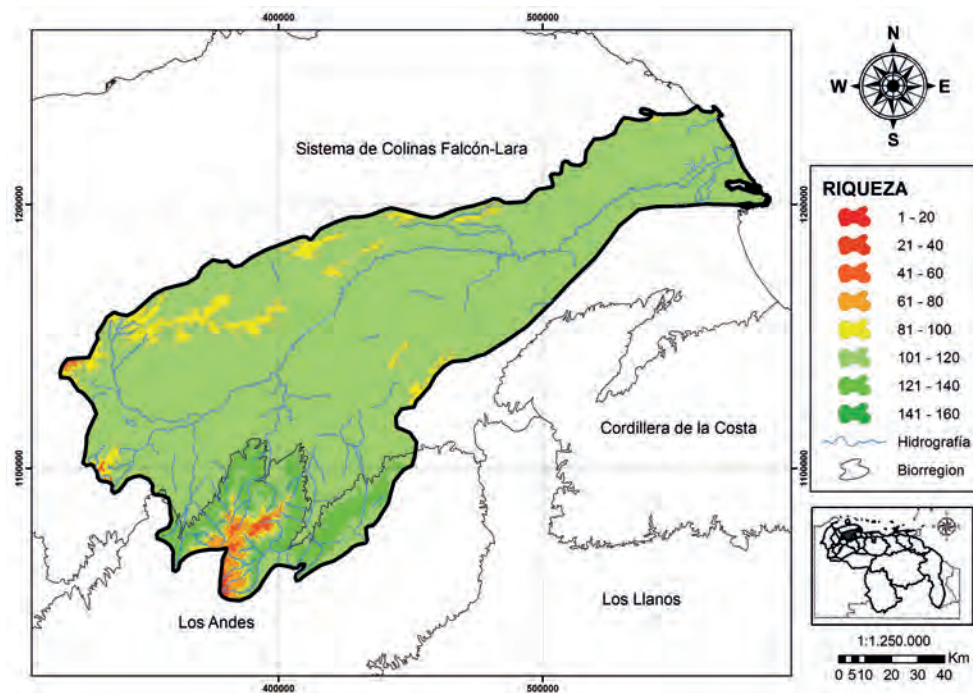


Figura 2. Distribución espacial de la riqueza de mamíferos en la cuenca del Río Tocuyo.

de la biorregión andina (MARNR 2000, Linares *et al.* 2014), específicamente en el ámbito correspondiente a la sierra de Barbacoas y la sierra de Portuguesa donde se asocia de manera predominante el bosque premontano (pedemonte norte de la sierra de Barbacoas) y los matorrales arbustivos (pedemonte noroeste de la sierra de Portuguesa).

Adicionalmente, se observó que el semiárido y árido representan una amplia franja geográfica donde Chiroptera y Didelphimorphia predominan en número de especies, con variaciones escasas en relación al patrón de riqueza a lo largo de estos ecosistemas (Figura 2).

Las zonas de menor riqueza (entre 21 y 40 especies) de igual modo se asocian a la biorregión andina distribuidas entre los estados Lara y Trujillo, sin embargo, en este caso están ubicadas en las zonas de alta montaña siendo resalante el páramo de Cendé el cual presentó una baja riqueza de mamíferos en comparación con los otros ecosistemas (Figura 2).

Al analizar la cuenca del río Tocuyo se apreció una importante riqueza de mamíferos (Anexo 1) que puede ser explicada por la variedad de hábitats originada por la convergencia de tres bioregiones: el Sistema de Colinas Falcón-Lara, Los Andes y una pequeña franja de la biorregión Costera (MARN 2000, Linares *et al.* 2014).

La alta riqueza evidenciada para la cuenca le otorga un importante rol como reservorio para la mastofauna venezolana. La predominancia de murciélagos posiblemente se deba a la gran disponibilidad y variedad de hábitats, sus amplias distribuciones geográficas conferidas por la capacidad de volar y a la adaptabilidad para refugiarse en algunas áreas urbanas, periurbanas, relictos de ecosistemas naturales o de asociarse con áreas de uso agropecuario (Linares 1998).

Los resultados sugieren una alta relevancia de este orden de mamíferos en la dinámica del sistema hidrográfico por albergar numerosas especies insectívoras, frugívoras y nectarívoras que tienen un importante rol como polinizadores y diseminadores de semillas, por lo cual éstas

son de gran importancia para plantas exclusivas de los ecosistemas de la cuenca alta y de las áreas áridas y semiáridas del nivel bajo y medio de la cuenca donde existen reportes de la alta especificidad e importancia de estas estrategias (Soriano y Ruiz 2006, Vargas *et al.* 2014).

Los murciélagos siguen siendo el grupo más numeroso, seguido por los roedores, manteniéndose así la tendencia reportada para el país en general (Fernández-Badillo *et al.* 1988, Linares 1998, Aguilera *et al.* 2003, Madi *et al.* 2008, Sánchez y Lew 2012).

Los roedores y marsupiales también presentaron numerosas especies, algunas restringidas a las áreas de la biorregión Andina y otras al Sistema Colinoso Falcón-Lara. Es posible que esto sea resultado de su capacidad de dispersión y su capacidad de asociarse en áreas intervenidas. Particularmente, los marsupiales en conjunto con los quirópteros fueron determinantes en los grados intermedios de riqueza apreciados en el sistema árido y semiárido.

El análisis de la distribución también indicó la presencia de la mayor riqueza de mamíferos en los bosques premontano y montano. El páramo El Cendé presentó la menor riqueza, ante lo cual es importante destacar que son escasos los estudios sobre su fauna y su fragilidad.

La condición de páramo genera presiones de entorno como por ejemplo las bajas temperaturas, que no favorecen a la mayoría de las especies lo que obliga a las poblaciones a desarrollar mecanismos homeostáticos eficientes para lograr su supervivencia. Sin embargo, su rol ecológico como manantial que da nacimiento al río Tocuyo y a su valor *per se* por ser el único páramo presente en la cuenca, le dan la connotación de importancia para su conservación.

Análisis de cobertura por ABRAE

En la cuenca del Río Tocuyo se encuentran cuatro ABRAE, las cuales ofrecen diversos tipos de protección de acuerdo al tipo, puesto que algunas son más restrictivas que otras en lo referente al uso y aprovechamiento de los recursos contenidos; de las cuatro mencionadas, tres son

de tipo restrictivo y una se decretó con vocación de aprovechamiento.

En las primeras, predominan los Parques Nacionales (PN) con cinco áreas decretadas, seguido de un Refugio de Fauna Silvestre (RFS) y un Monumento Natural (MN); las áreas antedichas en su conjunto cubren una superficie aproximada de 1 076 km² que representan el 7,63% del total de la superficie de la cuenca.

Los PN cubren un total de 744,4 km² los cuales representan el 69,18% de la superficie cubierta por ABRAE de carácter restrictivo y el 5,27% de la superficie total de la cuenca y se distribuyen de manera principal entre los estados Lara (tres PN) y Falcón (dos PN).

Dentro de la cuenca se encuentra la vertiente norreste del PN Dinira, la cual ofrece protección a zonas donde la riqueza va de media a baja; el PN Yacambú entra en la cuenca con su vertiente noroeste donde ofrece protección en su mayoría a zonas de riqueza alta y en una porción muy baja, a zonas de muy alta riqueza; el PN Cerro Saroche tiene casi la totalidad de su superficie ubicada dentro de la cuenca ofreciendo resguardo a una alta riqueza de mamíferos en los ecosistemas semiáridos.

En el estado Falcón, el PN Cueva de la Quebrada del Toro, ubicado en casi su totalidad dentro de la cuenca, protege ecosistemas semiáridos que albergan una alta riqueza de mamíferos; por último el PN Morrocoy en su franja continental, alberga una alta riqueza.

De esto se desprende que los parques nacionales consolidan importantes núcleos de conservación para las especies, sin embargo, en el piedemonte andino las zonas de muy alta riqueza (121 a 140 especies), no se encuentran resguardadas por parques nacionales (Figura 3).

El siguiente tipo de ABRAE de resguardo es el RFS de Cuare en el estado Falcón, el cual representa el 29,82% de la superficie cubierta por ABRAE de tipo restrictivo y el 2,27% de la superficie total de la cuenca, este RFS se encuentra en su totalidad dentro de la cuenca otorgando protección a una alta riqueza de especies mastozoológicas y por el alto nivel restrictivo en cuanto

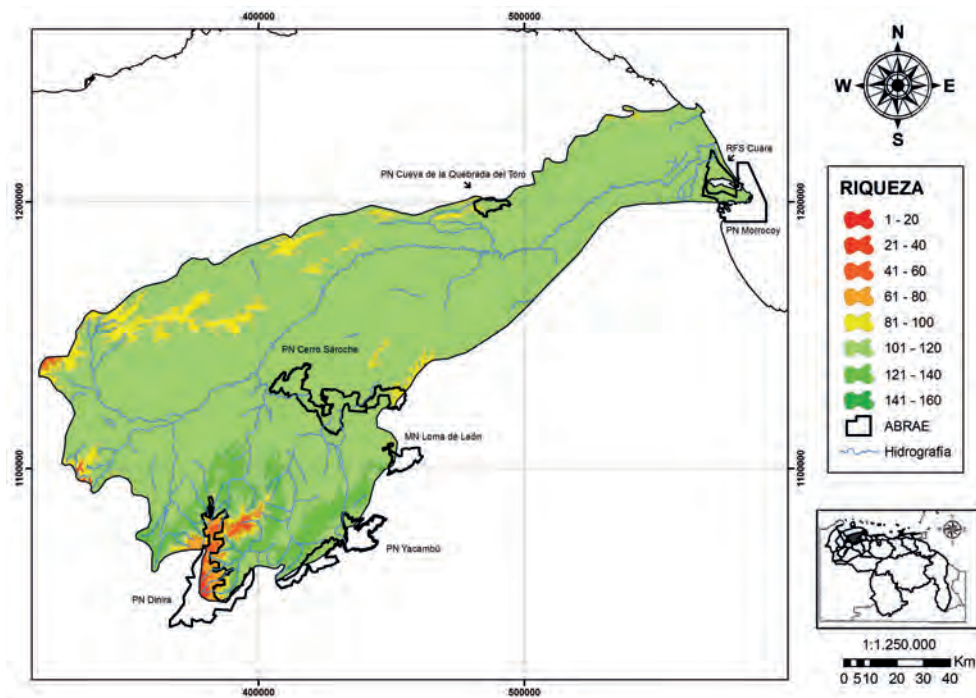


Figura 3. ABRAE de carácter restrictivo en la cuenca del Río Tocuyo.

a su uso y aprovechamiento, es una zona de vital importancia para la conservación de los mamíferos de Venezuela (Figura 3).

La última ABRAE de carácter restrictivo dentro de la cuenca del Río Tocuyo es el MN Loma de León el cual aporta solo una pequeña parte de su territorio, correspondiente al 1% de la superficie cubierta por ABRAE de tipo restrictivo, y el 0,07% de la superficie total de la cuenca; en esta ABRAE al igual que las anteriores se prohíbe la caza de fauna silvestre a nivel jurídico y por consiguiente la presión sobre las especies de mamíferos (Figura 3).

El ABRAE con vocación de aprovechamiento, conocido como Zona Agrícola (ZA) de la Depresión de Quíbor, fue decretado el 19 de agosto del año 1982; el mismo se encuentra en una superficie de 433,95 km² en el estado Lara y representa el 3,07% de la cuenca (Decreto 1.592).

En la actualidad se encuentra fuertemente intervenido debido al cultivo intensivo de hortalizas, la cría de bovinos y caprinos y el uso desmesurado de agroquímicos; esta ZA se encuentra en una

de las regiones de alta riqueza e incluso, dentro de sus linderos se encuentran zonas donde la diversidad de especies de mamíferos es muy elevada (Figura 4).

En cuanto a las amenazas asociadas a las acciones humanas, las especies de mamíferos en la cuenca del Río Tocuyo enfrentan tres factores principales que son sinérgicos, el primero de ellos es la cacería de subsistencia realizada por las comunidades rurales, así como la caza con fines deportivos y comerciales, prácticas que únicamente pueden ser ejecutadas por los poseedores de licencias de caza, otorgadas por la autoridad ambiental competente en el país.

El segundo factor de amenaza corresponde a las prácticas agrícolas y ganaderas extensivas que afectan a los ecosistemas naturales; esto limita el acceso de las comunidades biológicas autóctonas a los recursos con el consecuente desplazamiento de los individuos en busca de los elementos necesarios para su subsistencia. Lo anterior promueve encuentros entre estos

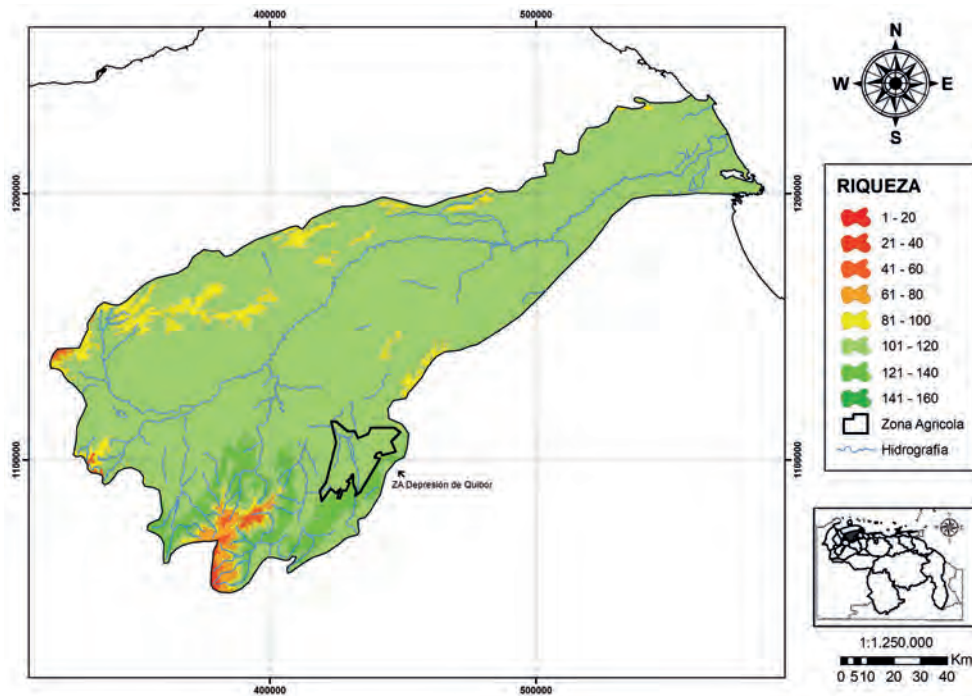


Figura 4. ABRAE con carácter de aprovechamiento (Zona Agrícola) en la cuenca del Río Tocuyo

individuos y las sociedades humanas, lo que deviene en el primer factor mencionado.

El tercer factor de amenaza se presenta por la modificación del paisaje como consecuencia de los asentamientos y ciudades, así como por las vías de transporte asociadas a estas, lo que genera una presión por ocupación del espacio que a su vez provoca un desplazamiento poblacional de las especies para la búsqueda de recursos, similar al mencionado en el factor anterior (Figura 5).

Los factores de amenaza mencionadas en el párrafo anterior, han afectado y alterado en diferente medida, la diversidad de mamíferos en la cuenca; las consecuencias de estas actividades humanas han sido la fragmentación y aislamiento poblacional de las especies, así como la reducción y deterioro de hábitats. Lo anterior es particularmente preocupante cuando se considera a los grandes mamíferos, cuya necesidad de amplios espacios para sus ciclos vitales es indiscutible; esto último permite inferir que el cambio en el uso de las tierras en la cuenca del río Tocuyo debe ser

manejado con cuidado y con criterios de sustentabilidad para evitar la desaparición de especies claves en los ecosistemas como el oso frontino (*Tremarctos ornatus*) y el puma (*Puma concolor*) entre otros grandes carnívoros, así como también las distintas especies de Cérvidos considerando su vulnerabilidad a los cambios (Goldstein 1992).

Otra consecuencia de las actividades agropecuarias extensivas es la mayor ocurrencia de conflictos entre los grandes mamíferos carnívoros y los productores humanos. Las prácticas descontroladas desarrolladas en entornos naturales han causado una disminución sustancial de los hábitats de especies como el jaguar (*Panthera onca*) y el oso frontino (*T. ornatus*), lo cual promueve que estas especies utilicen el ganado como fuente de alimento o consuman los frutos de las plantaciones (Torres 2008, Vázquez *et al.* 2014). Lo anterior se refleja en algunos reportes de cacería furtiva en el estado Lara, en los que se evidencia la afectación de poblaciones de *T. ornatus*.

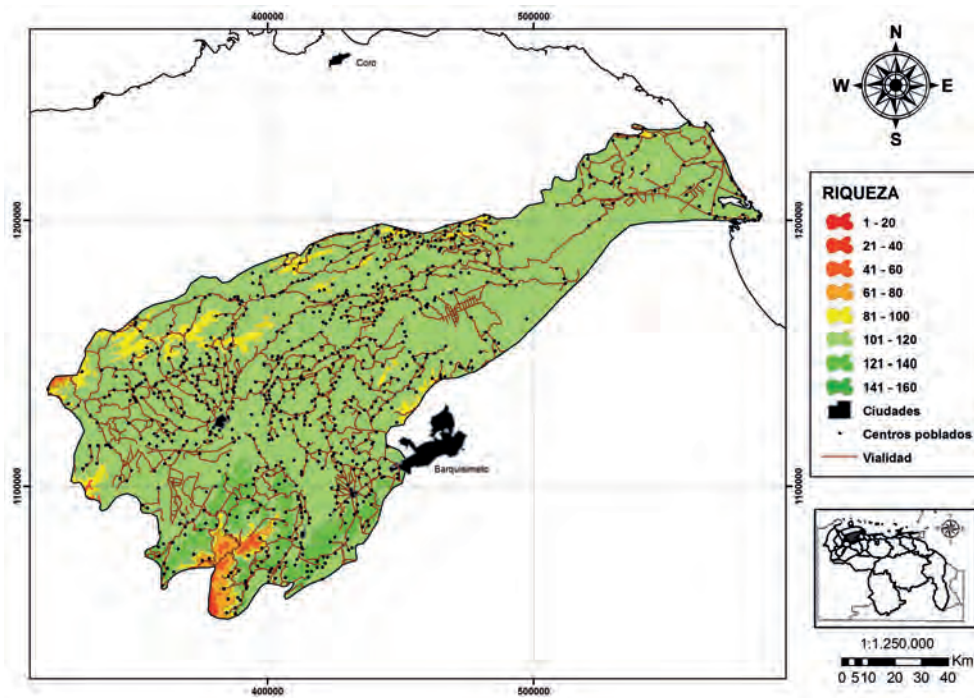


Figura 5. Ocupación del espacio por carreteras y asentamientos urbanos en la cuenca del Río Tocuyo

Esta situación muestra la importancia de la planificación y adecuación de las prácticas agrícolas - ganaderas en función de prevenir o disminuir los encuentros entre productores y estas especies a fin de evitar pérdidas económicas a los primeros y al mismo tiempo, disminuir la presión sobre las segundas.

Lo anterior debe ser considerado en el manejo de la cuenca del río Tocuyo en virtud de que dichos mamíferos tienen funciones claves para el mantenimiento y regeneración de los ecosistemas boscosos de la cuenca alta y, por lo tanto, su disminución poblacional tendría consecuencias negativas sobre el equilibrio ecosistémico en general.

Esto último es particularmente importante si se considera que las cuatro entidades federales que conforman la cuenca del río Tocuyo presentan tendencias crecientes en lo que se refiere a la población humana albergada dentro de las mismas, situación evidenciada en los reportes del Instituto Nacional de Estadística.

Durante un periodo de 138 años (1873-2011), la población del estado Falcón pasó de 99.920 a 902.847 habitantes (INE 2013a), el estado Lara paso de 143.818 a 1.774.867 habitantes (INE 2013b), el estado Trujillo paso de 108.672 a 686 367 habitantes (INE 2013c) y el estado Yaracuy paso de 71.689 a 600.852 habitantes (INE 2013d); lo anterior denota la tendencia generalizada de crecimiento en la región, que genera una demanda mayor de espacio y recursos para los asentamientos humanos. Esto produce una intervención que tiende a la destrucción de los ecosistemas y de los componentes que los conforman.

En la presente investigación no se propone un enfoque proteccionista sobre esta cuenca, por el contrario, se propone la adecuación de las prácticas en el uso de la tierra bajo criterios ambientales, que permitan disminuir su impacto sobre la fauna, así como canalizar las actividades de producción que deban desarrollarse en el corto y mediano plazo, considerando la fauna silvestre como un componente importante dentro del enfoque integral del manejo de la cuenca y de

los agrosistemas contenidos y sustentados por la misma.

Al mismo tiempo, se requiere de otras acciones tales como mejorar las medidas de protección de la cuenca con dotación de talento humano capacitado, logística para transporte y comunicaciones, planes de contingencias para combate de incendios de vegetación, entre otros. Plantear la creación de nuevas ABRAE que incorporen esfuerzos en la conservación de áreas prioritarias debido a su fragilidad, por ejemplo, el semiárido, con la consolidación de un área protegida en la sierra de Baragua y otra ubicada hacia el oeste del PN Dinira, la cual se encuentra desprotegida; igualmente se sugiere un área prioritaria para la conservación dentro de este parque.

Adicionalmente, se requiere evaluar y mejorar las prácticas agropecuarias que permitan disminuir el impacto de la cría de caprinos sobre el semiárido y árido (García *et al.* 1992), así como reducir los perjuicios generados con el cultivo del café en la región andina de la cuenca.

Los resultados obtenidos en la presente investigación representan una primera aproximación de la potencialidad del uso de sistemas de información geográfica para conocer la relevancia y distribución de la riqueza de mamíferos en la cuenca del río Tocuyo, así como para el establecimiento de áreas importantes para su conservación y manejo integral. Finalmente, es imperativo una mayor participación científica y comunitaria, con el fin de conocer y manejar la cuenca. Esto puede lograrse mediante el apoyo y el desarrollo de valores ecológicos y culturales de participación ciudadana en conjunto con los entes involucrados en la conservación y uso de los mismos.

CONCLUSIONES

La cuenca del río Tocuyo tiene un rol importante para la conservación de la mastofauna de Venezuela, ya que dentro de sus límites está representada el 46.67 % de la misma, siendo apenas el 1,53% del territorio de la República Bolivariana de Venezuela. Así mismo, esta región agrupa el 3,41% de las especies de mamíferos conocidas en el mundo (182 acá reportadas).

El mapa de riqueza de especies demostró la importancia de las estribaciones andinas por albergar la mayor riqueza, con la prevalencia de estos vertebrados en dos núcleos prioritarios para su conservación, el piedemonte norte de la sierra de Barbacoas y el piedemonte noroeste de la sierra de Portuguesa. En relación al análisis espacial, se evidenció el déficit de cobertura de áreas protegidas en la región árida y semiárida de la cuenca, así como también la necesidad de ampliar la extensión del PN Dinira para la protección de los mamíferos de la zona alta de la cuenca del río Tocuyo, mejorando así el manejo integral y sustentable de la cuenca.

El análisis de cobertura por ABRAE de carácter restrictivo mostró que un total de 1 076 km² se encuentran resguardados por cinco parques nacionales, una reserva de fauna silvestre y un monumento natural, lo que representa un 7,63% del total de su superficie, siendo el RFS de Cuare (estado Falcón) el que ofrece la mayor superficie protegida con un total de 320,9 km², la segunda mayor superficie protegida la ofrece el PN Cerro Saroche (estado Lara) con un total de 309,44 km² que representan el 95,81% de la superficie total de esta ABRAE.

LITERATURA CITADA

- Aguilera, M; Azócar, A; González, E. (Eds.). 2003. Biodiversidad en Venezuela. Caracas, Venezuela, Fundación Polar, FONACIT. 2 v.
- Aldana, N; Díaz, M; Feijoo, A; Zuñiga, M. 2006. Valoración del uso de la fauna silvestre en el municipio de Alcalá, Valle del Cauca. *Scientia et Technica* 2(31):291-296
- Díaz, D. 2000. Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en la Cuenca Alta del Río Tocuyo – Venezuela: Lecciones Aprendidas y Acciones por emprender (en línea). Universidad Metropolitana. Caracas. Consultado 20 ago. 2016. Disponible en <https://cmsdata.iucn.org/downloads/diegodiazvenezuela.pdf>
- Fernández-Badillo, A; Guerrero, R; Lord, R; Ochoa, J; Ulloa, G. 1988. Mamíferos de

- Venezuela: Lista y claves para su identificación. Maracay, Venezuela, MIZA-UCV. 185 p.
- Ferrer-Velíz, E. 2011. Geografía ambiental del estado Lara, sub regiones y micro regiones. Barquisimeto, Venezuela, Editorial Horizonte. 304 p.
- Decreto N° 1.592. 1982. Declaración de Área de aprovechamiento agrícola en la Depresión de Quibor. Gaceta Oficial 32.541, Venezuela. 19 ago.
- FUDECO (Fundación para el Desarrollo de la Región Centro Occidental de Venezuela). 2004a. Dossier del estado Lara. Barquisimeto, Venezuela. 35 p.
- FUDECO (Fundación para el Desarrollo de la Región Centro Occidental de Venezuela). 2004b. Dossier del estado Lara. Barquisimeto, Venezuela. 47 p.
- García, R; Rodríguez, M; Smith, R. 1992. Loma de León: un estudio de la vegetación en una zona semiárida de Venezuela y su relación con el caprino. *Bioagro* 4:15-22.
- Goldstein, I. 1992. Spectacled bear predation and feeding behavior on livestock in Venezuela. *Studies in Neotropical Fauna and Environment* 26(4):231-235.
- ITIS (Integrated Taxonomic Information System). 2014. Base de datos taxonómicos (en línea). Reston, Estados Unidos. Consultado 5 dic. 2014. Disponible en <http://www.itis.gov/>
- INE (Instituto Nacional de Estadísticas). 2013a. XIV censo nacional de población y vivienda. Resultados por Entidad Federal y Municipio del Estado Falcón. Ministerio del Poder Popular de Planificación, Caracas, Venezuela. 93 p.
- INE (Instituto Nacional de Estadísticas). 2013b. XIV censo nacional de población y vivienda. Resultados por Entidad Federal y Municipio del Estado Lara. Ministerio del Poder Popular de Planificación, Caracas, Venezuela. 96 p.
- INE (Instituto Nacional de Estadísticas). 2013c. XIV censo nacional de población y vivienda. Resultados por Entidad Federal y Municipio del Estado Trujillo. Ministerio del Poder Popular de Planificación, Caracas, Venezuela. 97 p.
- INE (Instituto Nacional de Estadísticas). 2013d. XIV censo nacional de población y vivienda. Resultados por Entidad Federal y Municipio del Estado Yaracuy. Ministerio del Poder Popular de Planificación, Caracas, Venezuela. 92 p.
- Lau, F; Rodríguez, M. 2007. Problemática del río Tocuyo: Un diagnóstico preliminar con énfasis en la Cuenca Alta, Sector Dos Cerritos. Caracas, Venezuela. VITALIS. 115 p. Informe de consultoría. Proyecto Diálogo para la conservación de la cuenca alta del río Tocuyo, basado en los principios que rigen la gestión integrada de los recursos hídricos.
- Lew, D; Soriano, P; Aguilera, M; Sánchez-H, J; Pérez-H, R. 2014. Recuento histórico de la mastozoología en Venezuela. *In* Ortega, J; Martínez, J; Tirira, D (eds.). Historia de la Mastozoología en Latinoamérica, las Guayanas y el Caribe. Quito, Ecuador, Editorial Murciélagos Blanco y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. p. 405 – 430.
- Linares, O. 1998. Mamíferos de Venezuela. Caracas, Venezuela, Editorial Sociedad Audubon de Venezuela. 691 p.
- Linares, O; Madi, Y; Vázquez, J; Noite, R; León, A. 2014. Zoogeografía de la Fauna Terrestre. *In* Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (eds.). Atlas de la República Bolivariana de Venezuela. Caracas, Venezuela. P. 90-91.
- Madi, Y; Linares, O; Rivas, E; Rodríguez, L; León, A; Martínez, J; Delgado, M; Gil, D; Santander, J; Henríquez, A; Vázquez, J; Vera, M; Rivas, Y; Terán, L; Céspedes, M; Rodrigues, J. 2008. Zoogeografía y Diversidad de los Mamíferos en Venezuela. 2° Ed. Caracas, Venezuela, Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. Esc. 1:2.000.000. Color.
- Madi, Y; León, A; Vázquez, J; Rodrigues, J. 2011. Evaluación del SIG elaborado a partir del mapa Vegetación Actual de Venezuela,

- Proyecto SAV. *In* Congreso Venezolano de Botánica (19, 2011, Maracay, Venezuela). Maracay, Venezuela (Resúmenes)
- MARN (Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales). 1982a. Sistemas Ambientales Venezolanos. Proyecto VEN/79/001. Región Centro-occidental. Caracas, Venezuela, MARN. v. 1
- MARN (Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales). 1982b. Sistemas Ambientales Venezolanos. Proyecto VEN/79/001. Región Centro-occidental. Caracas, Venezuela, MARN. v. 2
- MARN (Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales). 1982c. Sistemas Ambientales Venezolanos. Proyecto VEN/79/001. Región Centro-occidental. Caracas, Venezuela, MARN. v. 3
- MARN (Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales). 2000. Informe de País para la Convención de la Diversidad Biológica. Caracas, Venezuela, MARN. 226 p. 1° informe.
- MPPA (Ministerio del Poder Popular para el Ambiente). 2010. Plan de Ordenamiento Territorial del Estado Lara (POTEL). Barquisimeto (mimeo), 392 p.
- MPPA (Ministerio del Poder Popular para el Ambiente). 2014. Repositorio digital de Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (DVD). Dirección General de Ordenación y Planificación Ambiental. Caracas, Venezuela. 1 disco compacto.
- Monroy, R; García, A. 2013. La Fauna Silvestre con Valor de Uso en los Huertos Frutícolas Tradicionales de la Comunidad Indígena de Xoxocotla, Morelos, México. *Etnobiología* 11(1):44-52
- Ojasti, J. 2000. Manejo de la fauna silvestre Neotropical. Dallmeier, F. (ed.). Washington, Estados Unidos. Smithsonian Institute. 290 p.
- Pittier, H; Tate, H. 1932. Sobre fauna venezolana. Lista provisional de los mamíferos observados en el país. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* 7: 249-278.
- Reyes, A; Arrivillaga, J. 2009. Fauna Mammalia asociada a los focos de leishmaniasis neotropical. Situación en Venezuela. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental* 49(1):25-52.
- Rodríguez-Olarte, D; Coronel, J; Taphorn, D; Amaro, A. 2006. Los peces y su conservación en el río Tocuyo, la cuenca andina de la vertiente Caribe en Venezuela. *Memoria* 165:33-61.
- Sánchez, J; Lew, D. 2012. Lista actualizada y comentada de los mamíferos de Venezuela. *Memoria* 173-174:173-238
- SIMCOZ (Sistema de Información de Museos y Colecciones Zoológicas de Venezuela). 2011. Base de datos de vertebrados (en línea). Venezuela, Consultado dic. 2011). Disponible en <http://www.simcoz.org.ve/>
- Smith, R; Rivero, A; Ortega, F; Catalá, JA. 1991. Ecología del estado Lara. *BioLlania*. Edición Especial N° 1. Unellez, Museo de Ciencias Naturales. Guanare. s.p.
- Soriano, P; Ochoa, J. 1997. Lista actualizada de los mamíferos de Venezuela. *In* La Marca, E. (ed.). *Vertebrados Actuales y Fósiles de Venezuela*. Mérida, Venezuela. Museo de Ciencia y Tecnología de Mérida. p. 205-227.
- Soriano, P; Ruiz, A. 2006. A functional comparison between bat assemblages of Andean arid enclaves. *Ecotrópicos* 19(1):1-12.
- Torres, D. 2008. Caracterización de conflictos socio-espaciales entre la ganadería y los grandes mamíferos carnívoros en el sector Nuestra Señora Parque Nacional Sierra Nevada, Venezuela. Tesis Geog. Mérida, Venezuela, Universidad de los Andes. 201 p.
- Vargas, C; Vázquez, J.; Ros, F; Vargas, M; Astor, G.; Madi, Y. 2014. Zoogeografía de los vertebrados voladores nectarívoros, frugívoros y granívoros de interés agroecológico en el estado Lara, Venezuela. *In* Congreso Venezolano de Agroecología (1, 2014, Punto Fijo, Venezuela). Punto Fijo, Venezuela.

- Vázquez, J; Ros, F; Madi, Y. 2014. Registro de fé-
lidos en el estado Lara, Venezuela. Boletín
del Centro de Investigaciones Biológicas
48(1):75-82.
- Vázquez, J; Ros, F; Alvarado, J; Madi, Y. 2015.
Riqueza y distribución de los mamíferos del
estado Lara, Venezuela. Revista del Colegio
de Médicos Veterinarios del Estado Lara
10(2):56-65.
- Wilson, D; Reeder, D. 2005. Mammal species of
the world: a taxonomic and geographic ref-
erence. 3ª edición. Baltimore, USA. Johns
Hopkins University Press. 2 v.

Anexo. Listado de los Mamíferos presentes en la cuenca del Río Tocuyo.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	
ARTIODACTYLA	Cervidae	<i>Mazama americana</i> (Erleben, 1777)	
		<i>Mazama bricenii</i> Thomas, 1908	
		<i>Mazama gouazoubira</i> (G. Fischer, 1814)	
		<i>Odocoileus virginianus</i> (Zimmermann, 1780)	
	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i> (Linnaeus, 1758)	
		<i>Tayassu pecari</i> (Link, 1795)	
CARNIVORA	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1766)	
		<i>Urocyon cinereoargenteus</i> (Schreber, 1775)	
	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i> (Linnaeus, 1758)	
		<i>Leopardus tigrinus</i> (Schreber, 1775)	
		<i>Leopardus wiedii</i> (Schinz, 1821)	
		<i>Panthera onca</i> (Linnaeus, 1758)	
		<i>Puma concolor</i> (Linnaeus, 1771)	
		<i>Puma yagouaroundi</i> (É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1803)	
	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i> (Boddaert, 1785)	
	Mustelidae	<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	
		<i>Galictis vittata</i> (Schreber, 1776)	
		<i>Lontra longicaudis</i> (Olfers, 1818)	
	Procyonidae	<i>Mustela frenata</i> Lichtenstein, 1831	
		<i>Nasua nasua</i> (Linnaeus, 1766)	
		<i>Nasuella olivácea</i> (Gray, 1865)	
<i>Potos flavus</i> (Schreber, 1774)			
Ursidae	<i>Procyon cancrivorus</i> (G. Cuvier, 1768)		
	<i>Tremarctos ornatus</i> (F. G. Cuvier, 1825)		
CHIROPTERA	Emballonuridae	<i>Peropteryx kappleri</i> Peters, 1867	
		<i>Peropteryx macrotis</i> (Wagner, 1843)	
		<i>Peropteryx trinitatis</i> Miller, 1899	
		<i>Rhynchonycteris naso</i> (Wiede-Neuwie, 1820)	
		<i>Saccopteryx bilineata</i> (Temminsk, 1838)	
		<i>Saccopteryx canescens</i> (Thomas, 1901)	
		<i>Saccopteryx leptura</i> (Schreber, 1774)	
		Molossidae	<i>Eumops nanus</i> (Miller, 1900)
			<i>Eumops glaucinus</i> (Wagner, 1843)
	<i>Molossops temminckii</i> (Burmeister, 1854)		
	<i>Molossus molossus</i> (Pallas, 1766)		
	<i>Nyctinomops laticaudatus</i> (E. Geoffroy, 1805)		

	<i>Tadarida brasiliensis</i> (L. Geoffroy, 1824)
<i>Mormoopidae</i>	<i>Mormoops megalophylla</i> (Peters, 1864)
	<i>Pteronotus davyi</i> Gray, 1838
	<i>Pteronotus gymnonotus</i> Natteres, 1843
	<i>Pteronotus parnellii</i> (Gray, 1843)
	<i>Pteronotus personatus</i> (Wagner, 1843)
<i>Natalidae</i>	<i>Natalus tumidirostris</i> Miller, 1900
<i>Noctilionidae</i>	<i>Noctilio albiventris</i> Desmarest, 1818
	<i>Noctilio leporinus</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Phyllostomidae</i>	<i>Ametrida centurio</i> Gray, 1847
	<i>Anoura caudifer</i> (E. Geoffroy, 1818)
	<i>Anoura cultrata</i> Handley, 1960
	<i>Anoura luismanueli</i> Molinari, 1994
	<i>Anoura geoffroyi</i> Gray, 1838
	<i>Artibeus amplus</i> Handley, 1987
	<i>Artibeus cinereus</i> (Gervais, 1856)
	<i>Artibeus planirostris</i> Spix, 1823
	<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)
	<i>Carollia brevicauda</i> (Schinz, 1821)
	<i>Carollia castanea</i> H. Allen, 1890
	<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Chiroderma salvini</i> Dobson, 1878
	<i>Chiroderma trinitatum</i> Goodwin, 1958
	<i>Chiroderma villosum</i> Peters, 1860
	<i>Choeroniscus godmani</i> (Thomas, 1903)
	<i>Choeronycteris mexicana</i> Tschudi, 1844
	<i>Chrotopterus auritus</i> (Peters, 1856)
	<i>Desmodus rotundus</i> (E. Geoffroy, 1810)
	<i>Diaemus youngi</i> (Jentink, 1893)
	<i>Diphylla ecaudata</i> Spix, 1823
	<i>Enchisthenes hartii</i> (Thomas, 1892)
<i>Vespertilionidae</i>	<i>Eptesicus andinus</i> J. A. Allen, 1914
	<i>Eptesicus brasiliensis</i> (Desmarest, 1819)
	<i>Eptesicus furinalis</i> (d'Orbigny, 1847)
	<i>Eptesicus fuscus</i> (Beauvois, 1796)
	<i>Histiotus humboldti</i> Handley, 1996
	<i>Histiotus montanus</i> (Philippi y Landbeck, 1861)
	<i>Lasiurus blossevillii</i> (Lesson y Garnot, 1826)
	<i>Lasiurus cinereus</i> (Palisot de Beauvois, 1796)
	<i>Lasiurus ega</i> (Gervais, 1856)

		<i>Myotis keaysi</i> (J. Allen, 1914)
		<i>Myotis nesopolus</i> Miller, 1900
		<i>Myotis nigricans</i> (Schinz, 1821)
		<i>Myotis oxyotus</i> (Peters, 1867)
		<i>Myotis riparius</i> (Handley, 1960)
		<i>Rhogeessa io</i> Thomas, 1903
		<i>Rhogeessa minutilla</i> Miller, 1897
CINGULATA	<i>Dasypodidae</i>	<i>Dasyopus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758
		<i>Cabassous centralis</i> (Miller, 1899)
DIDELPHIMORPHIA	<i>Didelphidae</i>	<i>Caluromys lanatus</i> (Olfers, 1818)
		<i>Caluromys philander</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Chironectes minimus</i> (Zimmermann, 1780)
		<i>Didelphis marsupialis</i> Linnaeus, 1758
		<i>Didelphis pernigra</i> Allen, 1900
		<i>Gracilinanus dryas</i> (Thomas, 1898)
		<i>Gracilinanus marica</i> (Thomas, 1898)
		<i>Marmosa murina</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Marmosa robinsoni</i> Bangs, 1898
		<i>Marmosa xerophila</i> Handley y Gordon, 1979
		<i>Marmosops cracens</i> (Handley y Gordon, 1979)
		<i>Marmosops fuscatus</i> (Thomas, 1896)
		<i>Marmosops impavidus</i> (Tschudi, 1845)
		<i>Metachirus nudicaudatus</i> (É. Geoffroy, 1803)
		<i>Micoureus demerarae</i> (Thomas, 1905)
		<i>Monodelphis adusta</i> (Tomas, 1897)
		<i>Monodelphis brevicaudata</i> (Erleben, 1777)
		<i>Monodelphis palliolata</i> (Osgood, 1914)
		<i>Philander oposum</i> (Linnaeus, 1758)
LAGOMORPHA	<i>Leporidae</i>	<i>Sylvilagus brasiliensis</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Sylvilagus floridanus</i> (J. A. Allen, 1890)
PAUCITUBERCULATA	<i>Caenolestidae</i>	<i>Caenolestes fuliginosus</i> (Tomes, 1863)
PERISSODACTYLA	<i>Tapiridae</i>	<i>Tapirus terrestris</i> (Linnaeus, 1758)
PILOSA	<i>Bradyrodidae</i>	<i>Bradypus variegatus</i> Schinz, 1825
	<i>Myrmecophagidae</i>	<i>Myrmecophaga tridactyla</i> Linnaeus, 1758
		<i>Tamandua mexicana</i> (Saussure, 1860)
		<i>Tamandua tetradactyla</i> (Linnaeus, 1758)
PRIMATES	<i>Aotidae</i>	<i>Aotus lemurinus</i> (I. Geoffroy, 1843)
		<i>Aotus trivirgatus</i> (Humboldt, 1811)
	<i>Atelidae</i>	<i>Alouatta seniculus</i> (Linnaeus, 1766)
	<i>Cebidae</i>	<i>Cebus albifrons</i> (Humboldt, 1812)

		<i>Cebus olivaceus</i> Schomburgk, 1848	
RODENTIA	<i>Caviidae</i>	<i>Cavia aperea</i> Erxleben, 1777	
	<i>Cricetidae</i>	<i>Aepeomys lugens</i> (Thomas, 1896) <i>Aepeomys reigi</i> Ochoa, Aguilera, Pacheco y Soriano, 2001 <i>Calomys hummelincki</i> (Husson, 1960) <i>Chibchanomys trichotis</i> (Thomas, 1897) <i>Chilomys instans</i> (Thomas, 1895) <i>Ichthyomys hydrobates</i> (Winge, 1891) <i>Melanomys caliginosus</i> (Tomes, 1860) <i>Microryzomys minutus</i> (Tomes, 1860) <i>Neacomys tenuipes</i> Thomas, 1900 <i>Necomys urichi</i> (J.A. Allen & Chapman, 1897) <i>Nectomys rattus</i> (Pelzeln, 1883) <i>Nephelomys meridensis</i> Thomas, 1864 <i>Oecomys bicolor</i> (Tomes, 1860) <i>Oecomys flavicans</i> (Thomas, 1894) <i>Oecomys speciosus</i> (J. Allen y Chapman, 1893) <i>Oligoryzomys fulvescens</i> (Saussure, 1860) <i>Rhipidomys couesi</i> (J. Allen y Chapman, 1893) <i>Rhipidomys venezuelae</i> Thomas, 1896 <i>Rhipidomys venustus</i> Thomas, 1900 <i>Sigmodon hirsutus</i> (Burmeister, 1854) <i>Thomasomys laniger</i> (Thomas, 1895) <i>Thomasomys vestitus</i> (Thomas, 1898) <i>Transandinomys talamancae</i> (J.A. Allen, 1891) <i>Zygodontomys brevicauda</i> J. Allen, 1897	
	<i>Cuniculidae</i>	<i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1776) <i>Cuniculus taczanowskii</i> (Stolzmann, 1865)	
	<i>Dasyproctidae</i>	<i>Dasyprocta leporina</i> (Linnaeus, 1758)	
	<i>Echimyidae</i>	<i>Proechimys guairae</i> Thomas, 1901	
	<i>Erethizontidae</i>	<i>Coendou prehensilis</i> (Linnaeus, 1758) <i>Sphiggurus pruinosus</i> (Thomas, 1905)	
	<i>Heteromyidae</i>	<i>Heteromys anomalus</i> (Thompson, 1815)	
	<i>Sciuridae</i>	<i>Sciurus granatensis</i> Humboldt, 1811	
	SORICOMORPHA	<i>Soricidae</i>	<i>Cryptotis meridensis</i> Thomas, 1898

Aspectos biológicos y pesqueros del Cunaro en el Golfo de Venezuela

Randy J. Molina Reyes¹, Ángel A. Díaz Lugo², Luis del V. González Rodríguez^{2*}, Rodolfo Álvarez Castillo², Jesús A. Méndez Martínez²

¹Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. Falcón, Venezuela. ²Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Falcón, Venezuela. *Correo electrónico: luisdelgonza2311@gmail.com

Resumen

El objetivo de este estudio fue determinar aspectos biológicos y pesqueros del Cunaro (*Rhomboplites aurorubens*; Cuvier, 1829), capturado por la flota industrial polivalente y artesanal costa afuera Pargo-Mero, circunscritas a las zonas de pesca del Golfo de Venezuela y a las aguas de la Zona Económica Exclusiva del Occidente venezolano. Los antecedentes indican que este estudio representa la primera contribución al conocimiento de la especie en la zona de estudio. Se analizaron un total de 3.388 individuos, se estimó la distribución de tallas, relación talla peso, proporción de sexos y talla de madurez sexual, durante 14 meses (febrero 2010 – marzo 2011). La estructura poblacional osciló entre 20 y 40 cm de longitud total y presentó un crecimiento alométrico minorante, ($PT=0,066*L^{2,52}$), con crecimiento predominante en longitud y profundidad comparado al peso. De marzo a junio se reportó la mayor presencia de individuos maduros. La especie muestra signos de sobreexplotación, por la poca cantidad de organismos colectados con talla reproductiva, lo que sugiere cambios en la densidad poblacional por la sobre captura.

Palabras clave: *Rhomboplites aurorubens*, madurez sexual, pesca artesanal, pesca industrial.

Biological and fishery aspects of Cunaro in the Gulf of Venezuela

Abstract

The objective of this study was to determine the biological and fishing aspects of the Cunaro (*Rhomboplites aurorubens*, Cuvier, 1829), captured by the polyvalent and artisanal offshore industrial fleet Pargo-Mero, located in the fishing areas of the Gulf of Venezuela and the waters of the Exclusive Economic Zone of the Venezuelan West. The antecedents indicate that this study represents the first contribution to the knowledge of the species in the study area. A total of 3,388 individuals were analyzed, the size distribution, weight-size relationship, sex ratio and sexual maturity size were estimated during 14 months (February 2010 - March 2011). The population structure ranged between 20 and 40 cm in total length and presented an allometric growth, ($PT = 0.066*L^{2.52}$), with pre-dominant growth in length and depth compared to the weight. From March to June, the largest presence of mature individuals was reported. The species shows signs of overexploitation, due to the small number of organisms collected with reproductive size, suggesting changes in population density due to over-capture.

Key words: *Rhomboplites aurorubens*, sexual maturity, fishing artisanal, fishing industrial.

INTRODUCCIÓN

El Cunaro (*Rhomboplites aurorubens*; Cuvier, 1829), es el Lutjanido más pequeño (Grimes 1979), con tamaño máximo de 66 cm de longitud total y 2.800 g de peso, se distribuye desde Carolina del Norte y Bermudas, en todo el Caribe y el Golfo de México hacia el sur hasta el sureste de Brasil (Cervigón 1966, Bohlke y Chaplin 1968) y puede vivir entre 10 y 14 años (Zhao *et al.* 1997, Potts *et al.* 1998, Hood y Johnson 1999).

Es una especie que se captura durante todo el año (INSOPESCA 2013), aunque no está considerada entre las más importantes, en términos de volúmenes capturados. La información disponible sobre el Cunaro en el Golfo de Venezuela, se limita a volúmenes de producción de las flotas pesqueras de la región, mientras que la información referente a aspectos biológicos es escasa, a pesar de ser una especie de importancia comercial que aporta ingresos a los pescadores por su alto valor económico.

Los antecedentes indican que este estudio representa la primera contribución sobre la biología del Cunaro en el oeste venezolano. Investigaciones realizadas en esta especie en la zona de Trinidad y Tobago, reportaron individuos de 145 mm de longitud total (LT) y con evidencia de madurez en todos los peces capturados (Manickchand-Heileman y Dawn 1999). Estos investigadores reportaron la imposibilidad de determinar con precisión el tamaño en la primera madurez debido al uso de técnicas macroscópicas. Así mismo, en este estudio se evidenció que el tamaño de machos y hembras fue de 181 y 211 mm LT respectivamente, lo que sugiere un tamaño de captura por debajo de estas medidas.

El análisis de aspectos biológicos tales como la estructura de tallas de la fracción explotada en la población, la relación talla/peso, el sexo y grado de madurez sexual, contribuyen al establecimiento de estrategias y planes de ordenamiento que pueden promover un manejo adecuado de la pesquería de este recurso y que permitiría minimizar su sobreexplotación.

Con base a lo anterior, el objetivo planteado en este estudio fue evaluar los aspectos biológicos - pesqueros del Cunaro (*Rhomboplites aurorubens*) en el Golfo de Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en el municipio Carirubana, en las poblaciones pesqueras de Carirubana y Las Piedras, ubicadas en la Península de Paraguaná del Estado Falcón (Figura 1). El área de estudio estuvo circunscrita a la zona marino costera del Golfo de Venezuela y a las aguas de la Zona Económica Exclusiva del occidente venezolano, la cual fue descrita por Zeigler (1964) como una bahía, con profundidades no mayores a 50 metros. 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 (Ginés 1982).

Aspectos pesqueros

Los muestreos se efectuaron mensualmente entre febrero de 2010 y marzo de 2011. Los ejemplares se obtuvieron aleatoriamente a través de desembarques de la flota industrial polivalente, antigua flota industrial de arrastre camaronesa y la flota artesanal costa afuera Pargo Mero; las zonas de pesca de esta última, se circunscriben al Golfo de Venezuela y a las aguas de la Zona Económica Exclusiva del occidente venezolano, mientras que los placeres de pesca de la flota industrial polivalente están delimitada a la Zona I (Resolución 0083). Ambas flotas desembarcan en los muelles pesqueros de Las Piedras y Carirubana de la Península de Paraguaná, estado Falcón.

Las embarcaciones de la flota industrial polivalente están construidas con acero naval, motor de ubicación central y un rango de arqueo bruto entre 49 y 265 toneladas, la tripulación puede llegar hasta 8 miembros y una autonomía de hasta 25 días, mientras la durabilidad alcanza entre 21 y 31 años de construcción.

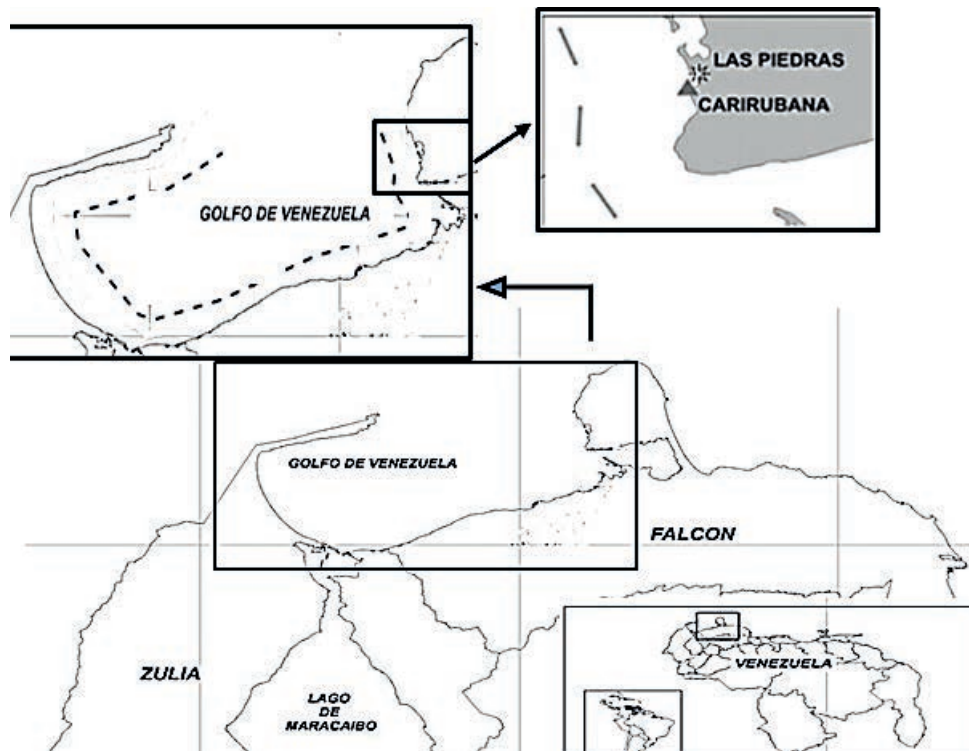


Figura 1. Ubicación geográfica del estado Falcón y la zona marino costera del Golfo de Venezuela y a las aguas de la Zona Económica Exclusiva del Occidente venezolano.

Esta flota utiliza nasas y palangres para la captura, con mayor participación (84%) de las primeras (INSOPESCA, 2011). Este arte de pesca está constituido por un marco tridimensional conformado por un polígono hexagonal, cubierto por una malla metálica similar a la utilizada para jaulas de gallinas, sujeta con alambres a una estructura de cabilla que da forma al esqueleto del arte, esta estructura posee una boca o abertura cónica en uno de sus lados para que los peces entren en busca del señuelo que se coloca dentro, dejando al pez sin salida. Sus medidas varían de acuerdo a los requerimientos del pescador, pero en general miden entre 1,3 x 0,83 x 0,42 m y 1,3 x 0,92 x 0,42 m (Molina 2011).

Por otra parte, la flota artesanal costa afuera Pargo-Mero utiliza embarcaciones construidas de madera con rango de arqueo bruto entre 20 y 167 toneladas, motor central, hasta 6 tripulantes y autonomía de hasta 15 días, con durabilidad entre 0 y 50 años de construcción (INSOPESCA, 2011).

Esta flota utiliza nasas y palangres para la captura, siendo el uso de ambos muy similar. La nasa constituye el arte principal (40%), el palangre es secundario (36%), mientras que el resto (24 %) combina el uso de ambos. Las nasas tienen las mismas características de construcción descritas para la flota polivalente, variando sus medidas entre 1,57 x 0,60 x 0,60 m y 1,0 x 0,90 x 0,45 m de acuerdo a los requerimientos del pescador (Molina 2011). El palangre consta de una línea madre la cual emplea entre 1000 y más de 3000 anzuelos, el anzuelo más utilizado es el N° 7, el largo del palangre oscila entre 4 hasta 7 millas (Molina 2011).

Evaluación de especímenes

En total se analizaron 3.388 individuos, los cuales se identificaron siguiendo las claves propuestas por Cervigón *et al.* (1992). 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 1,0 mm de

apreciación, el PT con una balanza digital con una precisión de 0,1 g y el sexo y grado de madurez sexual se determinaron 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).

Estructura de tallas

La descripción de la estructura de tallas para sexos combinados y para cada sexo, se realizó mediante un análisis mensual de frecuencias, agrupadas en intervalos de clase de 1 cm.

Relación longitud-peso

La relación longitud–peso para sexos combinados y para cada sexo, se calculó por medio de un ajuste de mínimos cuadrados según la ecuación propuesta por Teisser (1948):

$$PT = aLT^b \quad \text{Ec. 1}$$

donde PT = peso total del cuerpo, LT = longitud total, (a y b) son los parámetros de la ecuación.

De acuerdo a Ricker (1979), se consideró el crecimiento como isométrico cuando el parámetro (b) no difirió significativamente de 3, alométrico mayorante si el valor de (b) fue mayor que 3 y alométrico minorante cuando el valor de (b) fue menor a 3. Se comparó el valor del parámetro (a) y la constante ($b=3$) a través de una prueba t de Student (Sokal y Rohlf 1969), para establecer posibles diferencias significativas entre las mismas.

Proporción de sexos

Se calculó la proporción de sexos para cada mes de muestreo, y se utilizó la prueba estadística χ^2 ($\alpha = 0,05$), para determinar si la proporción de sexos encontrada, difería significativamente de la proporción esperada (1:1) durante el período de estudio.

Madurez sexual

El análisis de la madurez sexual, se realizó mediante la representación gráfica de la frecuencia acumulada de individuos maduros (estadios III-V; Holden y Raitt 1975), contra la longitud agrupada en clases de tallas por sexo.

Los puntos observados se ajustaron a la función logística:

$$Y = \frac{I}{1 + a * ebx} \quad \text{Ec. 2}$$

linealizada a:

$$\ln(a) + bx = \ln\left(\frac{I - Y}{Y}\right) \quad \text{Ec. 3}$$

Luego mediante un análisis de regresión (Sokal y Rohlf 1981) entre la marca de clase (x) y ($\ln\left(\frac{I - Y}{Y}\right)$); donde (Y) = frecuencias relativas acumuladas, se obtuvieron las constantes de regresión (a y b), que sustituidas en la ecuación logística por su valor, permitieron el ajuste de los puntos observados y el cálculo de la talla de madurez del 50% de la población (L_{50}) según la ecuación:

$$x_{0,5} = \frac{-\ln a}{b} \quad \text{Ec. 4}$$

indicada por Somerton (1980) y Gaertner y Laloe (1986).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estructura de tallas

El intervalo de tallas para ambos sexos osciló entre 20 y 40 cm (LT) y el promedio general para sexo combinado fue de 28 cm (Figura 2). El intervalo de 20 a 28 cm presentó el mayor número de individuos en la distribución de frecuencias. En un trabajo previo (Manickchand-Heileman y Dawn 1999) en la zona de Trinidad y Tobago, se reportó una talla mínima de captura para esta especie de 14,5 cm.

Los resultados obtenidos en este estudio presentan alguna variación con respecto a datos reportados en otras investigaciones para especies del mismo género (Cuadro 1). Schirripa (1992), reportó que el crecimiento de *R. aurorbens* cambia considerablemente de un año a otro, es posible que las diferencias observadas son resultado del sesgo debido a muestreos no aleatorios o a una mortalidad natural selectiva. Otro elemento a considerar, es que los peces exhiben historias de vida complejas que incluyen

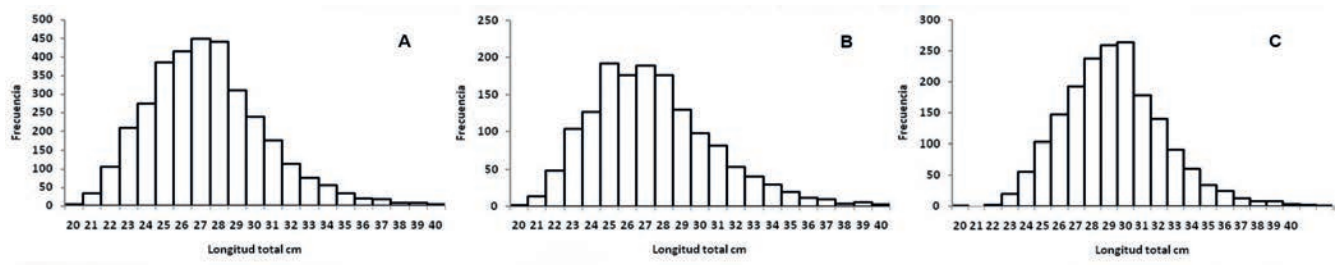


Figura 2. Estructura de tallas del Cunaro para sexo combinado (A), hembras (B) y machos (C) capturados en el Golfo de Venezuela entre febrero de 2010 y marzo de 2011.

características tales como crecimiento, supervivencia, edad de maduración, fecundidad, distribución y abundancia que distinguen a los stocks de peces (Ferrer 2008); basado en lo anterior, obtener una representación uniforme de todas las tallas que componen a una población es extremadamente complejo. Gorman y Karr (1978), mencionan que las comunidades biológicas varían en el tiempo y en el espacio, como resultado de las diferencias en la estructura del hábitat, la disponibilidad de recursos y los patrones biogeográficos.

Según Grimes *et al.* (1982), *R. aurorubens* es uno de los miembros de la familia Lutjanidae que presenta menor talla y la profundidad de captura promueve una notable diferenciación en la misma, por ejemplo: en aguas someras (25-55 m) se encuentran los individuos de menor talla, mientras que los peces de mayor talla se capturan con más frecuencia en aguas más profundas (55-128 m). Esta segregación de tallas, también puede estar relacionada con la selectividad de las artes de pesca, las zonas de pesca visitadas, régimen de explotación, estabilidad poblacional,

entre otras. En este sentido, Giménez *et al.* (2010) reportan en un trabajo realizado en el oriente venezolano, que a profundidades entre 20 y 40 m se presentan tallas de mayor rango (24 – 48 cm LT) para los ejemplares capturados con redes agalleras en comparación a los peces capturados con las nasas (19 – 40 cm LT).

Relación talla-peso

El análisis de la relación talla / peso (Cuadro 2 y Figura 3) muestra que el crecimiento del Cunaro es alométrico minorante, este resultado revela que la especie tiene un crecimiento volumétrico no proporcional, donde crece más rápido en longitud y profundidad que en peso, esto se infiere del valor del parámetro (*b*) de la ecuación (1) que fue menor a 3, sin mostrar diferencias significativas entre las ecuaciones para machos y hembras ($T= 0,2187$; $P > 0,05$).

La relación talla / peso de los peces también conocida como índice de crecimiento, es una herramienta importante de gestión pesquera, útil para en la estimación del peso promedio en un grupo de individuos a una longitud dada (Abowei

Cuadro 1 Estructura de tallas del Cunaro reportadas en el oriente de Venezuela y Golfo de México

Especie	Talla mínima (cm)	Talla máxima (cm)	Referencia
<i>R. aurorubens</i>	20	40	Este estudio
<i>R. aurorubens</i>	14	51,6	Tagliafico <i>et al.</i> (2012)
<i>R. aurorubens</i>	19	40	Giménez <i>et al.</i> (2010)
<i>R. aurorubens</i>	19,2	58,5	Hood y Johnson (1999)

Cuadro 2. Regresión longitud-peso del Cunaro en el Golfo de Venezuela entre febrero de 2010 y marzo de 2011.

Sexos combinados	PT= 0,066*LT ^{2,524}	n=3,388	r=0,78
Machos	PT= 0,063*LT ^{2,537}	n=1,885	r=0,70
Hembras	PT= 0,065*LT ^{2,526}	n=1,553	r=0,79

y Davies 2009). Para Sparre y Venema (1997), los parámetros de crecimiento difieren, por supuesto, de una especie a otra, pero también pueden variar de una población a otra dentro de una misma especie, es decir, los parámetros de crecimiento de una especie en particular pueden tener valores diferentes en distintas partes de su recorrido. Por otra parte, Le Creen (1951), señala que la relación longitud / peso difiere según el hábitat y época del año.

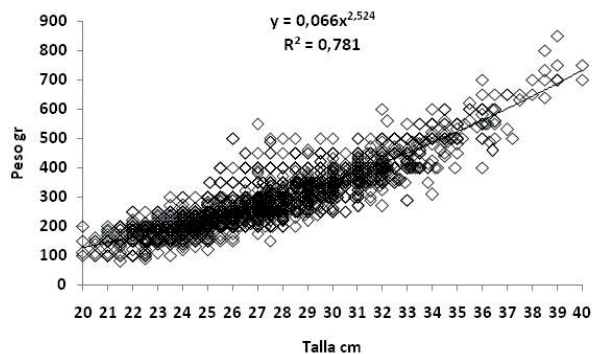


Figura 3. Regresión longitud / peso del Cunaro en el Golfo de Venezuela entre febrero de 2010 y marzo de 2011.

Proporción de sexos

Del total de individuos analizados, el 55% fueron machos y 45% hembras (Cuadro 3), siendo la proporción de sexos (hembras:machos) 1,2:1 a favor de los machos, lo cual difiere significativamente de la relación teórica 1:1 esperada ($X^2 = 30,60$; $P > 0,05$). En el Cuadro 3 se puede apreciar que a nivel mensual los machos fueron más abundantes. Diferencias que quizás, puedan equilibrarse durante la época de desove. Según los datos recopilados por Grimes (1987),

la predominancia de los machos sobre las hembras es un fenómeno frecuentemente observado en Lutjanidae, esto se ha documentado en 27 de 55 especies a nivel mundial.

Talla de madurez sexual

La talla de madurez a la cual el 50% de la población fue capaz de reproducirse por primera vez fue de 30 cm de longitud total, sin diferencias significativas entre machos y hembras ($T = 0,62$; $P > 0,05$) (Figura 4).

Según Grimes (1987), la madurez sexual en la familia Lutjanidae se alcanza a un 40-50% de la longitud máxima y la relación entre el tamaño de madurez y la talla máxima es lineal. Este autor igualmente argumenta que las diferencias observadas en el tamaño de madurez están relacionadas con la profundidad y el tipo de hábitat, que a su vez están asociadas a la riqueza y disponibilidad de alimento y al balance energético entre el crecimiento y la reproducción.

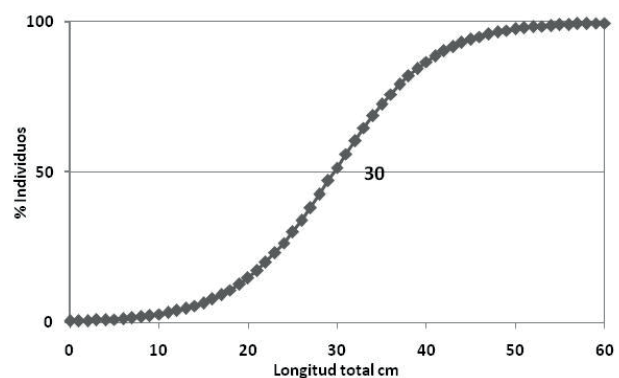


Figura 4. Talla de madurez sexual poblacional del Cunaro en el Golfo de Venezuela entre febrero de 2010 y marzo de 2011.

Cuadro 3. Proporción de sexo en ejemplares de Cunaro capturados en el Golfo de Venezuela entre febrero de 2010 y marzo de 2011

Mes	Total	Hembras	Machos	Proporción	χ^2
Feb-10	312	149	163	1:1,1	0,63 ns
Mar-10	500	216	284	1:1,3	9,25 *
Abr-10	500	229	271	1:1,2	3,53 ns
May-10	500	217	283	1:1,3	8,71 *
Jun-10	398	184	214	1:1,2	2,26 ns
Jul-10	307	132	175	1:1,3	6,02 *
Ago-10	206	107	99	1,1:1	0,31 ns
Sep-10	169	82	87	1:1,1	0,15 ns
Oct-10	250	111	139	1:1,3	3,14 ns
Nov-10	63	20	43	1:2,2	8,40 *
Ene-11	53	23	30	1:1,3	0,92 ns
Feb-11	65	27	38	1:1,4	1,86 ns
Mar-11	65	36	29	1,2:1	0,75 ns
Total	3388	1533	1855	1:1,21	30,60 *

Los hallazgos de este estudio evidencian individuos maduros a LT de 20 cm, lo cual concuerda con lo reportado por Manooch et al. (1998), quienes mantienen que la madurez sexual de *R. aurorubens* puede ocurrir en el segundo año de vida (o antes), con individuos hembras de tan sólo 20,3 cm de longitud total.

Los resultados revelan que existieron ejemplares maduros durante todo el año (Figura 5), siendo los meses de marzo a junio, los de mayor presencia de individuos maduros (IV y V), mientras que el mes de octubre fue el segundo periodo de mayor presencia de especímenes maduros.

La Figura 6 muestra que los individuos ubicados en los estadios de madurez sexual IV (36,65%) y V (12,33%), alcanzaron un 49% del total evaluado. Sin embargo, al contrastar la estructura de tallas del total de individuos analizados (3.388), con el L_{50} , resultante en este estudio, se encontró, que el 81% del total de ejemplares no alcanzó los 30 cm de la talla de madurez a la cual el 50% de la población es capaz de reproducirse por primera vez, hallazgo que permite inferir que la especie quizás está mostrando signos de

sobreexplotación al reducir su talla reproductiva para contrarrestar posibles cambios en la densidad poblacional.

Saborido (2008), afirma que las variaciones en el momento de la puesta, debido al truncamiento de la estructura de edades del stock, puede ser una importante fuente potencial de variabilidad en los reclutamientos, dado que afecta la sincronía

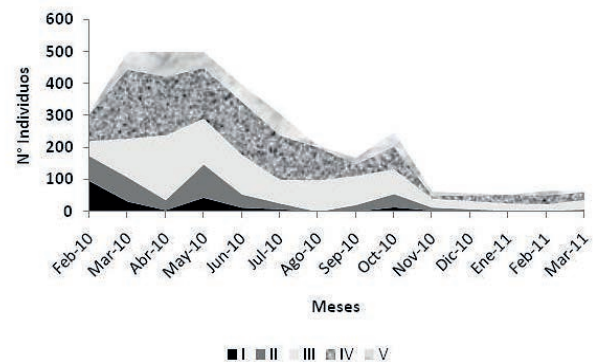
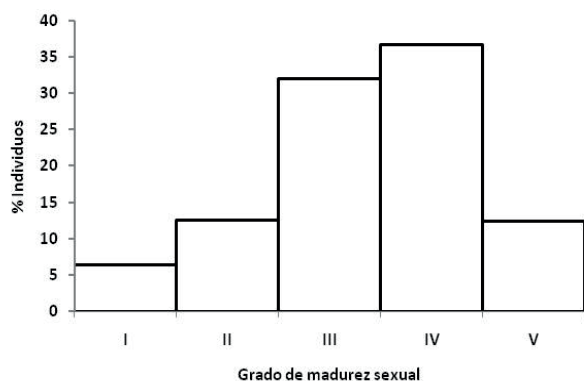


Figura 5. Estadios de madurez sexual observados en el Cunaro, en el Golfo de Venezuela entre febrero de 2010 y marzo de 2011.

Figura 6. Grado de madurez sexual del Cunaro en el Golfo de Venezuela entre febrero de 2010 y marzo de 2011.



inicial entre el nacimiento de las generaciones y las condiciones ambientales favorables.

En la mayoría de especies estudiadas, las hembras mayores inician la puesta antes que las más jóvenes, y la prolongan durante más tiempo. En estos casos, la desaparición de los miembros más longevos producirá como consecuencia el acortamiento del periodo reproductivo. Es sabido que existen considerables ventajas adaptativas en la expansión máxima del periodo reproductivo de una especie (Mertz y Myers 1994). Además la reducción del periodo reproductivo puede tener implicaciones a corto plazo como episodios de mortalidad por pesca (sobre explotación pesquera), efectos sobre la abundancia de las clases anuales y la época de crecimiento disponible para las larvas.

Aunque la renovación de la población será más lenta (debido a la sobre pesca) y las clases anuales serán más pobres (disminución del número de individuos por clase anual o desaparición de algunas clases), dentro de unos años la población será lo suficientemente abundante y con una composición de clase más variada.

Esto ha sido observado por Blaber *et al.* (2000), quienes han reportado que la captura de juveniles debilita el reclutamiento de las especies, al disminuir la población, con consecuencias en las posteriores clases anuales de las especies explotadas; en el caso de extracción de hembras maduras, se ha observado que promueve

la disminución del stock reproductivo (Amezcuca y Muro-Torres 2012).

En el caso de los individuos jóvenes maduros, los números altos podrían considerarse normales (Grimes 1976, Grimes y Huntsman 1980, Collins y Pinckney 1988, Cuellar *et al.* 1996); la posibilidad de que la presencia de individuos jóvenes maduros represente signos de sobre explotación de este recurso, debe verificarse con otros estudios.

Es recomendable que las medidas de ordenación sean aplicadas en las primeras fases de desarrollo de una pesquería, con la finalidad de evitar situaciones críticas para los recursos pesqueros. Sin embargo, la ausencia completa de información no justifica el no abordaje del problema, ya que orientaciones aproximadas pero oportunas, son más valiosas que aquellas orientaciones exactas y precisas pero tardías (Willmann y García 1986).

Por ser este trabajo una primera contribución al conocimiento de la especie, aún quedan muchas variables por evaluar en la zona de estudio, por lo que es necesario establecer a la brevedad posible, programas de monitoreo a largo plazo de aspectos biológicos pesqueros, dinámica poblacional y variables ambientales como factores claves que modelan la distribución y abundancia de los recursos en esta zona y lograr establecer pautas de manejo que eviten sobreexplotación con el consecuente colapso de las pesquerías.

CONCLUSIONES

En el presente estudio, la estructura de tallas observada osciló entre 20 y 40 cm de LT; así mismo, se confirmó que esta especie presenta un crecimiento acelerado en longitud y profundidad, comparado con el peso. En cuanto a la proporción de sexo, se observó predominancia de los machos.

El 81% del total de ejemplares analizados no alcanzó la L_{50} , el mismo quedó determinado para machos y hembras en 30 cm; así mismo, se observó la presencia de ejemplares maduros durante todo el periodo de estudio.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, la especie Cunaro está presentando signos de agotamiento como lo demuestra

el valor L_{50} , y la captura de individuos en las últimas fases de reproducción; esto indica que el recurso se encuentra en fase de sobre explotación. Lo anterior debe ser considerado en virtud de que este recurso es explotado por dos flotas pesqueras.

LITERATURA CITADA

- Abowei, J; Davies, A. 2009. Some Population Parameters of *Clarotes laticeps* (Rupell, 1829) from the freshwater reaches of the Lower Nun River, Niger Delta, Nigeria. *American Journal of Scientific Research* 2:10–19.
- Amezcuca, F; Muro-Torres, V. 2012. Biología reproductiva del bagre cominate *Occidentarius platypogon* (Pisces: Ariidae) en el sureste del golfo de California. *Latin American Journal of Aquatic Research* 40(2):428-434
- Blaber, SJM; Cyrus, DP; Albaret, JJ; Chong, VC; Day, J.W; Elliott, M; Fonseca, MS; Hoss, DE; Orensanz, J; Potter, IC; Silvert, W. 2000. Effects of fishing on the structure and functioning of estuarine and near shore ecosystems. *ICES Journal of Marine Science* 57(3):590–602.
- Bohlike, J. and C. Chaplin. 1968. *Fishes of the Bahamas and adjacent tropical waters*. Wynnewood, USA, Livingston. 771 p.
- Cervigón, F. 1966. *Los peces marinos de Venezuela*. Caracas, Venezuela, Fundación La Salle de Ciencias Naturales. v. 2, 994 pp.
- Cervigón, F; Cipriani, R; Fischer, W; Garibaldi, L; Hendrickx, M; Lemus, A; Márquez, R; Poutiers, J; Robaina, G; Rodríguez, B. 1992. *Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América*. Roma, Italia, FAO. 513 p. Fichas de identificación de especies para los fines de la pesca.
- Collins, M; Pinckney, J. 1988. Size and age at maturity for vermilion snapper (*Rhomboplites aurorubens*) (Lutjanidae) in the south Atlantic Bight. *Northeast Gulf Science* 10(1):51-53.
- Cuellar, N; Sedberry, G; Wyanski, D. 1996. Reproductive seasonality, maturation, fecundity, and spawning frequency of the vermilion snapper, *Rhomboplites aurorubens*, off the southeastern United States. *Fishery Bulletin* 94(4):635-653.
- Cuvier, P. 1829. *Le règne animal distribute d'après son organisation, pour servir de base à l'histoire naturelle des animaux et d'introduction à l'anatomie comparée* é. 9 ed. Paris, Francia, Chez Déterville. v. 2, 406 p.
- Ferrer, O. 2008. *Libro de Ciencias Pesqueras*. Maracaibo, Venezuela, LUZ. p. 147-184.
- Gaertner, D; Laloe, F. 1986. Étude biométrique de la taille à première maturité sexuelle de *Geryon maritae*, Maning et Holthuis, 1981 du Sénégal. *Oceanologica Acta* 9(4):479-487.
- Giménez, E; Narciso, S; Alfonso, F; Del Mónaco; Bustillos, F. 2010. Situación actual de la pesca artesanal en las Dependencias Federales: Isla La Tortuga, Las Tortuguillas, Cayo Herradura y Los Palanquines, Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 44(4):441-460.
- Ginés, H. 1982. *Carta Pesquera de Venezuela (2): Áreas Central y Occidental*. Monografía N° 27. Caracas, Venezuela, Fundación La Salle de Ciencias Naturales. 227 p.
- Gorman, OT; Karr, JR. 1978. Habitat structure and stream fish communities. *Ecology* 59(3):507-515.
- Grimes, C. 1976. Certain aspects of the life history of the vermilion snapper, *Rhomboplites aurorubens* (Cuvier, 1829) from North and South Carolina waters. Tesis Ph.D. Chapel Hill, USA, University of North Carolina. 240 p.
- Grimes, C; Manooch, CS; Huntsman, G. 1982. Reef and rock outcropping fishes of the outer continental shelf of North Carolina and South Carolina, and ecological notes on the red porgy and vermilion snapper. *Bulletin of Marine Science* 32(1):277-289.
- Grimes, C. 1979. Diet and feeding ecology of the vermilion snapper, *Rhomboplites aurorubens* (Cuvier 1829) from North Carolina and

- South Carolina waters. *Bulletin of Marine Science* 29(1):53-61.
- Grimes, C; Huntsman, G. 1980. Reproductive biology of vermilion snapper, *Rhomboplites aurorubens* from North Carolina and South Carolina. *Fishery Bulletin* 78(1):137-146.
- Grimes, C. 1987. Reproductive biology of the Lutjanidae: a review. In Polovina, JJ; Ralston, S (eds.). *Tropical snappers and grupers: biology and fisheries management*. Boulder, USA, Westview Press. p. 239-294.
- Holden, M; Raitt, D. 1975. *Manual de ciencias pesqueras Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación*. Roma, Italia, FAO. 577 p. (Documento Técnico).
- Hood, P; Johnson, A. 1999. Age, growth, mortality, and reproduction of vermilion snapper, *Rhomboplites aurorubens*, from the eastern Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin* 97(4): 828-841.
- INSOPESCA (Instituto Socialista de la Pesca y Acuicultura). 2011. *Estudio Técnico: La flota pesquera del estado Falcón por comunidad*. Falcón, Venezuela, MPPAT. 15 p.
- INSOPESCA (Instituto Socialista de la Pesca y Acuicultura). 2013. *Estudio Técnico: Estadísticas de producción pesquera del estado Falcón*. Falcón, Venezuela, MPPAT. 15 p.
- Le Creen, E. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch, (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology* 20(2):201-219.
- Manickchand-Heileman, S; Phillip, D. 1999. Description and status of the Snapper-Grouper Fishery of Trinidad and Tobago. *Proceedings. Annual Meeting of the Gulf Caribbean Fisheries Institute* (45, 1999, Charleston, USA). Charleston, USA. 204 p.
- Manooch, S; Potts, J; Burton, M; Vaughan, D. 1998. Population assessment of the vermilion snapper, *Rhomboplites aurorubens*, from the southeastern United States (en línea). Beaufort, USA, NOAA/National Marine Fisheries Service/Southeast Fisheries Science Center. 59 p. Technical Memorandum NMFS-SEFSC-411.
- Mertz, G; Myers, RA. 1994. Match/mismatch predictions of spawning duration versus recruitment variability. *Fisheries Oceanography* 3(4):236 – 245.
- Molina, R. 2011. *Biología, dinámica poblacional y evaluación del estado de explotación del recurso Cunaro (Rhomboplites aurorubens) explotado por la pesquería Pargo-Mero del estado Falcón*. Tesis de Grado, Falcón, Venezuela, Universidad Experimental Francisco de Miranda. 85 p.
- Potts, J; Manooch, C; Vaughan, D. 1998. Age and growth of vermilion snapper from the Southeastern United States. *Transactions of the American Fisheries Society* 127(5):787-795.
- Resolución N° 0083. 2009. Dictado de normas técnicas de ordenamiento para la regulación de la pesquería industrial polivalente de costa afuera. *Gaceta Oficial* 372.619, Venezuela. 29 oct.
- Ricker, W. 1979. Growth rates and models. In Hoar, WS; Randall, DJ; Brett, JR (eds.). *Fish physiology. Bioenergetics and growth*. Londres, UK, Academic Press. p. 677-744.
- Saborido-Rey, F. 2008. *Ecología de la reproducción y potencial reproductivo en las poblaciones de peces marinos (en línea)*. Instituto de Investigaciones Marinas (CSIC), Universidad de Vigo. Curso de Doctorado. Vigo, España. Consultado 10 ene. 2015. Disponible en <http://digital.csic.es/handle/10261/7260>
- Schirripa, M. 1992. Analysis of the age and growth of vermilion snapper with an assessment of the fishery in the Gulf of Mexico (en línea). Miami, USA, Southeast Fisheries Service. 47 p. Miami Laboratory Contribution N° MIA 91/92 74. Consultado 10 ene. 2015. Disponible en https://grunt.sefsc.noaa.gov/P_QryLDS/download/MIA85_MIA-91_92-74.pdf?id=LDS
- Sokal, RR; Rohlf, FJ. 1969. *Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological*

- Research. San Francisco, Estados Unidos, WH. Freeman, 776 p.
- Sokal, RR; Rohlf, FJ. 1981. *Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research*. 2 ed. San Francisco, Estados Unidos, WH. Freeman. 859 p.
- Somerton, D. 1980. A computer technique for estimating the size of sexual maturity in crabs. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37(10):1488-1494.
- Sparre, P; Venema, S. 1997. *Introducción a la Evaluación de los Recursos Pesqueros Tropicales. Parte I: Manual*. Roma, Italia, FAO. 420 p. (Documento Técnico de Pesca, n. 306/1).
- Tagliafico, A; Rago, N; Lárez, A; Rangel, S. 2012. Estructura de talla de 20 especies de peces capturados por la flota artesanal de la isla de Margarita, Venezuela. *Ciencia* 20(4):213 – 228.
- Teisser, G. 1948. La relation d'allometrie: Sa signification statistique et biologique. *Biometrics* 4:14-48.
- Willmann, R; García, S. (1986). *Modelo bio-económico para el análisis de pesquerías secuenciales artesanales e industrial de camarón tropical (con un estudio de la pesquería de camarón de Suriname)*. Roma, Italia, FAO. 47 p. (Documento Técnico de Pesca, n. 270).
- Zeigler, J. 1964. The hidrography and sediments of the Gulf of Venezuela. *Limnology and Oceanography* 9(3):397-411.
- Zhao, B; McGovern, C; Harris, P. 1997. Age, growth, and temporal change in size at age of the vermilion snapper from the South Atlantic Bight. *Transactions of the American Fisheries Society* 126(2):181-193.

Honey production in rural settlements in central Brazil

Anna Clara Chaves Ribeiro¹, Francine Neves Calil¹, Bruno Bastos Gonçalves², Aniela Pilar Campos de Melo³, Carla Afonso da Silva Bitencourt Braga¹, Murilo Mendonça Oliveira de Souza⁴; Carlos de Melo e Silva-Neto^{5*}

¹Universidade Federal de Goiás, Goiás, Brazil. ²Universidade Estadual de São Paulo, UNESP, São Paulo, Brazil. ³Instituto Federal Goiano, Goiás, Brazil. ⁴Universidade Estadual de Goiás, Goiás, Brazil. ⁵Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Goiás, Brazil. *E-mail: carloskoa@gmail.com

ABSTRACT

The land distribution in rural settlements has been providing opportunities for rural activities in the field and promoting productive diversification. Beekeeping is a key activity in generating income for the rural population. Brazil has a great potential in producing honey due to climate characteristics, and natural and social resources. The objective of this study was to describe the honey production in municipalities with and without rural settlements, in Central Brazil (Goiás state). A t test for independent samples with significance level of 95% was carried out to evaluate the average amount of honey produced per year and the total production in municipalities with and without settlements. In addition, a polynomial regression test was carried out between the average yield and total production of honey of municipalities with and without settlements over the 17 years (1998 to 2014). The production from municipalities with rural settlements corresponds to 63% of the total, while only 37% comes from municipalities without rural settlements.

Keywords: Beekeeping, settlement, Brazilian savannah, Cerrado biome.

Producción de miel en asentamientos rurales en el centro de Brasil

RESUMEN

La distribución de la tierra en los asentamientos rurales ha estado proporcionando oportunidades para las actividades rurales en el campo y promoviendo la diversificación productiva. La apicultura es una actividad clave para generar ingresos para la población rural. Brasil tiene un gran potencial en la producción de miel debido a características climáticas y recursos naturales y sociales. El objetivo de este estudio fue describir la producción de miel en municipios con y sin asentamientos rurales, ubicados en el centro de Brasil (Estado de Goiás). Se realizó una prueba t para muestras independientes con un nivel de significancia del 95% para evaluar la cantidad promedio de miel producida por año y la producción total en municipios con y sin asentamientos. Además, se realizó una prueba de regresión polinómica entre el rendimiento promedio y la producción total de miel de municipios con y sin asentamientos durante los 17 años (1998 a 2014). La producción de los municipios con asentamientos rurales corresponde al 63% del total, mientras que sólo el 37% proviene de los municipios sin asentamientos rurales.

Palabras clave: Apicultura, asentamiento, sabana brasileña, bioma Cerrado

INTRODUCTION

The land distribution in rural settlements provides opportunities for rural activities in the countryside and promotes productive diversification (Carvalho *et al.* 2009). Over 550,000 families benefit from the settlements, and are able to convert land with low productivity into highly productive areas. In addition to this motivation, there is also a social transformation, a struggle for the land, and a will to conquer certain socio-political positions (Sparovek *et al.* 2005).

The National Institute of Colonization and Agrarian Reform (INCRA) defines the settlements as groups of independent agricultural units, originating from a rural property owned by a single owner; the area is then divided into plots, which are distributed among families that do not have the economic conditions to buy a rural property, intended to family farming (INCRA 2016).

The types of crops managed in the settlements range from subsistence production to commercial agricultural production, such as dairy farming, poultry farming, swine farming, fish farming, beekeeping, grain farming, agricultural extractivism, stimulating the cultivation of plants, fruit growing, horticulture and others (Sparovek *et al.* 2005). The main uses are dairy farming, fruit growing, fish farming and apiculture, since they are exclusively related to the promotive and technical assistance activities of trade unions, associations and land pastoral.

Beekeeping is key in contributing to the income generation of men from the field in various regions of the country. In general, Brazil presents great potential for honey production due to climatic conditions and natural and social resources. In Bahia, northeastern Brazil, about 2.3% of the agricultural establishments are rural settlements, which comprise near 50% of the economic activities in the region, and up to 75% to produce honey and eggs (Leite *et al.* 2004).

In 2013, the country produced about 35,364 tons of honey, being one of the 15 largest producers in the world. Internally, the southern region is the largest producer, with 49% of the total, followed by the northeastern and southeastern regions,

with respectively 18% and 17%. However, the Goiás state, in the midwestern region, still does not stand out in the national production, despite the beekeeping is one of the most promising economic activities in the midwest of Brazil, due to favorable environmental and climatic conditions, high climate diversity, forest ecosystems, topography and vegetation (Almeida and Carvalho 2009, Araújo *et al.* 2015), in addition to a variety of fruit trees (Itagiba 1997), which results in honey of excellent quality, suitable for economic exploitation and commercialization (Furtado 2007).

Beekeeping has many benefits, such as low implementation cost and high profitability, also it is a real business and social integration possibility. The reason is that beekeeping does not require exclusive dedication, enabling producers to develop other activities. The installation of apiaries does not require extensive land areas, and most importantly, it does not destroy, deforest or pollute, but contributes to the preservation and maintenance of the ecological balance (Souza 2004).

In view of the importance of beekeeping in the generation and diversification of income for family farmers, as well as the possibility of sustainable production and the preservation of the environment, it is necessary to promote financing and educational policies that allow the increase of beekeeping activity in the region. For this, it is required to know the characteristics of beekeeping production in this area, so the objective of this study was to describe the honey production in municipalities with and without rural settlements of Goiás state.

MATERIAL AND METHODS

The Goiás state of is located in the central region of Brazil, and holds the Cerrado biome (Walter *et al.* 2008). The climate is classified as Aw, according to Köppen, and has average rainfall of 1,500 mm, with rainy summers and dry winters. The mean temperature is $23.4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Cardoso *et al.* 2014).

From a date of 246 municipalities in the Goiás state, information on honey production was

collected from 1998 to 2014 (IBM 2016), like so by the number of settlements and rural families (INCRA 2016). The amount of honey produced per year was assessed comparing the average and total production, over the 17 years, of municipalities with and without settlements. The results were evaluated using covariance analysis (ANCOVA), with the year of production as co-variable, with a significance level of 95%.

A polynomial regression was also carried out. The regressions were performed with a regression coefficient for a better fit, using the Akaike criterion (AIC) to choose the best model and the statistical significance of the relation (p). The polynomial regression was used, to calculate the relation between the number of families settled in the municipalities and the honey production. To perform the statistical analysis we used the PAST 2.17C software (Hammer *et al.* 2001).

Honey production in municipalities with and without rural settlements in 2014 was marked on the map, and the municipality marker shows the amount produced (kilograms, kg). The software ArcMap and the shapefile of the municipal boundaries for the State of Goiás were used to draw the map (SIEG 2016).

RESULTS AND DISCUSSION

Honey production in the municipalities

One hundred and twenty municipalities in Goiás produce honey, 42 with rural settlements and 78 with no settlements (Figure 1). Honey production throughout the Goiás state from 1998 and 2014 increased threefold, especially in 2007, 2013 and 2014. The average production of honey in the state is 122,800 kg/year.

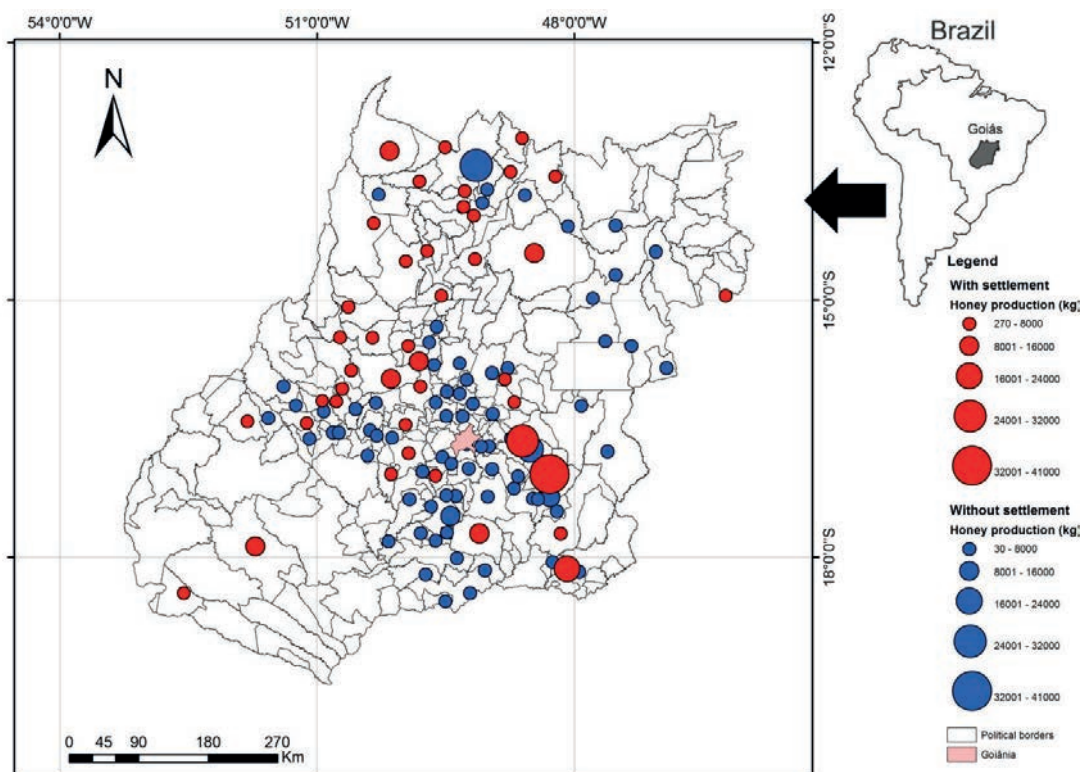


Figure 1. Distribution of honey-producing municipalities with and without rural settlements in the State of Goiás. The size of markers shows the amount of honey produced in 2014.

The largest production yet was recorded in 2014 (353,000 kg; Figure 2). Production in municipalities with rural settlements increased four-fold (388%) in the period evaluated, there was also a significant increase even in areas without settlement, but in two and a half times (250%). The average production in areas with settlements was higher than in areas without settlements due to the exclusive dedication of the families to family agriculture. The settlers depend exclusively on this type of production, since they are families that depend on subsistence agriculture to live and they provide the labor necessary for each type of work (Le Tourneau and Bursztyn 2010).

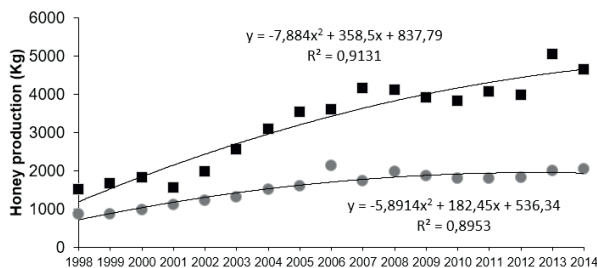


Figure 2. Average amount of honey produced in kilograms/year in municipalities with and without rural settlements between 1998 and 2014 (ANCOVA, $F_{1,32}=106.8$, $P=0.000$) (black square: mean municipality with settlement; gray ball: Mean municipality without settlement).

Beekeeping activities in settlements in the central region of Brazil are not yet widely explored. This may be due to the absence of technical excellence in bee management and in the absence of technical and educational assistance (Reis *et al.* 2004). This study verified that, even with more municipalities producing honey without rural settlements, total production was higher in the municipalities with settlements. The municipalities without settlement that produce honey occur around the metropolitan region of Goiânia, and may show a logistic advantage in producing and selling bee products.

The average annual honey production of municipalities with rural settlements since 1998 was

higher than in municipalities without settlement (Figure 2). However, the total annual production of municipalities with settlements was lower until 2006. Production increased from 2007, reaching values higher than the recorded for municipalities without settlements (Figure 3).

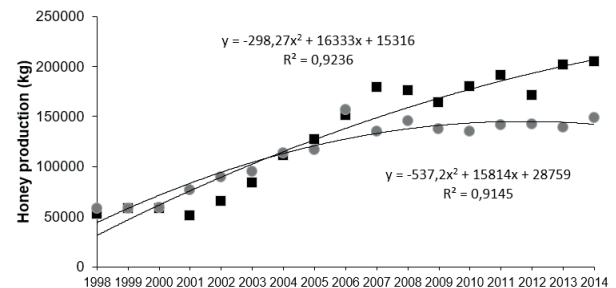


Figure 3. Total honey production, in kilograms per year, in municipalities with and without rural settlements between 1998 and 2014 (ANCOVA, $F_{1,32} = 5.22$, $P=0.02$) (black square: mean municipality with settlement; gray ball: mean municipality without settlement).

The production coming from municipalities with rural settlements corresponds to 63% of the total honey produced in the state during 2014, while only 37% are from municipalities without settlements. Municipalities with rural settlements produced on average 3,236.45 kg of honey per year, while municipalities without settlements produced less than half of this value (1,559.76 kg of honey per year; ANCOVA, $F_{1,32} = 106.8$, $P=0.000$) (Figure 4).

The municipalities with rural settlements had a total honey production approximately 130,992 kg/year, and municipalities without settlement the total honey production was 114,677 kg/year (ANCOVA, $F_{1,32} = 5.22$, $P=0.02$). A production 13.5% higher in municipalities with rural settlement (Figure 5).

Goiás, Montividiu do Norte, Mundo Novo and Minaçu are among the municipalities with the highest number of families settled. However, the number of families was not directly related with the total and average honey production per

year of each municipality with rural settlement ($P>0.001$), which shows that not all the families work with beekeeping.

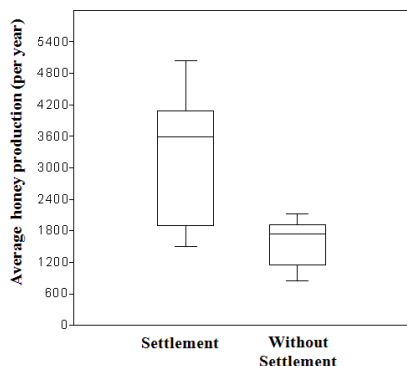


Figure 4. Average honey production/year in municipalities with (3,236,45 kg) and without settlement (1,559,76 kg) ($F_{1,32} = 106.8$; $P=0.000$).

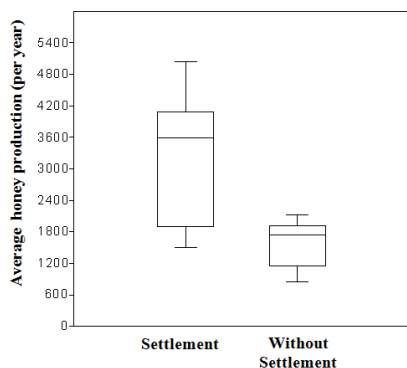


Figure 5. Total honey production/year in municipalities with (130.992 kg) and without rural settlement (114.677 kg) ($F_{1,32} = 5.22$; $P=0.02$).

The municipalities that produced the most honey were Goiandira (20,000 kg), Jataí (13,100 kg) and São Miguel do Araguaia (11,130 kg), the first four in the southern region, and the other in the northwestern region. The municipalities with no settlement were Porangatu (24,990 kg), Vianópolis (23,500 kg), Pires do Rio (15,000 kg), Pontalina (8,400 kg) and Uruana (7,200 kg). Porangatu is found in the northern region of the state, Vianópolis, Pires do Rio and Pontalina in the south, and Uruana in the midwestern region.

The municipalities of Uruana, São João da Paraúna, Anápolis and Porteirão did not present rural settlements and had low honey production (7,200 kg, 120 kg, 1.300 kg, 80 kg respectively). Over than 70% of these municipalities are occupied by crops such as soybean and pasture (Sano *et al.* 2008). This low honey production may be consequence of the type of agricultural production that does not contribute to beekeeping, as well as of the exaggerated use of agrochemicals that can negatively affect bee populations, which are essential for ecosystem functioning, stability, and agricultural production (Malaspina *et al.* 2008).

Over 70% of Chapadão do Céu (production of 2,450 kg) is also occupied by agriculture, but besides having settlements, it houses a part of the Emas National Park, a conservation unit that consequently contributes to honey production. The municipalities of Bonópolis, Crixas, Novo Planalto and Araguapaz have their areas occupied by less than 1% of agricultural crops (Sano *et al.* 2008) and the rest by small areas occupied by family farmers, present or not in rural settlements. Santa Tereza de Goiás and Campinaçu have less than 1% of the area occupied by agriculture and have no settlement. These municipalities showed a low production of honey in 2014 (1,260 kg and 200 kg respectively).

Honey production and its relation to the number of families

In this study, the number of families settled was not related with the production of the honey, which probably occurs because not all the families of settlers exhibit bee breeding and apicultural productions. The municipalities of Orizona (16 families), Silvania (64 families), Goiandira (18 families) and Jataí (436 families) encompassed the largest honey productions and had rural settlements. Both and Both (2009) verified that honey complements income in between 10 and 30% of 59 families of family farmers in Capitão do Poço, Pará. This increase in income became so relevant that it encouraged the increase in the number of beekeepers from 2004 (65 beekeepers) to 2007 (105 beekeepers).

The production of Capitão do Poço (state of Pará), amounted to 48 tons of honey in 2004, in 1,961 hives, in 2007 jumped to 94 tons, in 3,670 hives, increasing the total honey production in 92.55% (Both and Both 2009). The increase in production is more related to the increase in the number of beekeepers and hives than to the increase in productivity related to the improvement of beekeeping techniques and practices. This increase in the number of beekeepers related to the family production system is also observed in northern Goiás. A similar beekeeping production situation occurs in Moreilândia, Pernambuco, where most beekeepers preferably use family or cooperative labor, and the main reason for starting the activity is to increase family income. Most beekeepers are small family farmers, small landowners and have low level of accumulated capital, but see beekeeping as an activity that can be adapted to their characteristics, leading to diversification in rural areas, to the increase in income level and consequently to the improvement of their quality of life, in addition to not endangering the environment (Barbosa *et al.* 2013).

In recent years, the value of honey marketed in the Goiás state increased by about 207% from 1998 to 2013, even with state production increasing by more than 300%. These values of honey in recent years have also encouraged beekeepers, since the increase in prices makes the activity more profitable and small production viable (Araújo *et al.* 2015). The largest honey producers in the State of Goiás are the municipalities of Orizona, Silvânia, Goiandira, Porangatu, Vianópolis, Jataí, São Miguel do Araguaia, Goiás and Niquelândia, in descending order of production. Except for Vianópolis and Goiandira, all other municipalities present rural settlements.

Within each rural settlement, even with several families and settlements, only few families raise bees. The activity, although considered easy to manage, requires an initial investment in hives and equipment, in addition to training and capacity building, so only a few families remain in the beekeeping activity.

Traditionally, the beekeeping activity in the rural settlements begins with investments from rural

extension agencies of the State or the pastoral of the land reducing the investment of the rural producer, encouraging them to enter a this new activity.

Considerations in the preservation of the environment

The link between the academic community and honey producers it is very important because access to knowledge on the benefits of pollination becomes more accessible and it is possible to apply studies and research alongside. It is noteworthy that most plant species depend directly on pollinators (Winfrey *et al.* 2009) and that the biodiversity as well as the populations of pollinators are reducing (Decourtye *et al.* 2010). Therefore, the reduced natural population of plants and bees threatens the stability in food crop production, so it is relevant for the producers to know the scientific research on the reduction of pollinators to avoid greater environmental.

Beekeeping operates in a way that it does not interfere with crops such as soybeans, corn, beans and sugarcane, since native vegetation areas are the most appropriate for beekeeping for having high levels of food resources, constituting an ideal site to install colonies insight each place (legal reserves, permanent preservation areas and environmental protection areas; Almeida and Carvalho 2009). Based on the Forest Code, the permanent protection areas (PPAs or APPs in portuguese) focus on preservation as a whole (e.g., water resources, geological balance, biodiversity), while ensuring the wellbeing of society.

The area of native vegetation, Legal Reserve, also fits these preservation and conservation goals, being mandatory to allocate 20% of the area in each rural property; this area can be used for beekeeping activities since this is an allowed activity within this protection area. Environmental Protection areas also focuses on protective actions and can serve as areas for research and implementation of environmental education programs (Código Florestal Brasileiro 2012). These three areas are considered unconventional alternatives and can be managed between production spaces bringing the possibility of a better

result for conservation of vegetation fragments near these monocultures.

The conservation of these nearby areas, and of their ecosystem balance, has been a great point of discussion for agroecologists, since it enables the production of several crops and a cooperation in the use of the area. For farmers, beekeeping is perceived as a secondary activity, but this has changed dramatically in recent years, because with the right investments for technologies, the production and marketing of honey becomes more and more a primary activity (Both and Both 2009, Barbosa and Souza 2013, Oliveira and Sales 2013).

It is traditionally known that the agricultural industry is providing many jobs and income to the country because they have a high economic value for the society (Zimmermann 2009). However, it is known that the agribusiness handles innumerable environmental impacts such as habitat loss, fragmentation, soil and groundwater contamination and impoverishment, river contamination, soil compaction, sedimentation among others (Klink *et al.* 2005).

Rural settlements can also have negative impacts on land use, if without a good technical and educational support. With the proposer support and help of technicians and students (from agroecology or not), the benefits are great in regards to the negative consequences. The development of settlers becomes viable with the correct use of natural resources and the possibility of an optimal and cooperative result.

The mere implementation of apiaries for small producers already comes with an important step for conservation, which is the understanding of the need for conservation actions and its application. The benefits can be perceived in the short or medium term.

Guidelines for public policies

Family farmers do not have the necessary support from the government, and even less from public policies, to improve production nor are they offered technical assistance (Medina 2012). Without this help, small family farmers are unable to grow with their products.

Nevertheless, it is important to know that there is no point in having only technical support in delivering the technology. Technology exists to help family farmers, whether in increasing their production, conserving their products, or in providing sustainable use of resources. However, orientation, dialogue, teaching, transfer of knowledge and ways of dealing with this technology are necessary because without it, this assistance will be pointless (Medina 2012).

In addition to the well-developed orientation, settlements that produce honey because they are located in areas with native vegetation (even if remnants and fragments) can become even more important for regional development with the implementation of public policies that favor family agriculture and academic knowledge with its vast theoretical base and applicability.

CONCLUSIONS

Honey production is higher among municipalities with rural settlements among all municipalities in the Goiás state. On the other hand, the municipalities that do not have rural settlements have the highest honey production in the metropolitan region of Goiânia, associated with practical logistics, being close to the consumer market. The presence of rural settlements may encourage a greater production of honey, since the settlers depend on subsistence and become dedicated exclusively to it.

CITED LITERATURE

- Almeida, MAD; Carvalho, CMS. 2009. Apicultura: uma oportunidade de negócio sustentável. Salvador, Brasil, Sebrae. 52 p.
- Araujo, FD; Melo-Silva, C; Ribeiro, ACC; Oliveira, GM; Nascimento, AR. 2015. Honey economic valuation in the state of Goiás: conservation and income. *Agrarian Academy* 2(4):32-40.
- Barbosa, WDF; de Sousa, EP. 2013. Nível tecnológico e seus determinantes na apicultura cearense. *Revista de Política Agrícola* 22(3):32-47.

- Barbosa, W; de Oliveira, RA; do Nascimento, SM; de Sousa, EP. 2013. Desenvolvimento local sustentável em Moreilândia, Pernambuco: análise dos aspectos econômicos, sociais, ambientais e capital social dos produtores de mel. *GeoNordeste* 24(1):37-62.
- Both, JPCL; Both, ALCM. 2009. Mel na Composição da Renda em Unidades de Produção Familiar no Município de Capitão Poço, Pará, Brasil. *Cadernos de Agroecologia* 4(1):199-213.
- Código Florestal Brasileiro Nº 12.651. Art. 1. Diário Oficial da União. Brasil. 25 maio. 2012.
- Cardoso, MRD; Marcuzzo, FFN; Barros, JR. 2014. Classificação Climática de Köppen-BrasilGeiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. *Acta Geográfica* 8(16): 40-55.
- Carvalho, SP; Ferreira, GA; Marin, JOB; Vargas, F; Belo, AFC; Castro-Mendonça, D. 2009. Reforma Agrária: a realidade de um assentamento rural. *Campo-Território: Revista de Geografia Agrária* 4(8):67-97.
- Decourtye, A; Mader, E; Desneux, N. 2010. Landscape Enhancement of Floral Resources for Honey Bees in Agro-ecosystems. *Apidologie* 41(3):264-277.
- Furtado, EL. 2007. Produção de Mel: Um estudo de caso sobre a análise do custo de produção dos Apicultores Associados à Associação Apícola Caririense. Tesis bacharelado em Administração. Gurupi, Brasil, Universidade de Gurupi. 35 p.
- Hammer, R; Harper, DAT; Ryan, PD. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1):9 p.
- IBM (Instituto Mauro Borges de Estatística e Estudos Socioeconômicos). 2016. Estatísticas Básicas Quadrimestrais, Estado de Goiás. (on line). Goiás, Brasil. Consultado 12 sep. 2016. Available in <http://www.imb.go.gov.br/files/docs/publicacoes/estatisticas-basicas/eb-2quadrimestre2016.pdf>
- INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária). 2016. O que é um assentamento. (on line, web site). Consultado 12 sep. 2016. Available in <http://www.incra.gov.br/assentamentoscaracteristicas>.
- Itagiba, MGR. 1997. Noções básicas sobre criação de abelhas: Instalação de um apiário, Métodos de criação, Colheita extração de mel, Polinização. São Paulo, Brasil, Nobel. 103 p.
- Klink, CA; Machado, RB. 2005. A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade* 1(1):147-155.
- Le Tourneau, FM; Bursztyn, M. 2010. Assentamentos rurais na Amazônia: contradições entre a política agrária e a política ambiental. *Ambiente & Sociedade* 13(1):111-130.
- Leite, S; Heredia, B; Medeiros, L; Palmeira, M; Cintrão, R. 2004. Impactos dos assentamentos: um estudo sobre o meio rural brasileiro. São Paulo, Brasil, Unesp. 391 p.
- Malaspina, O; Souza, TF; Zacarin, ECM; Cruz, AS; Jesus, D. 2008. Efeitos provocados por agrotóxicos em abelhas no Brasil. De Jong, D; Franco, TM; Santana, WC (eds.) Encontro sobre Abelhas: Biodiversidade e Uso Sustentado de Abelhas (8, 2008, Ribeirão Preto, Brasil). Ribeirão Preto, Brasil, FUNPEC. p. 41-48.
- Medina, G. 2012. Agricultura familiar em Goiás: lições para o assessoramento técnico. Goiânia, Brasil, UFG. 140 p.
- Oliveira, J; Sales, M. 2013. A territorialização dos camponeses no projeto de assentamento amigos da terra e a atividade econômica da apicultura: uma alternativa para a conservação do cerrado local. *Revista Tocantinense de Geografia* 2(2):48-59.
- Reis, VDAD. 2004. Mel Orgânico: Oportunidades e Desafios para a Apicultura no Pantanal. Corumbá, Brasil, Embrapa Pantanal. 26 p. (Documentos, 59).
- Sano, EE; Dambrós, LA; de Oliveira, GC; Brites, RS. 2008. Padrões de cobertura de solos do Estado de Goiás. In Ferreira Junior, L (org.). A encruzilhada socioambiental-biodiversidade, economia e sustentabilidade no cerrado. Goiânia, Brasil. UFG. p. 91-106.

- SIEG (Sistema Estadual de Geoinformação). 2016. Mapa dos Limites Municipais do Estado de Goiás (on line). Goiás, Brasil, IBGE. Esc. 1:250.000. Color. Consultado 12 sep. 2016. Available in <http://www.sieg.go.gov.br/siegdloads/>
- Souza, DC. 2004. Apicultura: manual do agente de desenvolvimento rural. Brasília, Brasil. Sebrae. 187 p.
- Sparovek, G; Barretto, AGOP; Maule, RF; Martins, SP. 2005. Análise territorial da produção nos assentamentos. Brasília, Brasil. Ministério de Desenvolvimento Agrícola (MDA). 75 p.
- Walter, BMT; Carvalho, AM; Ribeiro, JF. 2008. O conceito de savana e de seu componente Cerrado. *In* Sano, SM; Almeida, SP; Ribeiro, JF (eds.). Cerrado: Ecologia e flora. Brasília, Brasil. Embrapa. p. 21-45.
- Winfree, R; Aguilar, R; Vázquez, DP; Lebuhn, G; Aizen, MA. 2009. A meta-analysis of bees' responses to anthropogenic disturbance. *Ecology* 90(8):2068-2076.
- Zimmermann, CL. 2009. Monocultura e transgenia: impactos ambientais e insegurança alimentar. *Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável* 6(12):79-100.

Appendix. Municipalities producing honey with and without rural settlement in the State of Goiás.

Municipalities with rural settlement			Municipalities without rural settlement	
Municipality	Families settled	Honey production (Kg)	Municipality	Honey production (Kg)
Abadiânia	32	690	Água Fria de Goiás	30
Amaralina	427	500	Aloândia	120
Anicuns	41	981	Alto Paraíso de Goiás	220
Araguapaz	306	1,120	Amaralina	500
Bonópolis	176	1,830	Amorinópolis	170
Chapadão do Céu	40	2,450	Anápolis	1,300
Corumbá de Goiás	11	650	Aragoiânia	75
Crixás	407	700	Arenópolis	450
Faina	153	600	Bela Vista de Goiás	2,700
Fazenda Nova	193	1,000	Bom Jesus de Goiás	160
Formoso	25	3,500	Buriti Alegre	220
Goiandira	18	20,000	Cabeceiras	608
Goiás	699	10,000	CachoeiraDourada	140
Heitorai	83	9,360	Caldazinha	1,000
Ipameri	77	1,100	Campinaçu	200
Iporá	32	5,000	Catalão	1,700
Itaberaí	232	2,332	Ceres	2,000
Itapaci	44	1,300	Cezarina	360
Itapirapuã	166	3,000	Cocalzinho de Goiás	2,600
Itapuranga	13	3,800	Colinas do Sul	1,100
Jandaia	34	1,600	Córrego do Ouro	550
Jataí	436	13,100	Cristalina	2,090
Jaupaci	55	750	Cristianópolis	1,100
Mara Rosa	45	1,600	Cromínia	2,500
Matrinchã	52	270	Diorama	150
Minaçu	551	3,450	Edealina	150
Montividiu do Norte	672	1,300	Edéia	280
Morrinhos	120	9,000	Estrela do Norte	1,200
Mundo Novo	558	200	Firminópolis	90
Mutunópolis	122	4,500	Flores de Goiás	2,163
Niquelândia	356	10,000	Formosa	2,832
Nova Crixás	226	500	Gameleira de Goiás	2,300
Novo Brasil	15	59	Goiânia	480
Novo Planalto	228	1,200	Goiatuba	2,290
Orizona	16	1,180	Guapó	480
Palmeiras de Goiás	316	41,000	Hidrolândia	2,100
Paraúna	33	300	Inhumas	1,849
Rialma	66	1,650	Israelândia	250
São Luiz do Norte	66	1,300	Itaguaru	4,800
Silvânia	64	11,130	Itapaci	1,300
Trombas	34	26,500	Itauçu	228
Uruaçu	98	2,320	Itumbiara	650
Varjão	60	1,300	Ivolândia	200
			Jaraguá	800

Joviânia	120
Leopoldo de Bulhões	1,000
Luziânia	1,030
Mairipotaba	500
Moiporá	110
Montes Claros de Goiás	380
Montividiu do Norte	1,300
Mundo Novo	200
Nova Aurora	1,600
Nova Veneza	59
Ouro Verde de Goiás	140
Palmelo	220
Petrolina de Goiás	750
Piracanjuba	3,000
Pirenópolis	4,300
Pires do Rio	15,000
Planaltina	680
Pontalina	8,400
Porangatu	24,990
Porteirão	80
Sanclerlândia	3,500
Santa Cruz de Goiás	550
Santa Rosa de Goiás	2,100
Santa Tereza de Goiás	1,260
São Francisco de Goiás	1,000
São João da Paraúna	130
São João D'Aliança	960
São Luis de Montes Belos	210
São Miguel do Passa Quatro	2,100
Senador Canedo	500
Turvânia	180
Uruana	7,200
Urutaí	300
Vianópolis	23,500
Vicentinópolis	250

Technical Note

Yeasts naturally occurring in sorghum silage

Flávia Oliveira Abrão^{1*}, Adriana Oliveira Medeiros², Carlos Augusto Rosa³, Luciana Castro Geraseev⁴, Norberto Mário Rodriguez⁴, Eduardo Robson Duarte⁴

¹Instituto Federal Goiano, Goiás, Brasil. ²Universidade Federal da Bahia, Campus Universitário de Olinda, Bahia, Brasil. ³Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Minas Gerais, Brasil. ⁴Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias, Minas Gerais, Brasil. *E-mail: flavia.abrao@ifgoiano.edu.br

ABSTRACT

Few studies have evaluated the natural occurrence of yeasts in forage silages. This study characterized the population of yeasts in sorghum silage produced in northern Minas Gerais State, Brazil. *Sorghum* spp. was harvested at 130 days of culture and biomass were ensiled in surface silos. Four silage samples were collected at 60 and at 120 days. Chemical and pH analysis were conducted, and yeast quantification was obtained using the pour plate technique on Sabouraud agar with chloramphenicol. After incubation for seven days, mean values of 4.7×10^5 and 4.3×10^6 colony forming unit per gram (CFU.g⁻¹) were observed for silage of 60 and 120 days fermentation, respectively. Thirty-one yeast isolates were identified with *Pichia membranifaciens* as the predominant specie (P<0.05), able to utilize ethanol. Mycelial fungi were not isolated. Considering the chemical composition and pH in evaluated silage and the significant yeast population in the samples, future studies should evaluate their role during the fermentation of forage.

Key words: ensiling, fermentation, forage conservation, *Pichia* spp., semiarid.

Las levaduras de origen natural en el ensilaje de sorgo

RESUMEN

Pocos estudios han evaluado la presencia natural de levaduras en los ensilajes de forraje. En este estudio se caracterizó la población de levaduras en el ensilaje de sorgo producidas en el norte de Minas Gerais, Brasil. *Sorghum* spp. fue cosechado a los 130 días de cultivo y la biomasa fue ensilada en silos de superficie. Se colectaron cuatro muestras de ensilaje a los 60 y 120 días. Se realizó análisis químico y de pH y se obtuvo la cuantificación de levaduras mediante la técnica de vertido en placa en agar de Sabouraud con cloranfenicol. Después de siete días de incubación, se observaron valores medios de $4,7 \times 10^5$ y $4,3 \times 10^6$ unidades formadoras de colonias por gramo (UFC.g⁻¹) para el ensilaje de 60 y 120 días de fermentación, respectivamente. Se identificaron treinta y un aislamientos de levaduras, con *Pichia membranifaciens*, como especie predominante (P<0,05), capaz de utilizar etanol. No se aislaron hongos filamentosos. Considerando la composición química y el pH del ensilaje evaluado y la significativa población de levaduras en las muestras, se debe evaluar su participación durante la fermentación del forraje en estudios futuros.

Palabras clave: ensilado, fermentación, conservación de forraje, *Pichia* spp., semiárido.

INTRODUCTION

Ensiling of fodder is important in ruminant farming for preserving forage for dry or cold periods and maintaining or minimizing loss of nutritional value. Silage quality depends on the forage and microorganisms present during fermentation. Research has reported involvement of fungi and yeasts in silage deterioration. In sugarcane silage, for example, the occurrence of yeasts is high, promoting the conversion of soluble carbohydrates into ethanol, carbon dioxide and water, leading to energy losses and excessive reduction of lactic and acetic acids. These microorganisms have a high resistance to changes in pH and can release CO₂ via sugar metabolism, with high ethanol production and high disappearance of soluble carbohydrates, resulting in loss of dry matter (Rossi and Delaggio 2007, Carvalho *et al.* 2014, Motta *et al.* 2015).

Sorghum silage is an important ruminant fodder in semi-arid regions, and their high number of panicles contributes to the nutritional value. However, alterations in the fermentation process can reduce the dry matter digestibility (Rodrigues *et al.* 2002). The predominance of yeast species during ensiling of grass has been associated with oxygen level, with aeration leading to greater diversity of yeasts. Some studies report that yeast and mycelial fungi can contribute to the aerobic deterioration of silage (Pedroso *et al.* 2005).

Studies have demonstrated yeast diversity during ensilage, and assimilation of carbon and nitrogen sources can be observed (Ávila *et al.* 2010, Carvalho *et al.* 2017, Duniere *et al.* 2017). The biochemical and physiological characterization of yeasts in the silage process can provide information about metabolism and products derived and their direct and indirect influence on silage quality (Ávila *et al.* 2010).

Few studies have evaluated the natural occurrence of yeasts in silage of forage crops such as corn, sorghum, and grass to describe their role during the ensilage process (Pedroso *et al.* 2005, Ávila *et al.* 2010, Carvalho *et al.* 2017, Duniere *et al.* 2017). The aim of this study was to characterize the yeast populations naturally present in sorghum silage of good quality.

MATERIAL AND METHODS

The studied sorghum silage was produced in Montes Claros city in northern Minas Gerais, Brazil, (16° 43' S 44° 52' W). The annual mean temperature of the area is 24.2°C, with hot dry weather and a dry season from April to October. Ten kilograms of seed per hectare of *Sorghum* spp. var. volumax and 300 kg of 4:14:8 (NPK) fertilizer were used during planting. After 130 days of cultivation, the forage was ensiled in a surface silo with dimensions 15.0 x 4.0 x 1.5 m.

Four samples of 1500 g each were collected at 60 and at 120 days of fermentation. This period (days) was determined according to the period of supply of the feed to the animals. The materials were analyzed for chemical composition according to the procedures described in Van Soest *et al.* (1991) and Silva and Queiroz (2009) with three replications of each sample. Dry matter (DM), ethereal extract (EE), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) were determined. As recommended, CP was determined following the Kjeldahl method, and the EE was determined after procedures in Goldfisch type extractor with petroleum ether. The pH of the ensiled material was measured in aqueous extract with a digital pH meter (Silva and Queiroz 2009).

For microbiological analysis, four 500 g subsamples of each initial sample were obtained with heat-sterilized forks and stored in Kraft paper bags, sterilized by autoclaving. For inoculation, 50 g of the material was diluted in 450 ml sterile saline solution mixed for 20 min, and sequential decimal dilutions were prepared for the quantification. The colonies were obtained using the pour plate technique in Sabouraud agar medium with chloramphenicol (300 mg.L⁻¹), with two replicates for each subsample. After seven days of cultivation at 37°C, the number of CFU.g⁻¹ was evaluated for each plate based on morphological characteristics of each yeast type (Kurtzman and Fell 1998).

The selection and re-isolation of each yeast type was carried out on up to eight distinct morphotypes per sample in Sabouraud agar medium. For identification, 31 yeast isolates

were characterized based on morphology and assimilation and fermentation of various carbon sources. The biochemical and physical identification was made according to the taxonomic keys in Kurtzman and Fell (1998). The yeasts were categorized by morphology and biochemical analysis with respect to fermentative capacity and assimilation of carbon and nitrogen (at 10%, respectively). To establish the biochemical profile, growth of the yeasts was evaluated in glucose, galactose, L-sorbose, maltose, sucrose, cellobiose, trehalose, lactose, melibiose, raffinose, melezitose, inulin, soluble starch, D-xylose, L-arabinose, D-arabinose, D-ribose, L-rhamnose, ethanol, glycerol, erythritol, adonitol, galactitol, D-mannitol, D-glucitol, salicin, DL-lactate, succinate, citrate, m-inositol, methanol, hexadecane, xylitol, gluconate, isopropanol, ethylacetate, acetone, N-acetylglucosamine, glucosamine, lysine carbonate, nitrite, nitrate and resistance to NaCl, acetic acid, and cyclohexamide. The frequencies of the species type identified were compared by *Chi-squared* test at 5% significance.

RESULTS AND DISCUSSION

After 130 days of cultivation, the collected forage showed 33.4% of dry matter and the chemical composition of the silage after 120 days fermentation showed a mean of 32.4% of dry matter with 63.3% neutral-detergent fiber, 38.5% acid detergent fiber, 7.9% crude protein, 2.4% ether extract, and pH of 3.4. These characteristics indicated good quality by sorghum silage standards (Silva and Queiroz 2009). In other studies in similar region, the freshly cut of sorghum cultivar volumax showed, at collection point to silage production (with a cut age of approximately 90 days), 33.3- 34.0% dry matter and 62.3 - 62.5% NDF, 33.7 - 46.5% ADF, 5.9 - 8.0% CP, and 1.9 - 2.8% EE (Avelino *et al.* 2011), suggesting little reduction in chemical composition during silage process.

The growth of yeasts was observed in all samples. The mean yeast CFU.g⁻¹ were 4.7 x 10⁵ and 4.3 x 10⁶ in sorghum silage fermented 60 and 120 days, respectively. These results demonstrated high yeast populations in sorghum silage with good

nutritional and physical chemical characteristics (Coutinho 2009; Carvalho *et al.* 2014). Mycelial fungi were not isolated in any samples, suggesting good preservation.

Pichia membranifaciens accounted for 90.4% of the isolates and was the most frequently observed yeast ($P < 0.05$). *Candida* sp. and the species *Galactomyces reessii* represented 6.4 and 3.2% of isolates, respectively. At 60 days fermentation, of 19 isolates, 84.2% were *P. membranifaciens*, 10.5% were *Candida* sp., and 5.3% were *G. reessii*. At 120 days of fermentation, all 12 isolates were *P. membranifaciens*, indicating the ability of this species to survive during all period of fermentation and storage.

Biochemical characterization of isolates showed all *P. membranifaciens* samples able to use ethanol, indicating a possible beneficial effect in reducing loss of dry matter in the ensiling process. The presence of ethanol in silages represents energy loss, reducing the animal consumption or by volatilization corresponding to 20 - 30% of the ethanol produced in silages (Alli *et al.* 1982).

Additionally, the microbial mass of this yeast may increase the protein content of the silage. The main components of the yeast biomasses have been the protein (48.5%). Their protein amino acids profile is adequate for human and animal nutrition, supplying all the essential amino acids, being particularly rich in lysine (Caballero-Cordoba and Sgarbieri 2000).

According to Santos and Marquina (2004), the yeast *P. membranifaciens* produces a killer toxin, with maximum effectiveness occurring at pH 4 and temperatures above 20° C. Studies show its antifungal activity against pathogenic fungi in grapevines (Masih *et al.* 2001, Belda *et al.* 2017). Killer toxins are proteins or glycoproteins that are lethal to sensitive strains of the same species and a different variety of other yeast genera. Regardless of certain possible additional effects, the killer toxin of *P. membranifaciens* acts by disrupting plasma membrane electrochemical gradients (Santos *et al.* 2005).

In addition, yeasts must cope with different adverse environmental conditions, including heat

shock, oxidative stress, high osmolarity, extreme pH values, nutrient availability, and toxins from plants or microorganisms, as well as heavy metals and different xenobiotics. Yeasts have therefore adapted to growth under these conditions by developing a variety of protective mechanisms ranging from general stress responses to highly specific regulatory pathways (Santos *et al.* 2005).

The predominance of *P. membranifaciens* in sorghum silage may be explained by these factors, increasing its competitiveness and reducing the number of other yeast species. Studies are needed to assess its role on fermentation process and elimination of other fungi during the ensiling process.

The major limitation of sugarcane silage is the high production of ethanol, which is mainly produced by yeast sucrose fermentation (Pedroso *et al.* 2005). However, no correlation between the total yeast population in sugarcane silage and the amount of ethanol produced during fermentation has been observed (Sousa *et al.* 2008).

In other experiments, the presence of yeasts has been evaluated in different crops. In a study of sugarcane silage, Bravo-Martins *et al.* (2006) reported that yeast populations in five varieties of sugarcane silage, without additives, were on average 3.5×10^6 CFU.g⁻¹ of silage, and with the addition of 1% ammonium sulfate and 1% urea, were 5.9 and 3.2×10^5 CFU.g⁻¹ silage, respectively. Ávila *et al.* (2010) evaluated the microorganisms and identified the yeast species present during the ensilage of different sugarcane (*Saccharum* spp.) cultivars. Lactic acid bacteria predominated during the ensiling process of sugarcane, although yeasts were present at relatively high population levels throughout the fermentation period. The detected yeast species varied according to sugarcane cultivar and time of fermentation. *Torulaspora delbrueckii* was the predominant yeast, followed by *Pichia anomala* and *Saccharomyces cerevisiae*. These species, found in sugarcane silage, differed from those observed in sorghum silage of this study.

Silage of maize, alfalfa, and white clover from various regions of Italy were evaluated and contained

only the lactate-assimilating species *Candida apicola*, *Candida mesenterica*, and *Pichia fermentans* (Rossi and Dellaglio 2007). In research with baled grass silage *P. fermentans*, *P. anomala*, and *Geotrichum* spp. were described as the yeasts mostly present (O'Brien *et al.* 2007).

Mycological studies are essential for evaluating possible yeast inoculant effectiveness, under varying production conditions. The selection and identification of potentially beneficial yeast strains in the ensiling process could favor the selection of the most effective inoculants.

CONCLUSIONS

Sorghum silage with good quality and stored 120 days shows yeast population $> 10^6$ CFU.g⁻¹ and its predominant species is *P. membranifaciens* able to use ethanol. Future studies should evaluate the role of this and other yeasts in forage silage to elucidate its possible beneficial or detrimental effects.

LITERATURE CITED

- Avelino, PM; Neiva, JNM; de Araújo, VL; Alexandrino, E; Bomfim, MAD; Restle, J. 2001. Chemical composition of silage sorghum hybrids grown at different densities. *Revista Ciência Agronômica* 42(1):208-215.
- Alli, I; Baker, BE; Garcia, G. 1982. Studies on the fermentation of chopped sugarcane. *Animal Feed Science and Technology* 7(4):411-417.
- Ávila, CL; S Bravo Martins, CEC; Schwan, RF. 2010. Identification and characterization of yeasts in sugarcane silages. *Journal of Applied Microbiology* 109(5):1677-1686.
- Bravo-Martins, CEC; Carneiro, H; Castro-Goméz, RJH; Figueiredo, HCP; Schwan, RF. 2006. Chemical and microbiological evaluation of ensiled sugar cane with different additives. *Brazilian Journal of Microbiology* 37(4):499-504.
- Belda, I; Ruiz, J; Alonso, A; Marquina, D; Santos, A. 2017. The Biology of *Pichia membranifaciens* Killer Toxins. *Toxins*. 9(4):112.

- Caballero-Córdoba, GM; Sgarbieri, VC. 2000. Nutritional and toxicological evaluation of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) biomass and a yeast protein concentrate. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80(3):341-351.
- Carvalho, FAL; Queiroz, MAA; Silva, JG; Voltolini, TV. 2014. Características fermentativas na ensilagem de cana-de-açúcar com maniçoba. *Ciência Rural* 44(11):2078-2083.
- Carvalho, BF; Avila, CLS; Pereira, MN; Schwan, RF. 2017. Methylophilic yeast, lactic acid bacteria and glycerine as additives for sugarcane silage. *Grass and Forage Science* 72(2):193-368.
- Coutinho, HS. 2009. Silagens de milho e sorgo tratadas com inoculante microbiano à base de bactérias homo e heteroláticas (em linha). Dissertação Mestrado. Viçosa, Brasil, Universidade Federal de Viçosa. Consultado 15 ene. 2017. Disponível: <http://locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/5980/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dunier, L; Xu, S; Long, J; Elekwachi, C; Wang, Y; Turkington, K; Forster, R; McAllister, TA. 2017. Bacterial and fungal core microbiomes associated with small grain silages during ensiling and aerobic spoilage (em linha). *BMC Microbiology* 17(1):50. Consultado 15 ene. 2017. <http://doi.org/10.1186/s12866-017-0947-0>.
- Kurtzman, CP; Fell, JW. 1998. *The yeast: a taxonomic study*. (4° ed). USA, Elsevier. 1076 p.
- Masih, EI; Slezacek-Deschaumes, S; Marmaras, I; Barka, EA; Vernet, G; Charpentier, C; Adholeya, A; Paul, B. 2001. Characterisation of the yeast *Pichia membranifaciens* and its possible use in the biological control of botrytis cinerea, causing the grey mould disease of grapevine. *FEMS Microbiology Letters* 202(2):227-232.
- Motta, TP; Frizzarin, A; Martins, T; Miranda, MS; Arcaro, JRP; Ambrósio, LA; Pozzi, CR. 2015. Estudo sobre a ocorrência de fungos e aflatoxina B1 na dieta de bovinos leiteiros em São Paulo. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 35(1):23-28.
- O'Brien, M; O'Kiely, M; Forristal, PD; Fuller, HT. 2007. Quantification and identification of fungal propagules in well-managed baled grass silage and in normal on-farm produced bales. *Animal Feed Science Technology* 132(3-4):283-297.
- Pedroso, AF; Nussio, LG; Paziani, SF; Loures, DRS; Igarasi, MS; Coelho, RM; Packer, IH; Horii, J; Gomes, LH. 2005. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. *Scientia Agrícola* 62(5):427-432.
- Rodrigues, PHM; Senatore, AL; Andrade, SJT; Ruzante, JM; Lucci, CS; Lima, FR. 2002. Effects of microbial inoculants on chemical composition and fermentation characteristics of sorghum silage. *Revista Brasileira de Zootecnia* 31(6):2373-2379.
- Rossi, F; Delaggio, F. 2007. Quality of silages from Italian farms as attested by number and identity of microbial indicators. *Journal of applied microbiology* 103(5):1707-1715.
- Santos, A; Marquina, D. 2004. Ion channel activity by *Pichia membranifaciens* killer toxin. *Yeast* 21(2):151-162.
- Santos, A; Álvarez, MM; Mauro, MS; Abrusci, C; Marquina, D. 2005. The Transcriptional Response of *Saccharomyces cerevisiae* to *Pichia membranifaciens* Killer Toxin. *The Journal of Biological Chemistry* 280(51):41881-41892.
- Silva, DJ; Queiroz, AC. 2009. *Análise de Alimentos: Métodos químicos e Biológicos*. (3° ed). Viçosa, Brasil, Universidade Federal de Viçosa. 235 p.
- Sousa, DP; Mattos, WRS; Nussio, LG; Mari, LJ; Ribeiro, JL; Santos, MC. 2008. Chemical additive and microbial inoculants effects on the fermentation and on the control of the alcohol production in sugarcane silages. *Revista Brasileira de Zootecnia* 37(9):1564-572.
- Van Soest, PJ; Robertson, JB; Lewis, BA. 1991. Methods for dietary fibre, neutral-detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74(10):3583-3597.

REVISTAS CIENTÍFICAS DEL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

Las revistas científicas del INIA, *Agronomía Tropical* y *Zootecnia Tropical*, se fundaron con el propósito de fomentar y mantener el intercambio de información entre los investigadores. Se divulgan resultados de la investigación e innovación en el campo de las ciencias agrícolas animales y vegetales, tanto por el INIA como por otras instituciones, nacionales e internacionales.

Agronomía Tropical inicia su publicación en el año 1951, mientras que *Zootecnia Tropical*, está vigente desde el año 1983. Ambas publican trabajos originales que presentan nuevos conceptos o tecnologías en el área agrícola.

Agronomía Tropical aborda las áreas temáticas: recursos fitogenéticos, protección vegetal, economía agrícola, edafología, biotecnología agrícola vegetal, tecnología de alimentos, ingeniería agrícola y sistemas de producción agrícola vegetal.

Zootecnia Tropical se enfoca en las áreas de producción, salud, genética y reproducción animal de especies de interés zootécnico, tecnología de alimentos de origen animal, pastos, forrajes, acuicultura marítima y continental, entre otros temas de interés.

TIPO DE CONTRIBUCIONES

Las revistas *Agronomía Tropical* y *Zootecnia Tropical* publican cuatro categorías de contribuciones: artículos científicos, notas técnicas, artículo de revisión y trabajos especiales. Los artículos científicos y notas técnicas pueden tener un enfoque cuantitativo o cualitativo.

Artículo científico. Documento no mayor a 25 páginas, donde se presentan resultados originales e inéditos. También serán aceptados datos o resultados presentados en resúmenes de congresos o seminarios, a condición de que el artículo completo no aparezca en las memorias del mismo.

Nota técnica. Documento de corta extensión con un máximo de 10 páginas, que describe técnicas experimentales, equipos, fenómenos naturales, especies nuevas o resultados parciales de un trabajo de interés. El texto tendrá las mismas secciones del artículo científico.

Artículo de revisión y trabajo especial. Documento que presenta reportes y estadísticas de un área temática actualizada de interés colectivo, de orden científico-técnico, con relevancia nacional o internacional en el cual el autor presenta un análisis crítico sobre un tema prioritario o emergente. Este será solicitado por el Comité Editorial a especialistas de trayectoria profesional y experiencia demostrada. Será sometido a las normas de revisión para un artículo científico y su extensión no debe ser mayor a 25 páginas, incluyendo cuadros y figuras.

REMISIÓN DE ARTÍCULOS

Las Revistas *Agronomía Tropical* y *Zootecnia Tropical* recibirán sus trabajos a través de los correos electrónicos: agronomia.tropical.inia@gmail.com o zootropi@gmail.com, de acuerdo al área de interés. Las contribuciones podrán ser presentadas en español, inglés o portugués, acompañadas de la Carta de Fe, firmada por todos los autores, además de la planilla de datos de cada uno.

PROCESO EDITORIAL

Los trabajos recibidos serán evaluados inicialmente por el Comité Editorial, aquellos trabajos que superen la evaluación preliminar serán arbitrados por tres especialistas en el área de conocimiento, mediante el método de “doble ciego”. Una vez que el autor reciba las observaciones de los evaluadores, tiene un plazo de 30 días para incorporar las modificaciones sugeridas en el texto y remitir la versión corregida a la revista. Transcurridos 30 días sin recibir respuesta de los autores, el Comité Editorial retirará el trabajo. Es importante destacar que el arbitraje es una orientación para aceptar o rechazar

el documento y el Comité Editorial se reserva el derecho de seleccionar los artículos que cumplan con los criterios de calidad y pertinencia establecidos por las revistas.

El Comité Editorial tiene la potestad de ajustar el artículo para mantener la uniformidad de estilo de la revista, después de la edición y corrección de estilo, los autores recibirán la prueba de galera, la cual debe ser cuidadosamente revisada y devuelta al editor en un término máximo de una semana.

Los trabajos que no superen la evaluación preliminar o el proceso de arbitraje serán devueltos a los autores, con notificación de no publicable en la revista. Las apelaciones deben presentarse ante el Editor Jefe, quien revisará la apelación conjuntamente con el Comité Editorial y emitirá un dictamen en un plazo de dos semanas.

FORMATO.

Los borradores deben ser escritos utilizando los procesadores de textos, como Libre Office Writer o Microsoft Office Word®. Las páginas serán numeradas consecutivamente en el lado inferior derecho, al igual que cada línea del texto, con inicio desde el título; fuente Arial tamaño 12; interlineado 1,5; márgenes a 2,5 cm por los cuatro lados.

En relación con los encabezamientos, el título de la contribución es el único de primer orden, se escribirá centrado en negrilla con la primera letra en mayúscula. Los títulos principales de sección (segundo orden): Resumen, Introducción, Materiales y métodos, Resultados y discusión, Conclusiones, Agradecimientos y Literatura citada, se indicarán centrados en negrilla y mayúsculas. El título de tercer orden, alineado a la izquierda, en negrilla y sólo la letra inicial en mayúscula; el texto continuará debajo del título. El título de cuarto orden, alineado a la izquierda, en negrilla seguido de un punto y sólo la letra inicial en mayúscula, el texto continuará en la misma línea

Los cuadros se presentarán en el mismo archivo del texto, acompañados del respectivo título, ubicado en la parte superior, el cual debe ser concreto y expresar el contenido del mismo, en letra Arial tamaño 11; identificados progresivamente con números arábigos, con orden de aparición inmediatamente después del párrafo donde se menciona por primera vez. El contenido de los cuadros no debe ser duplicado en las figuras. El encabezado de las columnas debe ser conciso e indicar claramente las unidades en que se expresa el contenido. El significado de las abreviaturas utilizadas se desarrollará como pie de cuadro. Cuando se presenten resultados numéricos, deben ir acompañados del nombre de la prueba estadística realizada. Los cuadros serán elaborados utilizando aplicaciones tales como Libre Office Writer, Microsoft Office Word®, Libre Office Calc o Microsoft Office Excel®; y no ser presentados en forma de imagen escaneada.

Las figuras se refieren a cualquier ilustración que se incluya en el trabajo como: gráficos, dibujos, fotografías, esquemas, mapas u otras representaciones, indicadas consecutivamente en el texto. El título se debe colocar en la parte inferior, en letra Arial tamaño 11. Las fotografías se deben presentar en formato JPEG y los gráficos, mapas, dibujos otras representaciones se presentarán en formato PNG. Además de los cuadros y figuras insertados en el texto, deben enviarse los archivos originales en el formato en el que fueron elaborados. Todos los cuadros y figuras deben estar indicados en el texto.

Título. Se presentará en español, inglés o portugués, con su respectiva traducción, cónsono con el idioma del manuscrito. Identifica y describe el contenido del trabajo, sin abreviaturas, con un máximo de 20 palabras. Los nombres científicos se incluirán solo para especies poco comunes o cuando sea indispensable.

Autor(es) y afiliación (es). Nombres y apellidos completos en minúsculas a excepción de las iniciales. Cuando los autores publican con dos apellidos, deben estar separados con un espacio, salvo aquellos apellidos extranjeros o que por tradición utilicen el guion. Se acompañarán con números en superíndices para identificar la institución a la que pertenece(n) el(los) autor(es) y correos electrónicos. Se

incluirá el nombre completo de la institución y sus siglas entre paréntesis, ciudad y país. El autor de correspondencia se identificará con un asterisco.

Resumen, Abstract o Resumen. Párrafo entre 200 y 250 palabras, claro y comprensible. Los estudios con enfoque cuantitativo deben indicar brevemente: problema y justificación, objetivo(s), métodos experimentales, resultados y conclusiones, sin exceder el uso de valores numéricos. Para estudios con enfoque cualitativo se deben indicar: objeto de estudio, propósito, metodología, resultados y aproximaciones. El idioma del resumen será como se indica a continuación:

Idioma del trabajo	Idioma del resumen
Español	Español e Inglés
Inglés	Inglés y Español
Portugués	Portugués, Inglés y Español

Palabras clave. Se recomiendan términos simples o compuestos (máximo 6), que permitan identificar el contenido del artículo y que no hayan sido usados en el título. Para seleccionar las palabras clave se sugiere consultar y usar los descriptores del tesoro multilingüe de agricultura (AGROVOC), creado por la FAO u otro similar. Se deben incluir los nombres científicos de los organismos biológicos como palabras clave. Disponible en: <http://aims.fao.org/es/agrovoc>

Introducción. Constituye una breve referencia de los antecedentes que motivaron la realización de trabajo; igualmente pueden incluirse la revisión de literatura con las investigaciones más recientes que aporten ideas fundamentales para la realización del trabajo. También incluirá el objetivo del mismo.

Materiales y Métodos o Metodología. Esta sección debe ser clara y precisa, de manera suficiente para permitir la repetitividad del ensayo. Para estudios con enfoque cuantitativo, seguir un ordenamiento lógico de las técnicas empleadas y los materiales utilizados. Los procedimientos analíticos y estadísticos utilizados tienen que ser citados como referencias bibliográficas, describiendo solo las modificaciones o lo novedoso. Las investigaciones de campo deberán incluir una breve descripción agroclimática de la localidad donde se efectuó el trabajo. Cuando las contribuciones tengan un enfoque cualitativo se debe indicar el marco teórico que describe brevemente conceptos y modelos que orientaron la investigación; así como métodos, técnicas y procedimientos de acopio de la información, al igual que de procesamiento y validación de datos.

Resultados y discusión o Resultados y hallazgos. El contenido debe ser coherente con los objetivos señalados en la introducción. Es necesario detallar los resultados en orden lógico y de forma objetiva y secuencial. La información cuantitativa se podrá presentar en cuadros y figuras. La literatura citada no debe exceder de tres autores por idea a discutir.

Conclusiones o Aproximaciones. Deben responder al problema de la contribución. Indicar, de manera breve y precisa, los hallazgos más relevantes de la investigación, es decir, aquellos que constituyan un aporte significativo para el avance del campo temático explorado, además de brindar orientación para futuras investigaciones. Las conclusiones o aproximaciones no deben ser ambiguas, ni basarse en suposiciones.

Agradecimientos. Se incluirán los reconocimientos a aquellas personas que hayan realizado contribuciones sustanciales al trabajo, como: técnicos, productores, comunidades y revisores, entre otros. Igualmente, para reconocer a las instituciones que financiaron la investigación parcial o totalmente. El párrafo de esta sección debe ser breve, hasta un máximo de 10 líneas.

Literatura citada. Debe ser actualizada, con excepción de trabajos clásicos que se requiera incluir. Se debe ajustar al documento “Redacción de referencias bibliográficas: normas técnicas para ciencias agroalimentarias / IICA, CATIE” (2016). 5a ed. Disponible en: <http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/6570/1/BVE18029707e.pdf>

CONSIDERACIONES DE ESTILO

- La redacción del manuscrito será en voz activa y se debe utilizar la forma impersonal o tercera persona del singular.
- Restringir el uso del gerundio, utilice esta forma verbal únicamente para demostrar dos acciones que se realizan a la vez.
- Las palabras cuadro y figura se escriben, en el texto, con la primera letra en mayúscula.
- Las siglas deben ser escritas en mayúscula y entre paréntesis en su primera aparición en el texto y antecedidas por el término completo al que se refiere, a excepción de las unidades de medida.
- Los nombres de las variedades, cultivares e híbridos deberán acompañarse de comillas simples sólo cuando se mencionen por primera vez en el resumen, abstract o cuerpo del artículo. Esto siempre y cuando no le anteceda la palabra variedad o cultivar, en cuyo caso no se utilizarán.
- Los suelos deben ser identificados taxonómicamente; si el nombre de la serie no es conocido, deberá señalarse la familia.
- Los nombres de productos comerciales deben evitarse, utilizándose el nombre genérico o principio activo. En caso de ser estrictamente necesario, su uso debe acompañarse por el símbolo®.
- Los símbolos no tienen plural ni llevan punto (.) después de estos, y solo se escriben en mayúsculas aquellos derivados de nombre propios (Celsius, Kelvin, Joule, entre otros). Las siglas tampoco tienen plural, esto se mostrará con las palabras acompañantes, ejemplo: los SNP.
- Los decimales se deben separar con coma (,) y las unidades de mil o millón se expresarán con punto (.).

Nomenclatura. Se recomienda el uso del Sistema Métrico Decimal (SI) para la expresión de las unidades. Para los trabajos, los autores utilizarán las convenciones del International Code of Botanical Nomenclature, el International Code of Nomenclature of Bacteria, y el International Code of Zoological Nomenclature. Para la nomenclatura química se utilizará la International Union of Pure and Applied Chemistry, así como la Commission on Biochemical Nomenclature.

Para la nomenclatura de genes y proteínas, se recomienda utilizar los símbolos internacionalmente aceptados; los símbolos específicos pueden ser obtenidos en la base de datos de genes de Pubmed <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>. Las normas de nomenclatura para ganado y otras especies están disponibles en <http://www.genenames.org>, mientras que para ratones y ratas están disponibles en <http://www.informatics.jax.org/mgihome//nomen/strains.shtml>.

En cuanto a los polimorfismos nucleotídicos simples (SNP), deben ser identificados con su número de referencia único (rs) o el número de presentación (ss), como se indica en la base de datos pública dbSNP <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/snp>.

En referencia a la nomenclatura de las mutaciones y otras variaciones en la secuencia de ADN, favor visitar www.hgvs.org/ página oficial de la Genome Variation Society (HGVS).

A continuación, se presenta una lista de abreviaturas y símbolos para la expresión de términos y unidades de medida de uso común:

Término	Símbolo	Término	Símbolo
Metros sobre el nivel del mar	m.s.n.m.	Población total	N
Índice de conversión	IC	Probabilidad	P
Peso al nacer	PN	Coeficiente de variación	CV
Peso al destete	PD	Coeficiente de correlación	r
Bloques multinutricionales	BM	Coeficiente de determinación	R ²
Consumo de materia seca	CMS	Desviación estándar	DE
Energía digestible	ED	Error experimental	EE
Energía metabolizable	EM	Grados de libertad	GL
Fibra ácido detergente	FAD	Heredabilidad	h ²
Fibra de detergente neutra	FDN	Materia Orgánica	MO
Ganancia diaria de peso	GDP	Materia Seca	MS
Aminoácido	aa	Nitrógeno no proteico	NNP
Ad libitum	Ad lib	Proteína Cruda	PC
Ácido Graso Volátil	AGV	Cantidad de sustancia	mol
Partes por millón	ppm		

Unidad	Símbolo	Unidad	Símbolo
Gramo	g	Hora	h
Kilogramo	kg	Minuto	min
Gramos por kilogramo	g.kg ⁻¹	Segundo	s
Miligramos	mg	Porcentaje	%
Kilocalorías	kcal	Por mil	‰
Kilogramo por hectárea	kg.ha ⁻¹	Hectárea	ha
Kilómetro	km	Tonelada	t
Litro	L	Tonelada por hectárea	t.ha ⁻¹
Gramos por litro	g.L ⁻¹	Grados Celsius	°C
Mililitros	mL	Grados Fahrenheit	°F
Mililitros por litro	mL.L ⁻¹	Grados Kelvin	°K
Metro	m	Joule	J
Metro cuadrado	m ²	Milímetro	mm
Metro cúbico	m ³	Micra	μ
Decímetro	dm	Miliequivalente	meq
Centímetro	cm	Caloría	cal

CONSIDERACIONES ÉTICAS

Autoría. Se incluirán como autores a las personas que hayan realizado contribuciones en la formulación del ensayo, diseño experimental, obtención de data cruda, aplicación del método estadístico, análisis de datos, interpretación de resultados, así como redacción del manuscrito o investigación bibliográfica.

Originalidad. Los trabajos sometidos para arbitraje y probable publicación deben ser inéditos, por lo tanto, se presentará una carta de fe donde el (los) autor(es) manifiestan que el mismo no ha sido enviado a otra(s) revista(s).

Integridad. La alteración de resultados y el plagio (alusión de resultados de otros investigadores sin dar crédito con la cita bibliográfica correspondiente) se considera inadmisibles y no ético.

Conflicto de intereses. Los autores presentarán por escrito, no mantener vínculos de interés comercial o personal en la investigación que dio origen al manuscrito sometido.