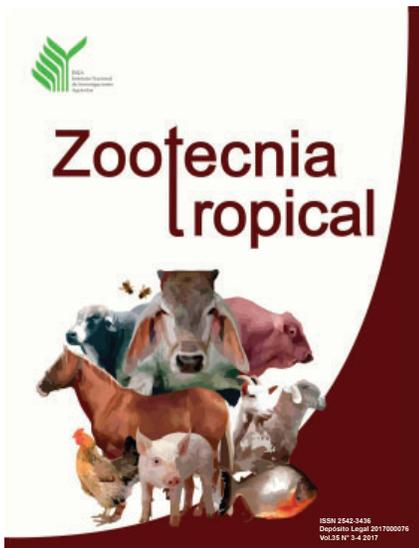


# Zootecnia Tropical





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, suinos, caprinos, ovinos, aves, especies piscícolas y otras, con el propósito de garantizar la producción de proteína de origen animal con fines alimentarios.

Correo electrónico: 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  |
| Deisy Carvajal          | Gerente General                                   |
| Nohelia R. Rodríguez O. | Gerente de Investigación                          |
| Doris Blanco E.         | 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    |
| Glaforo 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**

## AGRADECIMIENTOS

Los miembros del Comité Editorial de la revista Zootecnia Tropical agradecen a los investigadores que se mencionan a continuación, por su valiosa colaboración en la revisión de los artículos científicos que conforman el Volumen 35 del año 2017.

Otto Castillo.

- Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora, Venezuela.

Alfredo Pérez Lozano.

- Universidade Federal de Alagoas, Brasil

Hermes Pineda-Santis.

- Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Colombia

Luciana N. Ganeco K.

- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasil

Gentil Vanini de Moraes.

- Universidade Estadual de Maringá, Brasil

José Patti.

- Granjas Marinas de Araya, Venezuela

José Javier Alio M.

- Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador

Humberto Gil.

- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Venezuela

Vanessa Acosta.

- Universidad de Oriente, Venezuela

Omar Verde Sandoval.

- Universidad Central de Venezuela, Venezuela

Ariel Tarazona.

- Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

Pedro Bastidas.

- Universidad Central de Venezuela, Venezuela

Carlos Fajardo.

Universidad de Los Andes, Venezuela

Freddy Espinoza.

- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Venezuela

Oziel Montañez.

- Universidad de Guadalajara, México

Juan Vergara-Lopez

- Universidad del Zulia, Venezuela

Guaraci Duran Cordeiro

- University of Salzburg, Austria

Carlos Alfredo Lopes de Carvalho

- Universidade Federal de Recôncavo da Bahia, Brasil

De igual manera, agradecemos a los investigadores que mediante sus artículos contribuyen a la difusión del conocimiento científico y extendemos la invitación a la comunidad científica especializada para continuar con esta labor a través de la revista Zootecnia Tropical.

## TABLA DE CONTENIDO Vol. 35 N° 3-4

### Artículos Científicos

González, A; Mendoza, J; Arocha, F; Márquez, A.

- Estado de explotación del bagre dorado *Brachyplatystoma rousseauxii* en el Orinoco medio (Caicara-Cabruta), Venezuela** ..... 101  
*(State of exploitation of the golden catfish *Brachyplatystoma rousseauxii* in the middle Orinoco (Caicara-Cabruta), Venezuela).*

Navarro, RD; Felizardo, VO; Murgas, LDS; Pereira, MM; Carvalho, AFS; Navarro, FKSP.

- Morfología espermática em tilápia tailandesa alimentada com diferentes fontes de óleo** ..... 111  
*(Sperm morphology in Thai tilapia fed with different sources of oil).*

Graziani, CA; Moreno, M., CA; Barrios, AJ.

- Dinámica reproductiva del camarón gigante de agua dulce *Macrobrachium rosenbergii* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) en el río Morocoto, estado Sucre, Venezuela** ..... 119  
*(Reproductive dynamics of giant freshwater shrimp *Macrobrachium rosenbergii* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) in the Morocoto river, Sucre state, Venezuela).*

Guerrero Ríos, RJ; Hernández, NT; Montiel, M; Morales, FE.

- Caracterización de los aspectos pesqueros y grado de explotación de la almeja estuarina en la costa de Curarire, Sistema de Maracaibo, Venezuela** ..... 135  
*(Characterization of the fisheries aspects and exploitation degree of the estuarine clam on the Curarire coast, Maracaibo System, Venezuela).*

Durón-Benítez, AA; Wen-Chi Huang.

- Characterizing the seasonal pattern of milk production of Dual Purpose Cattle System farms from East El Salvador** ..... 145  
*(Caracterización del patrón estacional de producción de leche en granjas Doble Propósito del oriente de El Salvador)*

Andrade de Pasquier, GJ; Guerrero Rios, RJ; Soto Herrera, LA; Urdaneta Polanco, BM; Antúnez Tovar, LE.

- Disponibilidad de postlarvas del camarón blanco *Litopenaeus schmitti* en Caño Sagua, Guajira venezolana, con fines de cultivo** ..... 155  
*(Availability of postlarval white shrimp, *Litopenaeus schmitti* in Caño Sagua, venezuelan Guajira, for cultivation).*

Holguín, VA; Cuchillo, M; Mazabel, J; Quintero, S; Mora-Delgado, J.

- Valor nutritivo y estabilidad aeróbica de ensilaje de *Pennisetum purpureum* con inclusiones de *Tithonia diversifolia*** ..... 163  
*(Nutritional value and aerobic stability of *Pennisetum purpureum* silage with inclusions of *Tithonia diversifolia*).*

## TABLA DE CONTENIDO Vol. 35 N° 3-4

### Artículos Científicos

Costa, LFX; de Freitas, PVDX; Zanata, RA; Da Silva, IE; Faquinello, P

**Avaliação de diferentes dispositivos para alimentação artificial da abelha *Melipona rufiventris* ..... 171**  
*(Evaluation of different devices for artificial feeding of the *Melipona rufiventris* bee).*

Instrucciones al autor ..... 181

## Estado de explotación del bagre dorado *Brachyplatystoma rousseauxii* en el Orinoco medio (Caicara-Cabruta), Venezuela

Ángel González\*<sup>1</sup>; Jeremy Mendoza<sup>2</sup>; Freddy Arocha<sup>2</sup>; Arístide Márquez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Limnológico, Universidad de Oriente, Bolívar, Venezuela. <sup>2</sup>Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Sucre, Venezuela. Sucre. Correo electrónico: angelgonzalez78@hotmail.com

### RESUMEN

El bagre dorado *Brachyplatystoma rousseauxii* es uno de los grandes bagres migratorios del río Orinoco y una especie importante de la pesca artesanal por su alto valor comercial; sin embargo, la cada vez más frecuente captura de peces de tallas menores a la permitida en forma legal podría estar afectando la sostenibilidad futura del recurso. Por tanto, el objetivo de este trabajo fue determinar el estado de explotación del recurso utilizando métodos clásicos de evaluación de stock (Tasa de Explotación Pesquera [E], Rendimiento por Recluta [Y/R] y Biomasa por Recluta [B/R]). Los resultados mostraron que la longitud de primera captura (88,5 cm de longitud total) está conduciendo a una sobreexplotación del recurso, aun cuando está por encima de los 85 cm como longitud legalmente establecida; sin embargo, se recomienda incrementarla hasta 95 cm, para la cual el recurso se mantendría en un nivel de explotación moderada, sin sobrepesca. Por otra parte, las situaciones conducidas a través de modelos analíticos, mostraron la existencia de dos posibles escenarios de explotación del recurso; uno en el cual el recurso está sub-explotado y otro en que el recurso está en el límite de su explotación. En todo caso se hace necesario tomar medidas precautorias, para la sustentabilidad de la especie en el río Orinoco.

**Palabras clave:** Pesca continental, Orinoco, *Brachyplatystoma rousseauxii*, tasa de explotación, rendimiento por recluta y biomasa por recluta.

## State of exploitation of the golden catfish *Brachyplatystoma rousseauxii* in the middle Orinoco (Caicara-Cabruta), Venezuela

### ABSTRACT

The golden catfish *Brachyplatystoma rousseauxii* is one of the great migratory catfish of the Orinoco River and an important species of artisanal fishing due to its high commercial value; however, the increasingly frequent capture of fish of sizes smaller than the legally permitted one could be affecting the future sustainability of the resource. Therefore, the objective of this work was to determine the state of exploitation of the resource using classical methods of stock assessment (Fishing exploitation rate [E], Yield by Recruit [Y/R] and Biomass by Recruit [B/R]). The results showed that the length of the first catch (88.5 cm of total length) is leading to overexploitation of the resource, even when it is above 85 cm as the legally established length; however, it is recommended to increase it up to 95 cm, for which the resource would remain at a moderate exploitation level, without overfishing. On the other hand, situations conducted through analytical models, showed the existence of two possible scenarios of exploitation of the resource; one in which the resource is under-exploited and another in which the resource is at the limit of its exploitation. In any case it is necessary to take precautionary measures, for the sustainability of the species in the Orinoco River.

**Keywords:** Inland fisheries, Orinoco, *Brachyplatystoma rousseauxii*, Exploitation Rate, Yield per Recruit and Biomass per Recruit.

Aprobado: Abril 2019

## INTRODUCCIÓN

El bagre dorado *Brachyplatystoma rousseauxii* está incluido entre los grandes bagres del género *Brachyplatystoma* de la familia Pimelodidae del río Orinoco, junto con el blanco pobre *Brachyplatystoma vaillantii*, el laulau *Brachyplatystoma filamentosum*, el bagre cunaguaro *Brachyplatystoma juruense* y el bagre garbanzo o jipi *Goslinia platynema*, ahora *Brachyplatystoma platynemum* (Novoa 2002, Lundberg y Akama 2005).

Los desembarcos de *B. rousseauxii* representan la especie más importante entre los grandes bagres en el Orinoco medio después del bagre rayado *Pseudoplatystoma* spp., con una producción que alcanzó un máximo de 1450 toneladas en 1995, manteniendo cifras alrededor de las 1300 toneladas hasta el año 2000, para luego disminuir hasta las 800 toneladas en el 2003. A partir del 2004 la producción osciló entre 700 y 1400 toneladas hasta el 2010, cuando se redujo la producción de 600 a 700 toneladas hasta los años más recientes (Novoa 2002, Hoyos *et al.* 2012, Barbarino *et al.* 2012, González *et al.* 2015).

Aproximadamente el 90% de los desembarcos de *B. rousseauxii* proviene del río Orinoco, con un 9% procedente del sistema Apure-Arauca y un 2% de los afluentes del Apure (Novoa 2002). El río Orinoco ha mantenido su importancia en los desembarcos durante los últimos 25 años, a la vez que se ha incrementado la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) desde 0,14 Kg/hora (Novoa *et al.* 1984) hasta 0,98 Kg/hora en el 2008 (González 2010); una abundancia relativa que posiblemente se ha mantenido durante los años actuales.

Este incremento de la CPUE durante los últimos años posiblemente se ha debido a una mayor participación en las capturas de peces relativamente pequeños de la especie a partir de 1989, cuando se disminuyó la luz de malla de las redes (Novoa 2002). Sin embargo, el hecho de haber disminuido la importancia en los desembarcos y mantenido relativamente constante la CPUE en algunas regiones del río Orinoco, como el sector Caicara-Cabruta a partir del 2004 (González 2010), podría ser indicio de un posible efecto de

la captura de estos peces de menor tamaño, al considerar que la mayor intensidad de la pesca en el canal principal del río Orinoco se efectúa sobre los stocks que migran anualmente desde el delta del Orinoco, cuyos ejemplares son capturados con una longitud promedio de 82 cm de longitud total (dos años) (González *et al.* 2015), la cual está por debajo de la longitud mínima legalmente establecida en 85 cm de longitud total, y por debajo de la longitud de primera madurez sexual de 88 cm de longitud total para las hembras (Novoa 2002).

De allí el interés que hubo de evaluar una parcela del stock explotado en el sector Caicara-Cabruta, uno de los más importantes del río Orinoco desde el punto de vista pesquero, a través de la tasa de explotación y del efecto de la longitud de primera captura sobre el rendimiento y la biomasa por recluta, con el fin de generar información que podría ser útil para la implementación de medidas de administración para este recurso.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó utilizando una muestra única de 288 ejemplares que incluyeron machos y hembras en conjunto, medidos mensualmente (longitud total) entre enero y diciembre del 2008, durante los desembarcos del principal puerto pesquero del sector Caicara-Cabruta del río Orinoco, ubicado en la población de Cabruta, estado Guárico (07°39'32"N; 66°15'25"O).

La tasa de explotación (E) se determinó a partir de la relación entre el coeficiente instantáneo de mortalidad por pesca (F) y el coeficiente instantáneo de mortalidad total (Z):

$$\left( E = \frac{F}{Z} \right)$$

y se estimó (F) a partir de la diferencia entre (Z) y el coeficiente instantáneo de mortalidad natural:

$$M = (F = Z - M)$$

El coeficiente instantáneo de mortalidad total (Z) se determinó a partir de la distribución de frecuencias de longitud utilizando los métodos de la curva de captura linealizada (Sparre y Venema 1995), el método de Beverton y Holt (1957) y el método

de Ehrhardt y Ault (1992); mientras que el coeficiente de mortalidad natural ( $M$ ) se estimó por las fórmulas empíricas de Pauly (1980), Alverson y Carney (1975), Charnov *et al.* (2013) y Gislason *et al.* (2010).

Según el método de la curva de captura, ( $Z$ ) es la pendiente ( $b$ ) de la línea de regresión entre el logaritmo neperiano del número de peces capturados por clases de tallas y sus edades relativas correspondientes:

$$\left( \frac{\ln N}{\Delta t} \right)$$

Las edades relativas ( $t$ ) para las clases de tallas ( $L$ ) se determinaron por la ecuación inversa de von Bertalanffy:

$$t(L) = t_0 - \frac{1}{K} * \ln \left[ 1 - \frac{L}{L_\infty} \right]$$

donde los parámetros de crecimiento ( $t_0$ ), ( $K$ ) y ( $L_\infty$ ) fueron respectivamente -1,872 años, 0,233 año<sup>-1</sup> y 130,1 cm (González *et al.* 2015).

El método de Beverton y Holt (1957) se aplicó por medio de la ecuación:

$$Z = K * \frac{(L_\infty - L_{media})}{(L_{media} - \bar{L}_c)}$$

mientras que el de Ehrhardt y Ault (1992) por la función:

$$\left[ \frac{L_\infty - L_{máxima}}{L_\infty - \bar{L}_c} \right]^{\frac{Z}{K}} = \frac{Z(\bar{L}_c - L_{media}) + K(L_\infty - L_{media})}{Z(L_{máxima} - L_{media}) + (L_\infty - L_{media})}$$

donde  $\bar{L}_c$  es la longitud promedio de la primera captura, considerada como la longitud correspondiente al 50% de la muestra;  $L_{media}$  es el promedio de la longitud de los peces por encima de  $\bar{L}_c$  y  $L_{máxima}$ , es el promedio de la longitud de los peces más grande en la muestra (Penha y Mateus 2007). Estos dos métodos, junto con el de la curva de captura, fueron aplicados con ayuda del programa FISAT (Gayaniño *et al.* 1994), agrupando las longitudes en intervalos de 4 cm.

La fórmula empírica de Pauly (1980) se representó por la ecuación:

$$\ln M = -0,0152 - 0,279 \ln L_\infty + 0,6543 \ln K + 0,463 \ln T$$

donde  $T$  es el promedio anual de la temperatura del agua,  $K$  y  $L_\infty$ , los parámetros de crecimiento.

La ecuación de Pauly fue aplicada con ayuda del programa FISAT (Gayaniño *et al.* 1994).

La ecuación empírica de Alverson y Carney (1975) se representó por la función:

$$M = \frac{3K}{e^{K(t-k)}}$$

donde  $t'$  es la edad crítica o edad a la cual la especie alcanza su mayor biomasa, la cual se determinó a partir de la relación:

$$t' = 0,38 t_{max}$$

donde  $t_{max}$  es la edad máxima alcanzada por la especie, la cual en la región del Orinoco medio es de cinco años (González *et al.* 2015).

La ecuación de Charnov *et al.* (2013) estuvo simbolizada por:

$$M = \left( \left( \frac{L_{media}}{L_\infty} \right)^{-1,5} \right) * k$$

mientras que la de Gislason *et al.* (2010) por la función:

$$\ln M = 0,55 - 1,61 * \ln(L_{media}) + 1,44 \ln(L_\infty) + \ln(K)$$

La evaluación de la longitud de primera captura y de la mortalidad por pesca que actualmente se aplica ( $F$ ) actual, se hizo aplicando el modelo predictivo del rendimiento y la biomasa por recluta de Thompson y Bell (1934), analizando su sensibilidad para tres valores diferentes de ( $M$ ), y aplicando los siguientes pasos (Sparre y Venema 1995):

- 1.- Frecuencias de longitud.
- 2.- Edad ( $t$ ) de las clases de longitud según la ecuación inversa de von Bertalanffy.
- 3.- Intervalos de edades:  $d(t) = t(L1) - t(L2)$ .
- 4.- Peso por clase de longitud:  $w = a * L^b$  (relación longitud peso) (García Vasquez *et al.* 2009).
- 5.- Número de sobrevivientes por clases de longitud:  $Nt + 1 = Nt * \exp(-F + M)$ , cuando  $t \geq t_c$  (edad de primera captura) y  $Nt + 1 = Nt * \exp(-M)$ , cuando  $t < t_c$ , partiendo de un total de 1000 reclutas
- 6.- Captura por clases de longitud:

$$Ct = \left( \frac{F}{F + M * (Nt + 1 - Nt)} \right)$$

cuando  $t \geq t_c$ , y  $Ct = 0$  cuando  $t < t_c$ .

7.- Rendimiento (captura en peso) por clase de longitud:

$$Y = Ct * wi$$

8.- Biomasa por clase de longitud:

$$Bt = Nt * wi * dt$$

9.- Sumatoria del rendimiento por recluta (Y/R) y la biomasa por recluta (B/R) por clase de longitud dividida entre 1000 reclutas.

10.- Simulación del rendimiento por recluta (Y/R) y la biomasa por recluta (B/R), para valores diferentes de (M) y (F).

El punto de referencia biológico para el rendimiento por recluta (Y/R) fue el F0.1, conocido como el valor de (F) donde la pendiente de la curva de rendimiento por recluta, como una función de la mortalidad por pesca, es del 10% de su valor en el origen (Caddy y Mahon 1995); mientras que para la biomasa por recluta (B/R) se utilizó el B50% o valor de (F) que produce la reducción de la biomasa por recluta en un 50% con relación a la biomasa por recluta virgen (Jensen 2000).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La longitud máxima observada de *B. rousseauxii* fue de 122 cm de longitud total, aparentemente mayor que los 103 cm de longitud furcal reportado para el sector Caicara-Cabruta en 1983 (Novoa *et al.* 1984), aun considerando los diferentes tipos

de medidas utilizados, y aproximadamente igual a la señalada para el eje Orinoco-Apure en 129 cm de longitud total (Hoyos y Fontiveros 2012).

Con relación a otras regiones suramericana, esta longitud máxima fue menor que la reportada para la región de Iquitos en Perú (García *et al.* 2009) y para el río Caquetá en Colombia (Muñoz-Sosa 1996, Barthem y Gouldin 1997, Agudelo *et al.* 2013), diferencias probablemente relacionadas con variaciones en la abertura de la malla de las redes que se utilizan para la pesca, cuya disminución a partir de 1989 facilitó la captura de peces de menor tamaño (Novoa 2002).

La longitud de primera captura fue de 88,5 cm de longitud total, con una longitud promedio de 99,7 cm de longitud total. La mortalidad total (Z) fue igual a 0,57 (0,45 – 0,69) año<sup>-1</sup> según el método de la curva de captura, mientras que usando otros métodos se encontraron los siguientes valores: 0,63 (0,49 – 0,66) año<sup>-1</sup> según Beverton y Holt, y 0,61 (0,47 – 0,71) año<sup>-1</sup> según Ehrhardt y Ault (Cuadro 1).

Utilizando el método de la curva de captura para la región del Amazonas en Perú (García *et al.* 2009) se han estimado valores de  $Z = 1,12$  año<sup>-1</sup> y para el río Caquetá en Colombia  $Z = 1,14$  año<sup>-1</sup> (Agudelo *et al.* 2013); valores superiores a los estimados para el sector Caicara-Cabruta del río Orinoco.

Valores relativamente mayores también han sido estimado para el bajo Amazonas en Brasil ( $Z = 0,87$  año<sup>-1</sup>) (Ruffino e Isaac 1995), el bajo Caquetá

Cuadro 1. Mortalidad total (Z), mortalidad natural (M), mortalidad por pesca (F) y tasa de explotación (E) del bagre dorado *Brachyplatystoma rousseauxii* en el sector Caicara-Cabruta del río Orinoco

| Método                        | Z                  | M     | F                 | E                 |
|-------------------------------|--------------------|-------|-------------------|-------------------|
| Curva de Captura              | 0,57(0,45 – 0,69)  |       |                   |                   |
| Beverton y Holt (1957)        | 0,63(0,49 – 0,66)  |       |                   |                   |
| Ehrhardt y Ault (1992)        | 0,61(0,47 – 0,71)* |       |                   |                   |
| Pauly (1980)                  |                    | 0,46* | 0,15(0,01 – 0,25) | 0,25(0,02 – 0,35) |
| Alverson y Carney (1975)      |                    | 0,45  |                   |                   |
| Charnov <i>et al.</i> (2013)  |                    | 0,35* | 0,26(0,12 – 0,36) | 0,43(0,20 – 0,59) |
| Gislason <i>et al.</i> (2010) |                    | 0,27* | 0,34(0,20 – 0,44) | 0,56(0,33 – 0,72) |

\* Valores de **Z** y **M** seleccionados para la estimación de **F** y **E**

en Colombia ( $Z = 0,78 \text{ año}^{-1}$ ) (Muñoz-Sosa 1996) y el sistema Estuario-Amazona-Solimões en Brasil ( $Z = 1,31 \text{ año}^{-1}$ ) (Alonso 2002).

En cuanto a la mortalidad natural ( $M$ ), la estimada por la ecuación de Pauly fue similar a la estimada por la ecuación de Alverson y Carney (1975) (Cuadro 1). Cuando se comparan parámetros poco precisos como ( $M$ ) es suficiente utilizar un solo decimal (Cubillos y Araya 2007), por lo que los estimados de ( $M$ ) según Pauly (1980) y Alverson y Carney (1975), también podrían considerarse igual al estimado para el Amazonas en la región de Iquitos en Perú ( $M = 0,48 \text{ año}^{-1}$ ) (García *et al.* 2009).

Valores de mortalidad natural, más discordantes fueron observados entre las ecuaciones empírica de Charnov *et al.* (2013) y Gislason *et al.* (2010) (Cuadro 1). Ambos valores fueron aproximadamente igual a los estimados por Agudelo *et al.* (2013), quienes determinaron valores de ( $M$ ) comprendidos entre  $0,32$  y  $0,42 \text{ año}^{-1}$ . Igualmente, el estimado por Gislason *et al.* (2010) ( $M = 0,27 \text{ año}^{-1}$ ) fue aproximado al reportado por Alonso (2002) para el sistema Estuario-Amazona-Solimões en Brasil ( $M = 0,32 \text{ año}^{-1}$ ).

Para la determinación del coeficiente instantáneo de mortalidad por pesca ( $F$ ) y la tasa de explotación ( $E$ ), cualquiera de los tres estimados de ( $Z$ ) pudieron utilizarse por ser muy similares; sin embargo, se seleccionó el valor intermedio estimado por el método de Ehrhardt y Ault (1992) [ $Z = 0,61(0,47 - 0,71) \text{ año}^{-1}$ ]. En cuanto a ( $M$ ), por el contrario, para disminuir la incertidumbre en los resultados de ( $F$ ) y ( $E$ ) se seleccionaron tres valores diferentes que correspondieron al más conservador ( $M = 0,46 \text{ año}^{-1}$ ), el medianamente conservador ( $M = 0,35 \text{ año}^{-1}$ ) y el menos conservador ( $M = 0,27 \text{ año}^{-1}$ ).

Al utilizar el valor de ( $M = 0,46 \text{ año}^{-1}$ ) ( $F$ ) fue igual a  $0,15(0,01 - 0,25) \text{ año}^{-1}$ , mientras que para ( $M = 0,35 \text{ año}^{-1}$ ) y ( $M = 0,27 \text{ año}^{-1}$ ), los valores de ( $F$ ) fueron respectivamente  $0,26(0,12 - 0,36) \text{ año}^{-1}$  y  $0,34(0,20 - 0,44) \text{ año}^{-1}$ . Los valores de ( $E$ ) en cada caso fueron respectivamente  $0,25(0,02 - 0,35)$ ,  $0,43(0,20 - 0,59)$  y  $0,56(0,33 - 0,72)$  (Cuadro 1). Un valor de ( $E$ ) igual a  $0,5$  ha sido propuesto como una aproximación de un recurso

pesquero a su máximo rendimiento sostenible (Gulland 1983), mientras que algunos autores como Rochet y Trenkel (2003) consideran que ( $E = 0,5$ ) corresponde a un recurso pesquero al límite de su explotación y que está sobreexplotado cuando ( $E > 0,5$ ).

De allí que para los tres valores de ( $M$ ) considerados, se dedujeron dos escenarios en el nivel de explotación según los valores de ( $E$ ); un recurso moderadamente explotado para ( $M = 0,46 \text{ año}^{-1}$ ) [ $E = 0,25(0,02 - 0,35)$ ] y ( $M = 0,35 \text{ año}^{-1}$ ) [ $E = 0,43(0,20 - 0,59)$ ], y un recurso sobreexplotado para ( $M = 0,27 \text{ año}^{-1}$ ) [ $E = 0,56(0,33 - 0,72)$ ], y considerando el valor superior del intervalo para  $M = 0,35 \text{ año}^{-1}$  ( $E = 0,59$ ); estos últimos aproximadamente igual a los estimados por Agudelo *et al.* (2013) en el río Caquetá de Colombia ( $E = 0,63$  y  $0,72$ ), donde señalaron también una sobreexplotación del recurso bagre dorado.

La evaluación del recurso según los resultados de ( $E$ ) fue corroborada a través del modelo del rendimiento y biomasa por recluta de Thompson y Bell (1934), el cual considera algunas condiciones de la explotación para pronosticar el rendimiento y la biomasa a diferentes niveles de mortalidad por pesca, lo que constituye un enlace directo entre la evaluación del stock y el manejo del recurso (Sparre y Venema 1995).

El análisis de sensibilidad del modelo de rendimiento y biomasa por recluta para los valores de ( $M$ ) considerados, demostró que para ( $M = 0,46 \text{ año}^{-1}$ ) el ( $F$ ) actual [ $0,15(0,10 - 0,25) \text{ año}^{-1}$ ] se encontró por debajo del valor correspondiente al ( $F$ ) óptimo indicado por el  $F_{0.1}$  ( $F = 0,55 \text{ año}^{-1}$ ) y del ( $F$ ) que produjo la reducción de la biomasa en un 50% con relación a la biomasa virgen ( $B_{50\%} > 1$ ) (Figura 1); lo que evidenció la existencia de un recurso moderadamente explotado, como lo indicó el valor de ( $E$ ).

Igualmente, considerando a ( $M = 0,35 \text{ año}^{-1}$ ), el ( $F$ ) actual [ $0,26(0,12 - 0,36) \text{ año}^{-1}$ ] se ubicó por debajo del ( $F$ ) correspondiente al  $F_{0.1}$  ( $F = 0,50 \text{ año}^{-1}$ ) y del que redujo la biomasa por recluta en un 50% con relación a la biomasa virgen ( $B_{50\%} = 0,9$ ) (Figura 2), que indican que el recurso bagre dorado en el sector se encuentra moderadamente explotado.

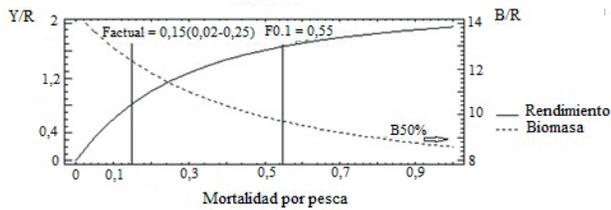


Figura 1. Rendimiento por recluta (Y/R) y biomasa por recluta (B/R) de *Brachyplatystoma rousseauxii* en el sector Caicara-Cabruta del río Orinoco.  $M = 0,46 \text{ año}^{-1}$

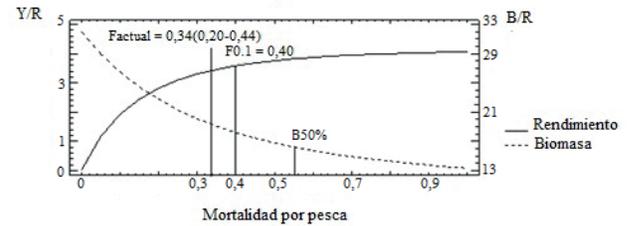


Figura 3. Rendimiento por recluta (Y/R) y biomasa por recluta (B/R) de *Brachyplatystoma rousseauxii* en el sector Caicara-Cabruta del río Orinoco.  $M = 0,27 \text{ año}^{-1}$

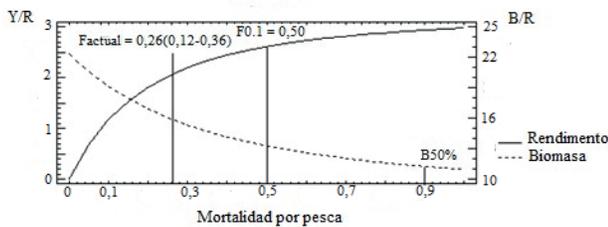


Figura 2. Rendimiento por recluta (Y/R) y biomasa por recluta (B/R) de *Brachyplatystoma rousseauxii* en el sector Caicara-Cabruta del río Orinoco.  $M = 0,35 \text{ año}^{-1}$

Sin embargo, considerando lo relativamente cerca que se encontró el valor superior del intervalo del (F) actual ( $F = 0,36 \text{ año}^{-1}$ ) con relación al (F) óptimo ( $F = 0,50 \text{ año}^{-1}$ ), con solo una diferencia del 28% aproximadamente, en el caso de ( $M = 0,35 \text{ año}^{-1}$ ) el recurso se encontraría en el límite de su explotación, tal como se demostró cuando se consideró a ( $M = 0,27 \text{ año}^{-1}$ ). En este último caso, el F actual [ $0,34(0,20 - 0,44) \text{ año}^{-1}$ ] se encontró aproximadamente en el límite del (F) óptimo indicado por el F0.1 ( $F = 0,40 \text{ año}^{-1}$ ) (Figura 3).

Al considerar el límite superior del intervalo del (F) actual ( $F = 0,44 \text{ año}$ ), éste estuvo cerca del (F) que produjo la reducción de la biomasa por recluta en un 50% con relación a la biomasa virgen ( $B50\% = 0,55 \text{ año}^{-1}$ ), con tan solo un 20% de diferencia.

Los estimados de ( $E = 0,59$ ) para ( $M = 0,35 \text{ año}^{-1}$ ) y [ $E = 0,56(0,33 - 0,72)$ ] para ( $M = 0,27 \text{ año}^{-1}$ )

indicaron una sobreexplotación del recurso por ser numéricamente mayor que 0,5 ( $E > 0,5$ ); sin embargo, su aproximación al límite de 0,5 podría indicar más bien la existencia de un recurso en el límite de su explotación, como lo demostró el modelo del rendimiento y la biomasa por recluta.

De acuerdo a los valores de (E) y el modelo del rendimiento y biomasa por recluta, se demostró la existencia de dos posibles escenarios relacionados con la existencia de un recurso moderadamente explotado y un recurso en el límite de su explotación, de los cuales el que más se adaptó a la realidad de un recurso bajo explotación fue el que señaló la presencia de un recurso en el límite de esta explotación.

Lo anterior, puede deducirse de un (M) cuya estimación, según las ecuaciones de Charnov *et al.* (2013) y Gislason *et al.* (2010), tomó en cuenta, además de los parámetros de crecimiento, el promedio de la longitud de los peces, los cuales, para efecto de la evaluación de la pesquería, debió ser la longitud de los peces plenamente explotados (Sparre y Venema 1995).

Los peces plenamente explotados fueron igualmente ejemplares sexualmente maduros (Novoa 2002) y los resultados de (M) que originaron ( $0,27$  y  $0,35 \text{ año}^{-1}$ ) se acercaron a los determinados por Agudelo *et al.* (2013) para peces sexualmente maduros del río Caquetá ( $0,32$  y  $0,42 \text{ año}^{-1}$ ). Dichos valores permiten una mayor aceptación con relación a (M), de los estimados según las ecuaciones de Pauly (1980) y Alverson y Carney (1975).

Los (M) estimados a partir de las ecuaciones de Pauly (1980) y Alverson y Carney (1975) demostraron la existencia de un recurso moderadamente explotado; sin embargo, por estar (M) vinculado solo con el crecimiento y asumir su constancia para todas las edades (peces maduros e inmaduros), los resultados originaron incertidumbre por cuanto (M) realmente varía con la edad (Brodziak *et al.* 2009) y la muestra estuvo constituida por peces de diferentes edades, que incluyeron ejemplares maduros e inmaduros (Novoa, 2002).

Agudelo *et al.* (2013) estimaron valores de (M) comprendidos entre 0,44 y 0,56 año<sup>-1</sup> para peces inmaduros en el río Caquetá, los cuales fueron aproximadamente igual a los estimados según las ecuaciones de Pauly (1980) y Alverson y Carney (1975) (respectivamente 0,46 y 0,45 año<sup>-1</sup>), por lo que, posiblemente, dichos resultados estuvieron influenciados por los peces inmaduros presentes en la muestra.

La conclusión de un recurso en el límite de su explotación pudo ser válida para el año 2008 cuando se realizaron los muestreos y no es descartable la posibilidad que actualmente, ocho años después, el recurso ya se encuentre en un nivel de sobreexplotación, tomando en cuenta que sigue siendo un objetivo importante para la pesca artesanal del sector Caicara-Cabruta y de todo el Orinoco.

Posiblemente el recurso ya entró en una sobrepesca de crecimiento debido a la relativamente pequeña longitud de primera captura que se extraen (88,5 cm de longitud total), aun cuando se encuentra legalmente por encima de la establecida en el reglamento en 85 cm de longitud total (Novoa 2002), por lo que hay la necesidad de incrementarla como una medida urgente para la conservación del recurso bagre dorado.

La simulación del modelo del rendimiento y la biomasa por recluta para una longitud de primera captura de 95 cm de longitud total, considerando el valor de (M) menos conservador (0,27 año<sup>-1</sup>), demostró que lo que sería el (F) actual [0,34(0,20-0,44) año<sup>-1</sup>] estaría por debajo del F0.1 (F = 0,55 año<sup>-1</sup>) y del (F) que produciría la reducción de la biomasa por recluta en un 50% con relación a la

biomasa virgen (B50% > 1), por lo que el recurso estaría moderadamente explotado (Figura 4).

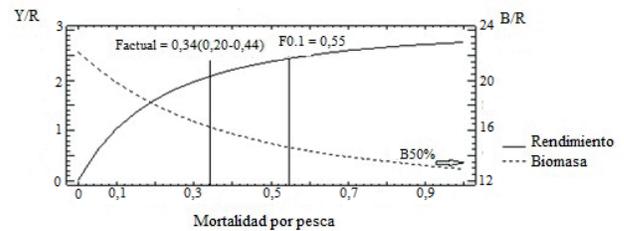


Figura 4. Rendimiento por recluta (Y/R) y biomasa por recluta (B/R) de *Brachyplatystoma rousseauxii* en el sector Caicara-Cabruta del río Orinoco. Lc = 95 cm de longitud total; M = 0,27 año<sup>-1</sup>

Se recomienda incrementar la longitud de primera captura hasta 95 cm de longitud total, considerando que en otras regiones como la Amazonía del Perú y el río Caquetá en Colombia, la longitud de primera captura está legalmente establecida en 91 y 85 cm de longitud estándar, respectivamente (IIAP 2011, FAO 2000).

Aumentar la longitud de primera captura implica incrementar el tamaño de la malla de las redes que normalmente se utilizan (14 cm de entrenado) (González 2010) hasta tamaños más grande, como referencia se tiene que la utilizada legalmente para la cuenca del Amazonas, por ejemplo, es de 20 y 22 cm de entrenados (FAO 2000).

Sin embargo, la longitud de primera captura y el tamaño de la malla de las redes que se pueden establecer para el río Orinoco dependerá de la determinación previa de la longitud de primera madurez sexual de la especie, la cual es desconocida, por cuanto la información que se tiene de 88 y 79 cm de longitud total para hembras y machos, respectivamente, corresponde realmente al río Caquetá en Colombia (Novoa 2002).

Establecer una longitud de primera captura adecuada protegería a los peces maduros durante su movimiento migratorio a lo largo del canal principal hasta la zona de desove en el tramo occidental del río Orinoco (Novoa 2002), ya que son capturados en mayor intensidad cuando

tienen un longitud promedio de 82 cm de longitud total (González *et al.* 2015), talla que es inferior a la longitud de primera madurez reportada para otras regiones como el río Caquetá (Agudelo *et al.* 2013) y la Amazonía peruana (García *et al.* 2009).

El incremento de la longitud de primera captura, dependiendo de la determinación exacta de la longitud de primera madurez, constituye una medida inmediata para la conservación del recurso bagre dorado, siempre y cuando se garantice su estricta aplicación y se sensibilice a los pescadores, la industria pesquera y los mercados locales, en cuanto a la importancia de no permitir el desembarco de peces con longitudes inferiores a la talla mínima que legalmente se establezca.

### CONCLUSIONES

La tasa de explotación del bagre dorado *Brachyplatystoma rousseauxii* en el sector Caicara-Cabruta del río Orinoco se encuentra cerca del valor límite de explotación establecido para el recurso, con una mortalidad por pesca relativamente cerca de la mortalidad óptima.

La longitud de primera captura que se aplica en el sector (88,5 cm de longitud total), se encuentra por encima del límite legal establecido en 85 cm de longitud total, sin embargo, conduce a una sobreexplotación del recurso bagre dorado, por esto es necesario incrementar esta medida hasta 95 cm de longitud total o más, dependiendo de la determinación exacta de la longitud de primera madurez de la especie en el río Orinoco.

### LITERATURA CITADA

- Agudelo, CE; Joven León, AV; Bonilla-Castillo, CA; Petre Junior, M; Peláez, M; Duponchelle, F. 2013. Breeding, growth and exploitation of *Brachyplatystoma rousseauxii* Castelnau, 1855 in the Caqueta River, Colombia. *Neotropical Ichthyology* 11(3):637 – 647.
- Alonso, JC. 2002. Padrão espaço - temporal da estrutura populacional e estado atual de exploração pesqueira da dourada *Brachyplatystoma flavicans*, Castelnau, 1855 (Siluriformes: Pimelodidae), no sistema estuário-Amazonas-Solimões. Tesis de Doctorado. Manaus, Brasil, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia y Universidade Federal do Amazonas. 217 p.
- Alverson, DL; Carney, MJ. 1975. A graphic review of the growth and decay of population cohorts. *ICES Journal of Marine Science* 36(2):133-143.
- Barbarino, A; Ramírez, J; Contreras, C; Alvarado, J; Pérez, A; Castillo, O; Ortega, O; González, A; Martínez, A; Hernández, G; Silva, A. 2012. Evaluación y propuesta de manejo de las pesquerías más importantes de la Orinoquia Venezolana, con énfasis en el ciclo reproductivo, dinámica poblacional y contenido de metales pesados y órgano clorados, en la musculatura de los grandes bagres del género *Brachyplatystoma*. Informe del Plan para el Desarrollo Sustentable de la Pesca Continental Nacional. Caracas. Venezuela. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). 48 p.
- Barthem, R; Goulding, M. 1997. The Catfish Connection: Ecology, Migration, and Conservation of Amazon Predators. Columbia University Press, Nueva York, Estados Unidos de América. 144 p.
- Beverton, RJH; Holt, SJ. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Great Britain. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Series II. 19. 533 p.
- Brodziak, J; Ianelli, J; Lorenzen, K; Methot Jr, RD. (eds.). 2011. Estimating natural mortality in stock assessment applications. U.S. Department Commerce, NOAA Technical Memorandum. 38 p. NMFS-F/SPO-119.
- Caddy, JF; Mahon, R. 1995. References point for fisheries management. FAO Fisheries Technical Paper. Roma, Italia (347). 83 p.
- Charnov, EL; Gislason, H; Pope, JG. 2013. Evolutionary assembly rules for fish life histories. *Fish and Fisheries* 14(2):213-324.
- Cubillos, L; Araya, M. 2007. Estimaciones empíricas de mortalidad natural en el bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*

- Smith, 1898). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 42(3):287-297.
- Ehrhardt, NM; Ault, JS. 1992. Analysis of two length-based mortality models applied to bounded catch length frequencies. *Transactions of the American Fisheries Society* 121(1):115-122.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2000. Informe del taller regional sobre manejo de las pesquerías de bagres migratorios del Amazonas. Comisión de Pesca Continental para América Latina (COPESCAL); Programa de Cooperación Gubernamental FAO/Noruega. Roma, Italia. 22 p. GCP/INT/648 NOR. Informe de campo F-5.
- García Vásquez, A; Alonso, JC; Carvajal, F; Moreau, J; Nuñez, J; Renno, JF; Tello, S; Montreuil, V; Duponchelle, F. 2009. Life-history characteristics of the large Amazonian migratory catfish *Brachyplatystoma rousseauxii* in the Iquitos region, Peru. *Journal of Fish Biology* 75(10):2527-2551.
- Gayanilo Jr, FC; Sparre, P; Pauly, D. 1994. The FAO-ICLARM stock assessment tools (FISAT) User's Guide. 186 p. FAO Computerized Information Series (Fisheries). No. 6.
- Gislason, H; Daan, N; Rice, JC; Pope, JG. 2010. Size, growth, temperature and the natural mortality of marine fish. *Fish and Fisheries* 11(2):149-58.
- González, AR. 2010. Dinámica poblacional del bagre dorado *Brachyplatystoma rousseauxii* en el sector Caicara - Cabruta del Orinoco en Venezuela. Trabajo de Ascenso. Caicara del Orinoco, Venezuela, Instituto Limnológico, Universidad de Oriente. 41 p.
- González, AR; Mendoza, J; Arocha, F; Márquez, A. 2015. Edad y crecimiento del bagre dorado *Brachyplatystoma rousseauxii* del Orinoco medio según anillos de la espina pectoral. *Zootecnia Tropical* 33(2):153-161.
- Gulland, JA. 1983. Fish stock assessment. A manual of basic methods. FAO/Wiley Ser. on Food and Agriculture 1: 233 p.
- Hoyos, C; López, D; Fontiveros, R. 2012. Principales especies de peces comerciales del eje Orinoco-Apure (Guía de campo). 2 ed. Instituto Socialista de la Pesca y Acuicultura (INSOPESCA). Caracas, Venezuela. 68p
- IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana). 2011. Propuesta de manejo de poblaciones naturales de ocho especies de peces de importancia comercial en Loreto: Proyecto Evaluación para el Manejo de Recursos Pesqueros Amazónicos (PESCA). Programa de Investigación para el Uso y Conservación del Agua y sus Recursos – AQUAREC. Iquitos, Perú 17 p.
- Jensen, AL. 2000. Harvest reference points for the Beverton and Holt dynamic pool model. *Fisheries Research* 47(1):93-96.
- Lundberg, JG; Akama, A. 2005. *Brachyplatystoma capapretum*: a New Species of Goliath Catfish from the Amazon Basin, with a Reclassification of Allied Catfishes (Siluriformes: Pimelodidae). *Copeia* (3):492-516.
- Muñoz-Sosa, DL. 1996. Age structure and exploitation of Giant Catfish populations (*Brachyplatystoma* sp.) in the Lower Caqueta River, Colombia. Tesis de Maestría. Siracusa. Nueva York. Estados Unidos de América. College of Environmental Science and Forestry, State University of New York. 100 p.
- Novoa, D; Ramos, F; Cartaya, E. 1984. Las pesquerías artesanales del río Orinoco, sector Caicara - Cabruta. Parte I. Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle 121(44):163-215.
- Novoa, DF. 2002. Los recursos pesqueros del eje fluvial Orinoco-Apure: presente y futuro. Ministerio de Agricultura y Tierra, Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INAPESCA), Caracas. 148 p.

- Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *ICES Journal of Marine Science*, 39(2):175-192.
- Penha, JMF; Mateus, LAF. 2007. Sustainable harvest of two large predatory catfish in the Cuiabá river basin, northern Pantanal, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 67(1):81-89.
- Rochet, MJ; Trenkel, VM. 2003. Which community indicators can measure the impact of fishing? A review and proposals. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 60(1):86-99.
- Ruffino, ML; Isaac, VJ. 1995. Reproductive strategies and biological parameters of several Brazilian Amazon fish species. *NAGA, the ICLARM Quarterly* 18(4):41-45.
- Sparre, P; Venema, SC. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales - Parte 1: Manual. 420 p. FAO Documento técnico de pesca. 306/1. Rev.1
- Thompson, WF; Bell, FH. 1934. Biological statistics of the Pacific halibut fishery: (2) effect of changes in intensity upon total yield and yield per unit of gear. Seattle, Washington. 49 p. Report of the International Fisheries Commission. No. 8.

## Morfologia espermática em tilápia tailandesa alimentada com diferentes fontes de óleo

Rodrigo D. Navarro<sup>1\*</sup>, Viviane O. Felizardo<sup>2</sup>, Luis D. S. Murgas<sup>2</sup>, Marcelo M. Pereira<sup>4</sup>, Aline F. S. Carvalho<sup>2</sup>, Fernanda K. S. P. Navarro<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade de Brasília, Laboratório de Aquicultura e de Biotecnologia de Organismo Aquáticos, Brasil. <sup>2</sup>Universidade Federal de Lavras, Setor de Fisiologia Animal e Famacologia, Brasil. <sup>3</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Brasil. <sup>4</sup>Fundação do Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro, Centro de Treinamento em Aquicultura, Brasil. \*Email: navarrounb@gmail.com

### RESUMO

Fontes habitualmente utilizadas para a fabricação de ração para peixes, como o óleo de peixe têm um custo alto para a indústria de rações e por isso é necessário pesquisa em fontes alternativas. Objetivou-se avaliar a morfologia do esperma fresco da tilápia tailandesa alimentados com dietas contendo diferentes fontes de óleo. Foram utilizadas 80 tilápias tailandesas alimentadas com dietas contendo quatro fontes de óleo (T1: óleo de soja, T2: óleo de linhaça, T3: óleo de peixe, T4: óleo de milho). Os peixes foram alimentados com 5% de peso corporal, oferecidas três vezes por dia. A cada 15 dias foram realizados biometrias para ajuste da ração. Adotou-se o ciclo luz/escuro de 12:12 h. A temperatura foi medida duas vezes por dia (7:00 e 17:00 h), o oxigênio dissolvido, medido por um oxímetro digital e amônia a cada sete dias utilizando um kit de amônia. Uma maior frequência de anormalidades espermáticas foi observada no grupo de peixes alimentados com dieta suplementada com óleo de peixe (cabeça isolada, cauda degenerada e cauda gota distal). Neste trabalho, o tratamento utilizando óleo de peixe foi o que apresentou maior porcentagem de anormalidades. A utilização de óleo de soja e linhaça parece ser mais eficiente nas avaliações da integridade do sêmen *in natura*, por estar vinculado a menores índices de anormalidade no sêmen de tilápias.

Palavras Chave: óleo de soja, óleo de linhaça, óleo de milho, óleo de peixe, nutrição de reprodutores, *Oreochromis niloticus*.

## Sperm morphology in Thai tilapia fed with different sources of oil

### ABSTRACT

Sources commonly used for the manufacture of fish feed such as fish oil have a high cost to the feed industry and therefore research into alternative sources is needed. The objective of this study was to evaluate the morphology of fresh sperm from Thai tilapia Fed diets containing different oil sources. Eighty Thai tilapia fed diets containing four sources of oil were used (T1: soybean oil, T2: linseed oil, T3: fish oil, T4: corn oil). The fish were fed 5% of body weight, offered three times a day. Biometrics were performed every 15 days to adjust the feed. The light / dark cycle of 12:12 h was adopted. The temperature was measured twice a day (7:00 a.m. and 5:00 p.m.), dissolved oxygen as measured by a digital oximeter and ammonia every seven days using an ammonia kit. A higher frequency of sperm abnormalities was observed in the group of fish fed a diet supplemented with fish oil (isolated head, degenerated tail and distal droplet tail), in which fish oil treatment presented the highest percentage of abnormalities. use of soybean oil and flaxseed appears to be more efficient in assessing the integrity of semen in natura, because it is linked to lower rates of abnormality in tilapia semen.

Key Words: soybean oil, linseed oil, corn oil, fish oil, breeding nutrition, *Oreochromis niloticus*

Aprobado: Abril 2019

## Morfología espermática en tilapias tailandesas alimentadas con diferentes fuentes de aceite

### RESUMEN

Las fuentes habitualmente utilizadas para la fabricación de alimento para peces, como el aceite de pescado, tienen un alto costo para la industria de raciones y por eso es necesario investigar en fuentes alternativas. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la morfología espermática del semen fresco de tilapia tailandesa alimentadas con dietas que contenían diferentes fuentes de aceite. Se utilizaron 80 tilapias tailandesas asignadas a cuatro grupos T1: aceite de soja, T2: aceite de linaza, T3: aceite de pescado y T4: aceite de maíz. Los peces fueron alimentados con un 5% de peso corporal, ofrecidos tres veces al día. Cada 15 días se realizaron biometrios para el ajuste de la ración. Se adoptó el ciclo luz / oscuro de 12:12 h. La temperatura se midió dos veces al día (7:00 y 17:00 h), el oxígeno disuelto, medido por un oxímetro digital y amoníaco cada siete días utilizando un kit de amoníaco. En el grupo de peces alimentados con dieta suplementada con aceite de pescado (cabeza aislada, cola degenerada y cola gota distal, se observó una mayor frecuencia de anomalías espermáticas en el grupo de peces alimentados con aceite de pescado (cabeza aislada, cola degenerada y gota citoplasmática distal). En este trabajo, el tratamiento utilizando aceite de pescado fue el que presentó mayor porcentaje de anomalías. El uso de aceite de soja y linaza parece ser más eficiente en las evaluaciones de la integridad del semen in natura, por estar vinculado a menores índices de anomalía en el semen de tilapias.

Palabras clave: aceite de soja, aceite de linaza, aceite de maíz, aceite de pescado, nutrición de reproductores, *Oreochromis niloticus*.

### INTRODUÇÃO

A aquicultura economicamente viável depende, em grande parte, de um fornecimento confiável de ovos férteis e alevinos, os quais podem ser produzidos com estoques de reprodutores mantidos em condições adequadas. A função desses reprodutores é influenciada por diversos fatores, além da nutrição; condição climática do local de criação especialmente o fotoperíodo, a temperatura e as chuvas (Miliorini 2007). Quanto à nutrição, está diretamente ligada à reprodução e qualidade dos ovos, e por isso a dieta dos peixes deve ser feita de acordo com sua exigência nutricional (Watanabe *et al.* 1985). Contudo, grande parte das pesquisas está ligada apenas à determinação do nível proteico que seja capaz de promover um maior desempenho produtivo (Andrade 2007).

Fontes habitualmente utilizadas para a fabricação de ração para esses animais, como o óleo de peixe têm um custo alto para a indústria de rações e por isso é fundamental que sejam feitos estudos na busca de fontes alternativas para esses ingredientes sem que se comprometa o

desenvolvimento dos peixes (Bell *et al.* 1997). Nesse sentido, a utilização de alguns óleos vegetais é uma alternativa que pode ser eficaz em diminuir o custo das rações, além de ser fonte de ácidos graxos essenciais necessários ao desenvolvimento de peixes (Martino *et al.* 2002). Alguns óleos, a exemplo dos óleos de soja e linhaça, tem sua composição formada por ácido linolênico em alta quantidade, precursor do ácido eicosapentanoico (EPA) e do Ácido docosahexanoico (DHA; Pereira *et al.* 2003), esses ácidos graxos são importantes na composição de membrana plasmáticas, proporcionando maior número de ovos viáveis e melhor qualidade de sêmen (Navarro *et al.* 2010, 2014).

Existem poucos estudos que avaliam a influência da dieta sobre a morfologia espermática, particularmente a relação da suplementação com diferentes fontes de óleo e a presença de anomalias no esperma da tilápia. A determinação desses defeitos pode servir como um parâmetro para alertar o potencial de fertilização do sêmen e fazer inferências sobre a sua qualidade (Murgas *et al.* 2011).

Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar a morfologia de espermatozoides do sêmen *in natura* de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com ração contendo diferentes fontes de óleo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado com machos de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*) com peso inicial de (167 ± 0,88 g), na Estação de Piscicultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, Brasil, durante 2 meses.

Foram utilizados 80 tilápias, 20 peixes por tratamento. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos com quatro repetições de acordo com Navarro *et al.* (2006) e alimentados com uma dieta com 32% PB isoprotéicas e isoenergéticas 3300 kcal ED / kg com quatro fontes de óleo, T1: óleo de soja (OL), T2: óleo de linhaça (OS), T3: óleo de peixe (OP), T4: óleo de milho (OM) (Tabela 1).

Os peixes foram alimentados com 5% de peso corporal, oferecidas três vezes por dia (8:00, 13:00 e 18:00 h). A cada 15 dias foram realizados biometrias para ajuste da ração. Adotou-se o ciclo luz/escuro de 12:12 h. A temperatura foi

Tabela 1. Composições percentuais, químicas e calculadas das dietas experimentais.

| Ingredientes                                 | Dietas  |         |         |         |
|--|---------|---------|---------|---------|
|  | T1      | T2      | T3      | T4      |
| Farelo de soja (%)                           | 60,00   | 60,00   | 60,00   | 60,00   |
| Farelo de trigo (%)                          | 21,16   | 21,16   | 21,16   | 21,16   |
| Milho (%)                                    | 9,80    | 9,80    | 9,80    | 9,80    |
| Óleo de soja (%)                             | 6,75    | -       | -       | -       |
| Óleo de linhaça (%)                          | -       | 6,75    | -       | -       |
| Óleo de peixe (%)                            | -       | -       | 6,75    | -       |
| Óleo de milho (%)                            | -       | -       | -       | 6,75    |
| Fosfato bicalcio                             | 0,10    | 0,10    | 0,10    | 0,10    |
| Premix mineral e vitamínico (%) <sup>3</sup> | 0,60    | 0,60    | 0,60    | 0,60    |
| Calcário (%)                                 | 0,62    | 0,62    | 0,62    | 0,62    |
| Antioxidante (BHT)                           | 0,02    | 0,02    | 0,02    | 0,02    |
| Metionina (%)                                | 0,55    | 0,55    | 0,55    | 0,55    |
| Sal (%)                                      | 0,40    | 0,40    | 0,40    | 0,40    |
| <b>Níveis nutricionais</b>                   |         |         |         |         |
| Proteína bruta (%) <sup>1</sup>              | 31,98   | 31,98   | 31,98   | 31,98   |
| Energia bruta (kcal/kg) <sup>2</sup>         | 3299,02 | 3299,02 | 3299,02 | 3299,02 |
| Extrato etéreo (%) <sup>1</sup>              | 8,01    | 8,01    | 8,01    | 8,01    |
| Fibra bruta (%) <sup>1</sup>                 | 5,71    | 5,71    | 5,71    | 5,71    |
| Cálcio (%)                                   | 0,48    | 0,48    | 0,48    | 0,48    |
| Fósforo (%)                                  | 0,59    | 0,59    | 0,59    | 0,59    |

1 Com base nas análises do laboratório de Nutrição/DZO.

2 Baseado em valores de referência estabelecidos por Furuya (2010)

3 Premix vitamínico comercial (5 kg/ton), com níveis de garantia por quilograma de produto: Vit. A, 1.200.000 UI; Vit. D3, 200.000 UI; Vit k3, 2.400 mg; Vit B3, 4.800 mg; Vit B2, 4.800 mg, Vit B6, 4.000 mg, Vit B12, 4.800 mg, ác. Fólico, 1.200 mg; pantotenato Ca 12.000mg; Vit. C, 48.000 mg; biotina, 48 mg; cloreto de colina, 108.000 mg; niacina, 24.000 mg; e premix mineral comercial (1 kg/ton), com níveis de garantia por quilograma do produto: Fe, 50.000 mg; Cu, 3.000 mg; 20.000 mg; Mn, 20.000 mg; Zn, 3.000 mg; I, 100 mg; Co, 10 mg; Se, 100 mg.

medida duas vezes por dia (7:00 e 17:00 h), o oxigênio dissolvido, medido por um oxímetro digital (YSI Bernauer, Blumenau, Brasil) e amônia a cada sete dias com kit de amonia. O pH e temperatura foram medidos por um aparelho digital de multi-parâmetro medidor de pH por pHmetro portátil (Bernauer F-1002, Blumenau, Brasil). Durante o estudo, a temperatura da água foi controlada e mantida em  $28,23 \pm 0,63$  °C, enquanto o pH e o oxigênio dissolvido foram  $7,25 \pm 0,58$  e  $5,23 \pm 0,85$  mg L<sup>-1</sup>, respectivamente.

Após o período de alimentação, os animais foram levados para aquários de 1.000 litros. A captura dos animais foi realizada por um puçá e toalha molhada. Com os olhos vendados a papila urogenital foi limpa e seca com uma toalha de papel, pressões suaves foram realizadas na parede abdominal, no sentido crânio-caudal e foram coletados ejaculados individuais. Verificou-se que não havia contaminação do sêmen por urina, sangue ou fezes, e se o mesmo não havia sido ativado. Quando houve previa ativação seminal, o sêmen foi descartado. Todo procedimento foi utilizando o microscópio de luz do Departamento de Veterinária da UFLA. O ejaculado foi colhido num tubo de ensaio estéril, imerso em gelo, protegido da luz, para posterior análise laboratorial.

As amostras de sêmen "fresco" para vinte animais de cada tratamento foram utilizadas para análises morfológicas, que foram observadas por microscopia de luz, com iluminação fluorescente Incident (Nikon, modelo Optiphot-2), no Laboratório de Microbiologia do Solo do Departamento de Ciência do solo da UFLA. Uma alíquota de 10 µL de sêmen fresco foi diluído em 990 mL de solução-citrato-formalina. Em seguida, a fracção de 10 µL da amostra foi fixada em uma lâmina de vidro, coradas pelo método de rosa bengala e cobertas por a lamínula. O teste consistiu na observação do morfologia de 100 células de esperma em vários campos em toda a lâmina, conforme metodologia utilizada por Miliorini *et al.* (2011).

O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis a 5% foi utilizado, a partir do software SAS (2001), para análise das anomalias espermáticas presentes.

## RESULTADO E DISCUSSÃO

Uma maior frequência de anormalidades espermáticas ( $P < 0,05$ ) foi observada no grupo de peixes alimentados com dieta suplementada com óleo de peixe (T3) (cabeça isolada, cauda degenerada e gota citoplasmática distal (Tabela 2). Segundo alguns pesquisadores a associação do óleo de peixe com substâncias antioxidantes, como vitamina E e selênio é primordial para prevenir alterações morfológicas dos espermatozoides (Maldjian *et al.* 2005). Como a inclusão destes antioxidantes não foi realizada no presente experimento, isto pode ter favorecido a este maior número de anomalias no tratamento com óleo de peixe, que segundo Oliveira *et al.* (2006) apresenta uma menor concentração de ômega 3 e 6 que óleo de linhaça, apesar do óleo de peixe apresentar maiores níveis de ácido docosahexaenóico (DHA) e de ácido eicosapentaenóico (EPA), também importantes para manutenção qualidade espermática.

Strzezek *et al.* (2004) e Oliveira *et al.* (2006) relatam que a relação entre os ácidos graxos da série -3 e -6 na dieta pode ser essencial na manutenção da qualidade do sêmen *in natura*, uma vez que a fluidez da membrana dos espermatozoides está relacionada à sua composição lipídica. Murgas *et al.* (2001) e Oliveira *et al.* (2006) verificaram que os ácidos gordos poli-insaturados de cadeia longa  $\omega$ -3 são componentes importantes de fosfolípidos das membranas biológicas e têm sido consideradas como essenciais para a manutenção das propriedades físico-químicas das membranas testiculares.

Oliveira *et al.* (2006) observaram, em varrões, um efeito significativo para alterações de cauda ( $P < 0,05$ ), sendo que o tratamento com óleo de peixe apresentou maiores alterações quando comparado aos demais tratamentos (controle, óleo de linhaça, óleo comercial com alto teor de ácidos graxos poliinsaturados). No presente estudo, foi verificado, na maioria dos tratamentos, um maior número de anomalias de cauda quando comparado a anomalias de cabeça (Tabela 2). Isto pode estar relacionado a maior produção de substâncias resultantes da peroxidação lipídica na região da cauda, devido ao maior número de

mitocôndrias e com isso a maior atividade de oxigênio na região espermática (Chatterjee e Gagnon 2001).

A integridade das estruturas espermáticas (cabeça, peça intermediária e cauda) são essenciais para o bom desempenho dos espermatozoides (Kavamoto *et al.* 1999), pois, anormalidades morfológicas no sêmen podem reduzir a fertilização (Cosson 1999). A inclusão de diferentes tipos de óleo na dieta pode ser utilizada para reduzir o número total desses defeitos, uma vez que no presente estudo foram encontradas porcentagens inferiores (6,4 - 10,7%) de anormalidades em comparação com outros estudos em que não houveram inclusão de óleos de peixe ou vegetais, como Mataveli *et al.* (2007) para a

tilápia do Nilo (16,28%) e Kavamoto *et al.* (1999) para curimatá (*Prochilodus scrofa*; 90,46%). Em média, as anormalidades totais verificadas em espécies nativas, cuja dieta não foi suplementada com fontes de óleos, como *Prochilodus lineatus*, *Piaractus mesopotamicus* e *Brycon orbignyanus* são superiores a 12% (Andrade *et al.* 2014).

A porcentagem de anormalidades totais verificada no presente estudo é considerada dentro dos limites aceitáveis para a utilização na fertilização de ovócitos (Tabela 2), de acordo com Miliorini *et al.* (2011) uma porcentagem acima de 50% de espermatozoides normais é necessário para que haja uma boa fertilização na reprodução artificial.

Tabela 2. Médias das anormalidades de cabeça e cauda do sêmen “*in natura*” de tilápia Tailandesa em relação à fonte de óleo utilizado

| Anormalidade               | Diets            |                  |                   |                   |        |
|----------------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------|
|                            | T1               | T2               | T3                | T4                | P      |
| Macrocefalia               | 0,0              | 0,0              | 0,0               | 0,0               | 1,000  |
| Microcefalia               | 0,3              | 0,0              | 0,0               | 0,2               | 0,1036 |
| Cabeça Degenerada          | 0,0              | 0,4              | 0,0               | 0,2               | 0,1705 |
| Cabeça Isolada             | 0,1 <sup>b</sup> | 0,2 <sup>b</sup> | 1,2 <sup>a</sup>  | 0,6 <sup>ab</sup> | 0,0001 |
| Cabeça Gota Proximal       | 0,6              | 0,6              | 0,8               | 0,2               | 0,0580 |
| Soma Cabeça                | 1,3              | 1,2              | 2,0               | 1,2               | 0,1859 |
| Cauda Fraturada            | 0,0 <sup>b</sup> | 0,3 <sup>a</sup> | 0,0 <sup>b</sup>  | 0,0 <sup>b</sup>  | 0,0235 |
| Cauda Enrolada             | 0,0              | 0,2              | 0,2               | 0,2               | 0,5136 |
| Cauda Degenerada           | 0,8 <sup>b</sup> | 1,0 <sup>b</sup> | 2,4 <sup>a</sup>  | 1,2 <sup>b</sup>  | 0,0001 |
| Cauda Dobrada              | 0,9              | 0,8              | 0,6               | 1,0               | 0,1161 |
| Gota citoplasmática distal | 3,4 <sup>b</sup> | 3,2 <sup>b</sup> | 5,2 <sup>a</sup>  | 4,0 <sup>ab</sup> | 0,0001 |
| Soma Cauda                 | 5,1 <sup>b</sup> | 5,5 <sup>b</sup> | 8,4 <sup>a</sup>  | 6,4 <sup>ab</sup> | 0,0001 |
| Total de Anormalidade      | 6,4 <sup>b</sup> | 6,7 <sup>b</sup> | 10,4 <sup>a</sup> | 7,6 <sup>ab</sup> | 0,0043 |

Médias na mesma linha com letras diferentes são significativamente diferentes de acordo com a teste Kruskal-Wallis (P<0,05).

## CONCLUSÃO

A utilização de óleo de soja e linhaça parece ser mais eficiente nas avaliações da integridade do sêmen *in natura*, por estar vinculado a menores índices de anormalidade no sêmen de tilápias.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço o PNPd/CNPq pela bolsa concedida e financiamento do projeto.

## LITERATURA CITADA

Andrade, VX. 2007. Desempenho reprodutivo do pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829), criado em sistema intensivo com dietas contendo diferentes níveis proteicos e suplementada com óleo de milho. Tese de doutorado. Jaboticabal, Brasil. Universidade Estadual Paulista. 98p.

- Andrade, ES; Paula, DAJ; Felizardo, VO; Murgas, LDS; Veras, GC; Rosa, PV. 2014. Milt cryopreservation for rheophilic fish threatened by Extinction in the Rio Grande, Brazil. *CryoLetters* 35(1):8-14.
- Bell, MV; Farndale, BM; Bruce, MP; Navas, JM; Carrilo, M. 1997. Effect of broodstock dietary lipid on fatty acid compositions of eggs from sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Aquaculture* 149:107-119.
- Cosson, J; Billard, R; Cibert, C; Dreanno, C; Suquet, M. 1999. Regulation of axonemal wave parameters of fish spermatozoa by ionic factors. In Gagnon, C (ed.). *The male gamete: from basic knowledge to clinical applications*. Paris, França, Cache River. p. 161-186.
- Chatterjee, S; Gagnon, C. 2001. Production of reactive oxygen species by spermatozoa undergoing cooling, freezing, and thawing. *Molecular Reproduction Development* 59(4):451-458.
- Kavamoto, ET; Barnabe, VH; Campos, BES; Andrade-Talmelli, EF. 1999. Anormalidades morfológicas nos espermatozóides do curimatá, *Prochilodus lineatus* (Steindachner, 1881) (Osteichthyes, Characiformes, Prochilodontidae). *Boletim do Instituto de Pesca* 25:61-66.
- Martino, RC; Cyrino, JEP; Portz, L; Trugo, LC. 2002. Performance and fatty acid composition of surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*) fed diets with animal and plant lipids. *Aquaculture* 209(1-4):233-246.
- Mataveli, M; Moraes, GV; Streit Jr, DP; Vargas, LDM; Sakaguti, ES; Toninato, JC; Barbosa, RC; Merlini, L. 2007. Avaliação da qualidade do sêmen de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagem chitralada, suplementada com diferentes concentrações de vitamina C. *Boletim do Instituto de Pesca* 33(1): 1-7.
- Miliorini, AB; Murgas, LDS; Rosa, PV; Oberlender, G; Pereira, GJM; Costa, DV. 2011. A morphological classification proposal for curimatá (*Prochilodus lineatus*) sperm damages after cryopreservation. *Aquaculture research* 42(2):177-187.
- Murgas, LDS; Oliveira, AIGF; Lima, JAF. 2001. Desempenho reprodutivo de varrões híbridos alimentados com rações suplementadas com óleo de soja como fonte de ácidos graxos. *Revista Ciência e Tecnologia* 25:1423-1434.
- Murgas, LDS; Felizardo, VO; Ferreira, MR; Andrade, ES; Veras, GC. 2011. Importância da avaliação dos parâmetros reprodutivos em peixes nativos. *Revista Brasileira de Reprodução Animal* 35(2):186-191.
- Navarro, RD; Matta, SLP; Lanna, EAT; Donzele, JL; Rodrigues, SS; Silva, RF; Calado, LL; Ribeiro Filho, OP. 2006. Níveis de energia digestível na dieta de piauçu (*Leporinus macrocephalus*) no desenvolvimento testicular em estágio pós-larval. *Zootecnia Tropical* 24(2):153-163.
- Navarro, RD; Navarro, FKSP; Seixas Filho, JT; Ribeiro Filho, OP. 2010. Nutrição e alimentação de reprodutores de peixes. *Revista Augustus* (30):108-118.
- Navarro, RD; Navarro, FKS; Felizardo, VO; Murgas, LDS; Pereira, MM. 2014. Cryopreservation of semen of Thailand tilapia (*Oreochromis* spp.) fed diet with different oil sources. *Acta Scientiarum Technology* 36(3):399-404.
- Ng, WK; Lim, PK; Boey, PL. 2003. Dietary lipid palm oil sources affects growth, fatty acid composition and muscle  $\alpha$ -tocopherol concentration of African catfish, (*Clarias gariepinus*). *Aquaculture* 215(1-4):29-43.
- Oliveira, SL; Fialho, ET; Murgas, LDS; Lima, JAF; Freitas, RTF; Zangerônimo, MG. 2006. Efeito da inclusão de diferentes tipos de óleos na dieta de varrões sobre a qualidade do sêmen in natura. *Ciência e Agrotecnologia* 30(6):1205-1210.
- Pereira, SL; Leonard, AE; Mukerji, P. 2003. Recent advances in the study of fatty acids desaturases from animals and lower eukaryotes. Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids 68(2):97-106

SAS Institute. 2001. SAS/ACCESS® 9.0. Cary, North Carolina, USA. SAS, Institute Inc.

Strzezek, J; Fraser, L; Kuklinska, M; Dziekonska, A; Lecewicz, M. 2004. Effects of dietary supplementation with polyunsaturated fatty acids and antioxidants on biochemical characteristics of boar semen. *Reproductive Biology* 4(3):271-287.

Watanabe, T. 1985. Importance of the study of broodstock nutrition for further development of aquaculture. *In* Cowey, CB; Mackie, AM; Bell, JG. (Eds.). *Nutrition and feeding in fish*. London, UK, Academic Press. p. 395-414.

## **Dinámica reproductiva del camarón gigante de agua dulce *Macrobrachium rosenbergii* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) en el río Morocoto, estado Sucre, Venezuela**

César A. Graziani P.<sup>1</sup>; Carlos A. Moreno M.<sup>2\*</sup>; Alexander J. Barrios<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Universidad de Oriente, Departamento de Biología, Sucre, Venezuela. <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Delta Amacuro, Venezuela. <sup>3</sup>Instituto Oceanográfico de Venezuela, Departamento de Biología Pesquera, Sucre, Venezuela. \*Correo electrónico: pescador1561967@gmail.com.

### **RESUMEN**

La presencia de poblaciones del camarón exótico de río *Macrobrachium rosenbergii* en cuerpos de agua al sur de la península de Paria, obliga a realizar investigaciones sobre su establecimiento y efectos sobre los recursos autóctonos, con miras a su aprovechamiento racional. Su introducción al país fue en el año 1979, y se cultivó con producciones significativas hasta 1996. Se evaluó la dinámica reproductiva del camarón de río *M. rosenbergii* en el río Morocoto del estado Sucre. Las capturas se realizaron mensualmente con atarrayas, de marzo de 2003 a agosto de 2004, durante la noche, en un trayecto de 1,5 km. Se determinó la proporción sexual, talla mínima de madurez sexual, índice gonadosomático, así como la fecundidad, escala de madurez ovárica y época de desove. Se capturaron 591 camarones; la proporción sexual fue de 1,12:1 a favor de los machos. Se determinaron seis estadios de desarrollo del ovario, presentando ovogénesis del tipo sincrónica. En las hembras, la talla mínima de madurez sexual fue de 109,55 mm de longitud total y de 50 mm de longitud total para los machos. El índice gonadosomático fue superior ( $P < 0,001$ ) en las hembras no ovadas al inicio de las lluvias. El período de actividad reproductiva, determinado por la condición del ovario, el índice gonadosomático y la presencia de hembras ovadas, coincide con la temporada de lluvias en la zona. La fecundidad absoluta promedio fue de  $82.853 \pm 25.033$  huevos, donde su variabilidad depende de la longitud de algunas regiones corporales de la hembra.

Palabras clave: Camarón de río, *Macrobrachium rosenbergii*, época de reproducción, fecundidad, histología.

---

## **Reproductive dynamics of giant freshwater shrimp *Macrobrachium rosenbergii* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) in the Morocoto river, Sucre state, Venezuela**

### **ABSTRACT**

The presence of exotic freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* populations in water bodies south of the Peninsula of Paria, requires research on its establishment and effect on indigenous resources, with a view to their rational use. Its introduction to the country was in 1979, cultivated with significant production until 1996. Reproductive dynamics of freshwater prawn *M. rosenbergii* in Morocoto river, Sucre state was evaluated. Catches were conducted monthly with cast nets between March 2003 and August 2004, overnight in a distance of 1.5 km. The sex ratio, minimum size of sexual maturity, gonadosomatic index, as well as fertility, ovarian scale of maturity and spawning season were determined. A total of 591 shrimp was captured; the sex ratio did not pull away from the expected, being 1.12:1 on behalf of males. Six stages of ovarian development were determined, presenting ovogogenesis the synchronous type. In females, the minimum length of maturity was 109.55 mm LT and 50 mm LT for males. The Gonadosomatic index was significantly higher ( $P < 0.001$ ) in not ovigerous females at the onset of rains. The period of reproductive activity, determined by the condition of the ovary, the gonadosomatic index and the presence of ovigerous females; coincides with the rainy season in the area. The average fecundity rate was  $82,853 \pm 25,033$  eggs, where its variability depends on the length of some of the female body regions.

Keywords: Freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, breeding season, fecundity, histology.

Aprobado: Abril 2019

## INTRODUCCIÓN

El manejo de una especie con fines de explotación, requiere el conocimiento *a priori* de su abundancia, patrones de distribución espacial, biología reproductiva y genética; de igual forma, el estudio de la fecundidad, madurez sexual y el período de reproducción son criterios fundamentales a considerar (Schemske *et al.* 1994, Coll 1986). La biología reproductiva es una herramienta ecológica importante que permite evaluar los niveles de las poblaciones naturales o en cultivo y definir estrategias para la conservación de la biodiversidad (Corey y Reid 1991, Mossolin y Bueno 2002).

La fecundidad, definida como el número de huevos que produce una hembra por desove, es uno de los parámetros a conocer en cualquier especie, ya que es el mecanismo de autorregulación del crecimiento de la población (Gracia 1985, Nikolskii 1969). Por tal razón, los estudios sobre la fecundidad y época de reproducción de las especies acuáticas comerciales cobran importancia desde el punto de vista pesquero, para el análisis del tamaño de la poblacional natural, manejo del recurso y reglamentación de la pesca, a fin de prevenir una reducción excesiva del stock (Ramírez *et al.* 1995, Lima *et al.* 2014).

El camarón gigante de agua dulce *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879), es la especie tropical que alcanza las mayores tallas del género. Es originaria de Malasia, sur de Asia, norte de Oceanía y de las islas del oeste del Pacífico (New y Singholka 1984) y casi todo el comercio mundial de camarones de agua dulce se sustenta sobre esta especie, con una producción global para el año 2012 de 220.254 toneladas métricas producidas mediante acuicultura y 10.823 toneladas métricas provenientes de la pesca (FAO 2014).

*M. rosenbergii* es una de las nueve especies de crustáceos que se han introducido en Venezuela (Rodríguez y Suarez, 2001) y para 1996 se realizó el primer registro de una población silvestre en el delta del río Orinoco. Así mismo, en 1997 se evidenció la presencia de esta especie en el estado Sucre, específicamente en los ríos cercanos a Guaraúnos y Caño de Ajíes (Pereira *et al.* 1996, Pérez *et al.* 1997), posterior a su permiso

de entrada con fines comerciales de acuerdo a la resolución MAC-DGSPA-245 del año 1988.

*M. rosenbergii* vive en ambientes tropicales de agua dulce influenciados por áreas adyacentes de aguas salobres o estuarinas. A menudo se le encuentra en condiciones extremadamente turbias. Los adultos son omnívoros que se alimentan de algas, plantas acuáticas, moluscos, insectos acuáticos, gusanos y otros crustáceos, y se adaptan muy bien en cultivo con dietas artificiales balanceadas (New 2002). Los machos y hembras tienen diferentes tasas de crecimiento (Anger y Moreira 1998, Moreno *et al.* 2012) y los machos exhiben crecimiento individual heterogéneo, con un comportamiento territorial que genera dominancia de los ejemplares más grandes sobre los más pequeños por el alimento, refugio y pareja sexual (New y Valenti 2000).

Los camarones de río pueden reproducirse de forma continua o periódica, lo cual depende de la especie y su distribución geográfica. En las regiones templadas, la época de reproducción coincide con el verano, mientras que en las regiones tropicales está relacionada con la temporada de lluvias (Valenti 1984, Valenti *et al.* 1986, Graziani *et al.* 1993, 1998). La biología reproductiva de *M. rosenbergii* ha sido estudiada en diferentes lugares de todo el mundo (Ling 1969, Fujimura y Okamoto 1972, New y Singholka 1984, New y Valenti 2000, Cavalli *et al.* 2001), sin embargo, en Venezuela, los aspectos reproductivos de las poblaciones silvestres de *M. rosenbergii* han sido poco estudiados, debido a su recién ingreso al país, y dada la dificultad y heterogeneidad que muestran las áreas geográficas y condiciones ambientales donde habitan.

Hasta el momento, no se conoce el impacto ambiental causado por la introducción de *M. rosenbergii* en Venezuela, donde comparte nichos con las especies nativas *M. carcinus*, *M. amazonicum*, *M. jelskii* y *M. olfersii*, entre otros (Graziani *et al.* 2003, Marcano 2006, García 2006). Algunos investigadores han argumentado que este camarón pudiera desplazar a estas especies indígenas económica y ecológicamente importantes, o cruzarse con ellas en el ambiente natural, lo que atentaría contra la biodiversidad en nuestros ríos

(Pérez 1996, Pereira *et al.* 2001, Salazar *et al.* 2005).

En este sentido, el objetivo de esta investigación fue estudiar algunos aspectos de la biología reproductiva (período de reproducción, talla de madurez sexual de la población, índice gonadosomático, fecundidad y madurez ovárica) de *M. rosenbergii* provenientes del río Morocoto, municipio Benítez del estado Sucre, Venezuela, y así proveer información que sirva de base para el manejo adecuado del recurso y para el diseño de planes de explotación sustentable o control de este palemónido no autóctono.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El río Morocoto se encuentra hacia el extremo sur oriental del estado Sucre, en las coordenadas 63°00' a 62°59' longitud Oeste y 10°17' a 10°15' latitud Norte, y se ubica aproximadamente a 2,5 horas de El Pilar, capital del municipio Benítez, y a 30 minutos de la población de Guariquén (Moreno *et al.* 2012).

Este cuerpo acuático continental, se caracteriza por poseer un curso de agua abundante y permanente que desemboca al caño del mismo nombre, el cual se conecta directamente al caño Guariquén; presenta una vegetación de selva, con formaciones de manglares en el oriente y su red hidrográfica pertenece a la cuenca del Golfo de Paria (Aguilera *et al.* 1980), por lo que se encuentra afectado cada seis horas por la influencia directa de la marea (Figura 1).

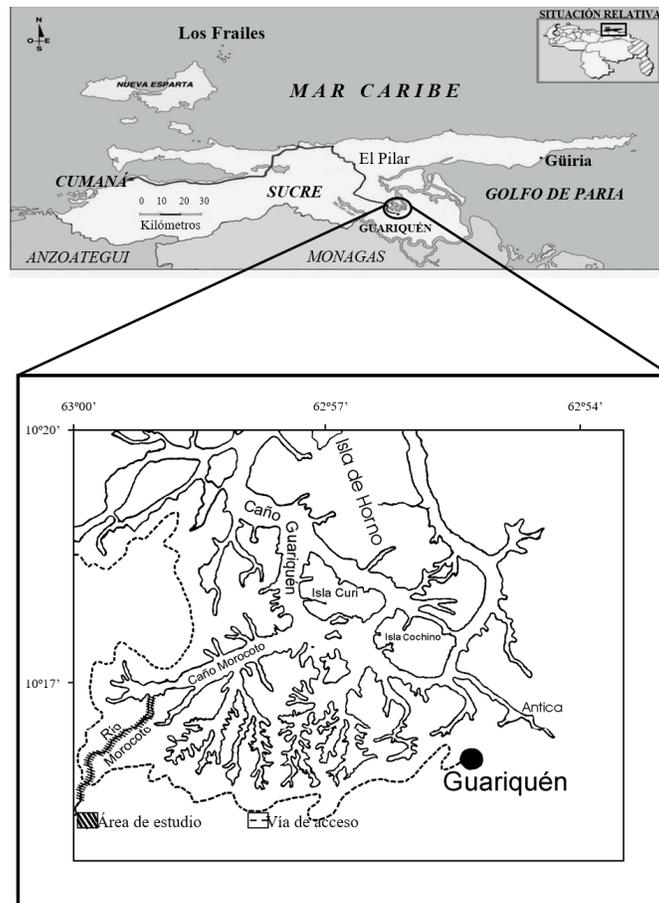


Figura 1. Ubicación geográfica del río Morocoto y área de pesca del camarón *Macrobrachium rosenbergii*.

## Colección y procesamiento de muestras

La captura de los ejemplares de *M. rosenbergii* se realizó mensualmente, de marzo de 2003 a agosto de 2004, en el río Morocoto, partiendo desde la desembocadura del río. Para ello se utilizaron atarrayas de 2 y 7 mm de abertura de malla. Los ejemplares capturados se preservaron en envases plásticos con formol al 12% y luego se trasladaron al Laboratorio de Camarones Dulceacuícolas del Departamento de Biología, en la Escuela de Ciencias de la Universidad de Oriente (UDO) para su posterior análisis.

En el laboratorio, la validación taxonómica de los ejemplares se basó en las características morfológicas descritas por Ling (1969). Se contabilizó el número de ejemplares y se determinó el sexo en base a las características establecidas por New y Shingholka (1984), anotando el número de hembras ovadas, de acuerdo a Martínez (1983). Para la obtención de datos biométricos, se examinó el total de los ejemplares capturados.

Cada ejemplar se pesó en una balanza digital de 0,001 g de precisión. Igualmente se midió la longitud total (LT): desde el ápice del rostro hasta el extremo distal del telson, la longitud total sin rostro (LTSR): desde el margen posterior de la órbita ocular hasta el extremo distal del telson, longitud del cefalotórax (LC): desde el ápice del rostro hasta el margen posterior del cefalotórax, longitud del cefalotórax sin rostro (LCSR): desde

el margen posterior de la órbita ocular hasta el margen posterior del cefalotórax y la longitud del abdomen (LA): tomada desde el extremo anterior del primer segmento abdominal hasta el extremo distal del telson, siempre a nivel de la línea medio-dorsal del cuerpo con un vernier de 0,05 mm de precisión (Figura 2).

## Talla mínima de madurez, índice gonadosomático, época reproductiva y fecundidad.

Como talla mínima de madurez sexual, se consideró la longitud total del organismo adulto más pequeño de cada sexo, tomando en cuenta histológicamente el grado de desarrollo de las células de las gónadas de ambos sexos (Carvalho y Gomes 1981). La talla a la cual el 50% de la población alcanza la madurez sexual se determinó ajustando a una función logística el porcentaje de frecuencia acumulada de machos y hembras sexualmente maduros, de acuerdo a Gaertner y Laloé (1986). A las hembras adultas se les realizó una disección en la zona media dorsal del cefalotórax, para extraer los ovarios, que fueron pesados en una balanza digital de 0,001 g de precisión para determinar el índice gonadosomático (IG) de acuerdo a Kholer (1979).

$$IG = \left( \frac{\text{peso de gónada}}{\text{peso del cuerpo}} \right) \times 100$$

Para el estudio de la fecundidad, a las hembras ovadas se les desprendió la masa ovígera para determinar su peso y proceder al conteo del número total de huevos, mediante el método gravimétrico (Ramírez *et al.* 1995).

## Escala de madurez ovárica

Los diferentes estadios de madurez sexual para *M. rosenbergii* se basaron fundamentalmente en observaciones y fotografías de los siguientes caracteres: coloración, longitud que ocupa el ovario en el cefalotórax en sentido antero posterior, y su relación con la presencia de vellosidades en los pleópodos y la masa ovígera. Para establecer la escala de madurez de los oocitos, cada ovario extraído fue fijado en la solución de Davidson por 48 horas; posteriormente se deshidrató en etanol de grados crecientes e incluidos en parafina, para realizar cortes al micrótopo (7  $\mu$ m).

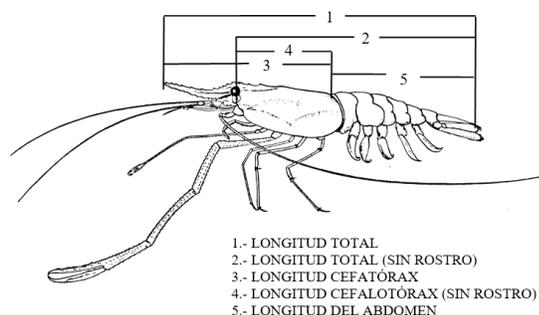


Figura 2. Esquema de *M. rosenbergii* que muestra las medidas tomadas, en vista lateral. Modificado de New y Singholka (1984).

Luego se realizaron los montajes en portaobjetos para aplicar la técnica de coloración de hematoxilina-eosina (Gridley 1960). Posteriormente se realizó la observación y medición del diámetro de los oocitos mediante un microscopio compuesto, provisto de micrómetro ocular.

La proporción sexual mensual se evaluó mediante el análisis de Ji-cuadrado con corrección de Yates (Zar 1984), con el fin de establecer su ajuste a la proporción de equilibrio 1:1 (M:H). Las relaciones entre LT, LC y LA con la fecundidad, se establecieron mediante regresión potencial (Ricker 1973). Se usó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para la determinación de diferencias en la variación mensual del (IG) de hembras ovadas y no ovadas (Conover 1999) y se aplicó el método de la diferencia mínima significativa (LSD) para la comparación múltiple de las variaciones del (IG), mediante el empleo del paquete estadístico Statgraphics plus a un nivel de 95% de confianza. Los resultados fueron presentados en promedios junto a la desviación estándar (DS).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se capturaron 591 ejemplares de *M. rosenbergii*: 312 machos, 278 hembras y un individuo con sexo indeterminado. La proporción sexual fue 1,12:1 (M:H), que estadísticamente no difiere de la proporción 1:1 ( $X^2=1,9610$ ;  $P>0,05$ ), y corresponden al mismo lote utilizado por Moreno *et al.* (2012). Silva-Oliveira *et al.* (2011), por el contrario, encontraron una mayor proporción de hembras (1:1,46) en ejemplares silvestres de *M. rosenbergii*, en la localidad Augusto Corrêa (Norte de Brasil), demostrando, además, que este camarón exótico se está expandiendo por Suramérica. Igualmente, Mantelatto y Barbosa (2005), estudiando la estructura poblacional de *M. brasiliense* en la zona de Ribeirão Preto en São Paulo (Brasil), encontraron diferencias altamente significativas entre sexos (1:2,59), favorable a las hembras. Una tendencia similar se detectó en la población de *M. amazonicum* de río Morocoto, donde las hembras dominaron significativamente en este cuerpo de agua, casi todo el año (Marcano 2006).

## Escala de madurez ovárica, talla mínima de madurez y talla de madurez sexual del 50 % de la población

### *Anatomía macroscópica del ovario*

En las hembras de *M. rosenbergii*, el ovario es un órgano par ubicado en la región dorso-lateral del cefalotórax (CT), que se extiende desde el borde dorsal posterior del CT hacia la región anterior e incluye el borde de la comisura postorbital, por encima del estómago y hepatopáncreas y por debajo del corazón, sin penetrar al abdomen. La forma, tamaño y color del ovario varía según el grado de maduración. En general, ambos lóbulos presentan una forma alargada-elipsoidal, unidos en su parte media. En algunas hembras, cuando se encuentran en plena madurez gonadal, el ovario es visible a través del CT, como una masa de color anaranjada. La evaluación macroscópica de los ovarios, en el total de hembras colectadas, permitió la clasificación de seis estadios de desarrollo, los cuales se describen y muestran en el Cuadro 1.

La anatomía y disposición del ovario en *M. rosenbergii* coincide con lo señalado para *M. acanthurus* (Carvalho y Gomes 1981), y también con lo examinado en *M. borellii* y *M. olfersi* (Verdi 1995, Mossolin y Bueno 2002), lo que permite inferir que es un carácter fijo en especies de este género. Por otra parte, según Carvalho y Gomes (1981) y Verdi (1995), la forma y color del ovario varía según su grado de maduración, y adquiere un volumen mayor al madurar los ovocitos, que hace que los demás órganos adyacentes, se desplacen y compriman. En este sentido, en el desarrollo del ovario se definieron seis estadios de madurez ovárica, en los que la variación del color del ovario estuvo entre blanco-cremoso y naranja intenso, con un incremento progresivo del tamaño a lo largo del desarrollo (Cuadro 1). No obstante, estas observaciones difieren de las cuatro fases de desarrollo del ovario encontradas en *M. amazonicum* (Sampaio *et al.* 2007).

El estadio I (Inmaduro) se observó en hembras jóvenes. Estas características del ovario también fueron observadas en hembras que, según las características de la cámara de incubación,

mostraban no haber pasado por procesos reproductivos. Los ovarios inmaduros de *M. rosenbergii* se caracterizan por la presencia de pequeños cromatóforos rojos al igual que en *M. carcinus* (García 2006). A medida que aumentó el grado de maduración, el color de los ovarios maduros en *M. rosenbergii* llegó hasta el naranja intenso. En *M. borellii*, cuando el ovario alcanza la madurez completa es de color verde oscuro (Verdi 1995), al igual que en *M. acanthurus* y *M. offersi* (Carvalho y Gomes 1981, Mossolin y Bueno 2002), mientras que en *M. amazonicum* son de color verde oliva (Chaves y Magalhães 1993).

Durante el estadio de ovario desovado, las gónadas mostraron una consistencia flácida; la superficie presentaba estrías, probablemente causadas por sucesivos desoves, y se observó sólo en algunas hembras en el período seco, ya que en el período lluvioso (noviembre 2003 y junio a agosto 2004), la mayoría presentó ovarios en continuo desarrollo, incluso las hembras ovadas. Esto se puede interpretar como una estrategia reproductiva que le permite aprovechar al máximo la época de lluvias

Cuadro 1. Escala macroscópica de madurez ovárica de *Macrobrachium rosenbergii* en el río Morocoto del estado Sucre. La escala representa la longitud anteroposterior del ovario.

| ESTADIO | CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS DEL OVARIO   | IMAGEN  |
|---------|--|---|
| I       | <b>Inmaduro.</b> Ovario pequeño, ocupa aproximadamente el 26% de la longitud del cefalotórax (CT), color blanco-cremoso con cromatóforos rojos en la región dorsal anterior, gelatinoso, delgado, abarca la mitad de la longitud del hepatopáncreas, apenas alcanza el borde posterior del estómago, no se observa a través del caparazón.   |  10 mm |
| II      | <b>En desarrollo.</b> Ovario más grande que el estadio anterior, ocupa aproximadamente el 42% de la longitud del CT. Color amarillo opaco con cromatóforos rojos muy pequeños, delgado con engrosamiento en la zona dorsal media anterior, se extiende hacia la parte anterior del hepatopáncreas, comienza a recubrir la parte posterior del estómago, no se observa a través del caparazón.                        |      |
| III     | <b>Madurez temprana.</b> Color anaranjado tenue, engrosado uniformemente, extendiéndose hacia la zona dorsal anterior, alcanzando el borde anterior del hepatopáncreas, cubre la mitad del estómago, ocupando aproximadamente el 60% de la longitud del CT. Poco visible a través del caparazón.   |      |
| IV      | <b>Madurez avanzada.</b> Color anaranjado, desarrollo de los lóbulos dorsales, se extiende más allá de la región dorsal media, alcanzando la espina posterior dorsal del rostro, cubre 2/3 del estómago y ocupa aproximadamente el 80% de la longitud del CT. Ligeramente visible a través del caparazón.  |      |
| V       | <b>Madurez completa.</b> Color naranja intenso, rígido, muy grueso, lóbulos dorsales completamente desarrollados, se extiende hasta la comisura postorbital, cubre el estómago y sobrepasa a la espina posterior dorsal de rostro, comprime dorsalmente al hepatopáncreas, ocupando aproximadamente el 95% de la longitud del CT, en algunos casos es visible a través del caparazón.                                |      |
| VI      | <b>Desovado.</b> Ovario pequeño, cubierto por una película rojo oscuro de cromatóforos, flácido, delgado, oviductos translúcidos, cubre parte de la zona media anterior del hepatopáncreas y la parte posterior del estómago, ocupa aproximadamente el 30% de la longitud del CT. Hembra característica de desove previo, con huevos adheridos a los pleópodos. El ovario no es distinguible a través del caparazón. |      |

### Anatomía microscópica del ovario

La evaluación microscópica permitió identificar que el ovario se encuentra rodeado por una delgada pared o teca, constituida por tejido conjuntivo y epitelial con núcleos aplanados, sin presentar capa muscular (Cuadro 2A, estadio I), tal como lo sugieren Carvalho y Gomes (1981) y Verdi (1995) en *M. acanthurus* y *M. borellii*, respectivamente.

En *M. rosenbergii*, el epitelio germinal u ovocitos se distribuyen en forma de nidos germinales por todo el ovario y varía según el grado de maduración. Los ovocitos al madurar se disponen en un gradiente intraovárico del centro a la periferia, es decir, las células iniciales hacia la región central, y los más avanzados hacia las regiones intermedias o periféricas (Cuadro 2A, estadio II).

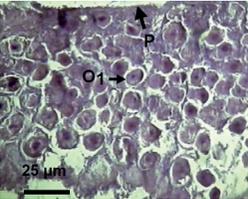
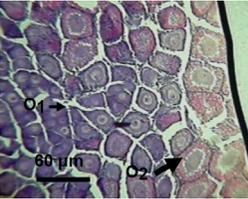
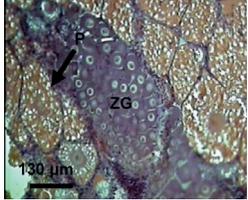
Entre regiones adyacentes, ocupadas por ovocitos de diferentes fases, se observaron estructuras de división denominadas septos conjuntivos. Se logró determinar seis estadios de madurez del ovario, correspondientes a los tipos de elementos germinales que aparecen sucesivamente a lo largo del ciclo sexual y que se corresponden con las diferentes etapas de la ovogénesis (Cuadro 2A - Cuadro 2B).

Los diferentes estadios de maduración de los ovocitos han sido clasificados en varias especies de crustáceos decápodos, teniendo en cuenta los principales cambios citomorfológicos (Chaves y Magalhães, 1993; Verdi, 1995; Kao *et al.*, 1999; Swiney y Shirley, 2001; Mossolin y Bueno, 2002). *M. rosenbergii* muestra el mismo patrón básico de desarrollo ovocitario, con la presencia de seis tipos de ovocitos los cuales aparecen sucesivamente a lo largo del ciclo sexual.

Igualmente, de las observaciones microscópicas se desprende que la ovogénesis es del tipo sincrónico (Del Pino, citado por Verdi 1995), lo que implica que sólo un lote de ovocitos madura, mientras otros permanecen en estado de ovogonias hasta que se produzca el desove del lote ya maduro.

De la totalidad de las hembras capturadas de *M. rosenbergii*, la más pequeña sexualmente madura se registró en mayo de 2004, y alcanzó 109,55 mm de LT. Las características del ovario coincidieron con el estadio III de madurez ovárica descrito en el Cuadro 2A, al presentar consistencia firme y coloración naranja; además, esta hembra presentó desarrollo de la cámara de incubación,

Cuadro 2A. Escala microscópica de madurez ovárica de *Macrobrachium rosenbergii* en el río Morocoto del estado Sucre. La escala representa el diámetro del ovocito. Coloración: H-E (40X).

| ESTADIO | CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DEL OVARIO  | IMAGEN  |
|---------|---|---|
| I       | <b>Inmaduro. Ovogonias.</b> Son los elementos germinales más inmaduros. Se presentan agrupadas formando los nidos germinales. Miden aproximadamente entre 20 y 57 $\mu\text{m}$ de diámetro. Presentan una relación núcleo/citoplasma alta, con el núcleo esférico, con cromatinas granulares. El citoplasma es poco evidente, sin estructuras intracitoplasmáticas visibles con las técnicas de coloración aplicadas. (O1) ovogonia. (P) pared del ovario o teca.  |  |
| II      | <b>En desarrollo. Ovocitos en diferentes fases evolutivas (O2).</b> Son elementos de mayor tamaño que el estadio anterior. Miden entre 60 y 120 $\mu\text{m}$ de diámetro. La relación núcleo-citoplasma disminuye. El núcleo permanece esférico y aparecen con uno o dos nucléolos ubicados junto a la membrana nuclear. El citoplasma se caracteriza por ser basófilo y en los ovocitos de mayor tamaño se observa bien el límite celular. Las ovogonias siempre ocupan la región más central de la gónada.   |  |
| III     | <b>Madurez temprana. Ovocitos pre-vitelogénicos (P).</b> Miden aproximadamente entre 130 y 260 $\mu\text{m}$ de diámetro. Los ovocitos presentan forma poliédrica. La relación núcleo/citoplasma continúa disminuyendo. Se hacen visibles en el citoplasma vacuolas que corresponden a gotas de vitelo. La basofilia citoplasmática disminuye a medida que el ovocito crece. Las células foliculares se disponen alrededor del ovocito formando una monocapa. Las ovogonias se mantienen en la región central de la gónada, formando la zona germinal (ZG). |  |

pero sin setas en los pleópodos. Igualmente, la hembra ovada de menor longitud midió 158,70 mm de LT, de un total de 22 hembras ovadas, las cuales presentaron un promedio de 200,67 mm de LT.

La longitud de la primera madurez sexual en hembras de *M. rosenbergii*, demuestra que estas maduran temprano. Moreno (1997), utilizó en ensayos de reproducción natural y artificial, hembras ovadas de *M. rosenbergii* entre 120 y 180 mm de LT. Por su parte, Graziani (1987) encontró hembras ovadas de *M. carcinus* con longitudes entre 102 y 145 mm de LT en el río Manzanares, lo que parece indicar que la longitud de la primera madurez sexual varía con la especie y con la ubicación geográfica.

Por otra parte, los machos de *M. rosenbergii* fueron más precoces que las hembras. A partir de 50 mm de LT presentaron el espermatóforo de color blanco-lechoso y en su interior los espermatozoides estaban completamente formados, con medidas que oscilaron entre 20 y 25 micras de longitud (Figura 3). Por debajo de esta longitud total mínima los espermatóforos tienden a ser menos firmes y transparentes.

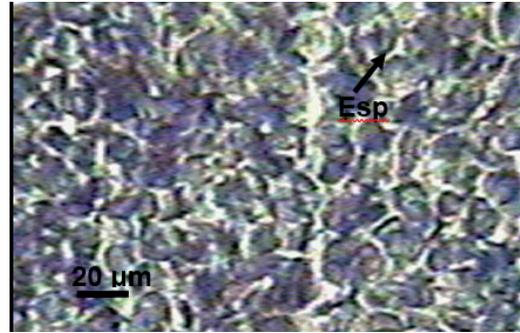


Figura 3. Corte transversal del espermatóforo de un macho de *M. rosenbergii*. La escala representa la longitud de los espermatozoides (Esp). Coloración: H-E (40X).

*Macrobrachium rosenbergii* constituye una de las especies que alcanza las mayores longitudes dentro del género, y es pescada intensamente de forma artesanal por los pobladores que viven en las riberas del río Morocoto, sin ningún tipo de control. Esto afecta drásticamente el equilibrio de la población en estudio. En este sentido, puede decirse que disminuir la longitud a la cual alcanzan la primera madurez sexual, pareciera ser una estrategia que facilitaría la reproducción más temprana en estos camarones, garantizando así

Cuadro 2B. Escala microscópica de madurez ovárica de *Macrobrachium rosenbergii* en el río Morocoto del estado Sucre. La escala representa el diámetro del ovocito. Coloración: H-E (40X).

| ESTADIO | CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DEL OVARIO   | IMAGEN |
|---------|--|--------|
| IV      | <b>Madurez avanzada.</b> Ovocitos en vitelogénesis inicial (Ovi). Miden entre 270 y 350 µm de diámetro. El ovocito mantiene la forma poliédrica. El tamaño del núcleo permanece constante y el citoplasma aumenta su tamaño por la presencia de gotas lipídicas más grandes y se torna acidófilo. Los ovocitos se distribuyen más a la periferia que en los estadios anteriores, reduciendo el espesor del epitelio folicular. El tejido conjuntivo se observa claramente. |        |
| V       | <b>Madurez completa.</b> Ovocitos en vitelogénesis terminal (Ovt). Es la fase más desarrollada de la maduración. Miden aproximadamente entre 360 y 582 µm de diámetro. Pierden su forma esférica debido a la presión y cercanía entre ellos. El citoplasma es más acidófilo y presenta una gran cantidad de vitelo en toda la superficie. El volumen del núcleo es mucho menor. En ovarios frescos son de color naranja intenso y se disocian fácilmente.                  |        |
| VI      | <b>Desovado.</b> Agotado o folículos post-ovulatorios. Se observan envoltorios foliculares de los ovocitos que indican que ha desovado. En este caso las células foliculares (Cf) que rodean a los ovocitos manifiestan propiedades fagocitarias. Reaparecen las ovogonias (O1).   |        |

que un mayor número de hembras puedan producir huevos, y así garantizar la permanencia de la especie, ya que generalmente son capturados los ejemplares de mayor longitud.

#### Talla de madurez sexual del 50 % de la población

De 591 ejemplares capturados, 433 estuvieron dentro de la condición de maduros sexualmente (290 machos y 143 hembras). Se estimó que la longitud a la cual el 50% de los machos alcanza la madurez sexual es de  $127,25 \pm 2,1$  mm de LT (Figura 4), mientras que la longitud de madurez sexual del 50% de las hembras, se estimó en  $130,04 \pm 1,88$  mm de LT (Figura 5).

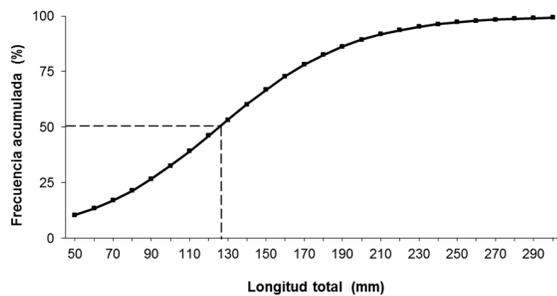


Figura 4. Frecuencia acumulada de machos *M. rosenbergii* sexualmente maduros.

En este sentido, las hembras de *M. tenellum* alcanzan su madurez sexual a los 30 mm, donde las tallas más comunes están entre 45 a 62 mm de LT, mientras que, en el ambiente natural se observaron hembras ovígeras entre los 56 a 101 mm, y en condiciones controladas se encontraron hembras ovadas de longitudes entre 46 y 50 mm (Guzmán-Arroyo 1987, Ruíz-Santos 1988, Ponce-Palafox *et al.* 2002, Espinosa-Chaurand *et al.* 2011).

En *M. acanthurus* una especie más pequeña que *M. rosenbergii*, Román-Contreras y Campos-Lince (1993) determinaron hembras sexualmente maduras de 35 mm de LT en el río Palizada (México), con una edad aproximada de seis meses.

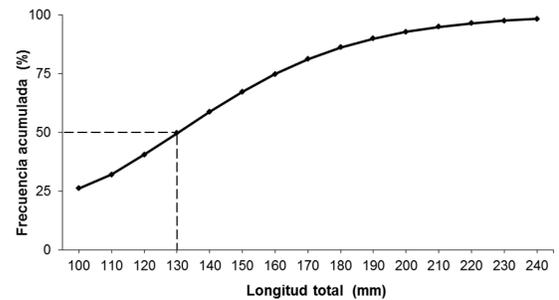


Figura 5. Frecuencia acumulada de hembras *M. rosenbergii* sexualmente maduras.

Igualmente, Sampaio *et al.* (2007) sugirieron que la primera maduración gonadal de *M. amazonicum* en el río Jaguaribe en Ceará (Brasil), ocurre entre 45 y 55 mm de LT, mientras que en la isla de Santana y Mazagão en el río Amazonas (Brasil), maduran entre 11,10 a 19,09 mm de LC (Lima *et al.* 2014). Por su parte en *M. dayanum*, palemónido proveniente del sur de India y Bangladesh, los machos maduran entre 50 y 78 mm de LT, y las hembras lo hacen entre 41 y 68 mm de LT (Sarkar *et al.* 2012).

#### Índice gonadosomático, época reproductiva y fecundidad

En la variación mensual del IG de hembras ovadas y no ovadas, se observó que en estas últimas los valores del índice son superiores (Figura 6). En concordancia al ritmo cíclico de maduración de las gónadas, se formaron dos grupos; el primero abarcó los meses entre mayo a agosto

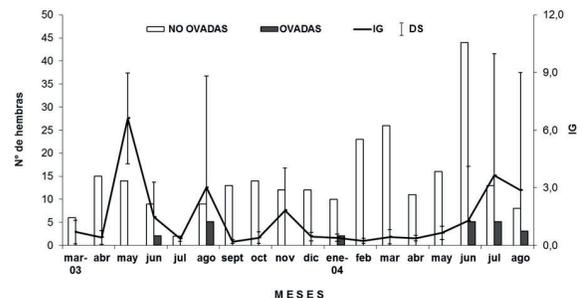


Figura 6. Variación temporal de la actividad reproductiva e IG en hembras *M. rosenbergii*.

de 2003, noviembre a diciembre de 2003 y junio a agosto de 2004, cuando el IG alcanzó valores promedio por encima de 0,295 y 0,621 en hembras ovadas y no ovadas respectivamente.

El segundo grupo estuvo conformado por los ejemplares capturados durante los meses de marzo, abril, septiembre y octubre de 2003 y febrero, marzo y abril de 2004, cuando el IG presentó los valores promedio menores, entre 0,083 y 0,243 en hembras ovadas y no ovadas, respectivamente.

En relación a lo anterior, la prueba de Kruskal-Wallis determinó diferencias altamente significativas ( $H=100,98$ ;  $P<0,001$ ) entre los meses evaluados. La prueba LSD demostró la tendencia hacia la formación de cuatro grupos, donde el grupo del mes de mayo de 2003 difiere de forma significativa del resto. De igual manera, la prueba LSD encontró diferencias significativas ( $H=4,988$ ;  $P<0,05$ ) entre las medias del IG y este índice resultó mayor en el total de las hembras no ovadas respecto a las hembras ovadas.

En este sentido, se observó que la variación temporal de la actividad reproductiva de *M. rosenbergii* en el río Morocoto, muestra una fluctuación mensual de las hembras ovadas y no ovadas en relación al IG (Figura 6). Las hembras ovadas se presentaron en junio y agosto de 2003, así como, en enero, y entre junio y agosto de 2004, representando sólo el 7,91% (22 individuos) del total de hembras colectadas. A pesar de esto, se observó que en estos meses las hembras presentaron una buena condición del ovario ( $\bar{X}$  IG =  $0,682 \pm 0,264$ ).

Por otra parte, en los meses de poca pluviosidad (marzo a abril de 2003 y febrero a abril de 2004) se encontró que la mayoría de las hembras presentaron los ovarios inmaduros ( $\bar{X}$  IG =  $0,229 \pm 0,162$ ). Índices gonadosomáticos superiores fueron determinados en *M. olfersi* en la Isla San Silvestre de Brasil, con un promedio de 3,3822, y un valor mínimo de 0,3450, para el estadio I, y un valor máximo de 12,0826, para el estadio III (Magalhães *et al.* 2012).

La abundancia de hembras ovadas en la mayoría de los meses del período de lluvias y los mayores valores del IG, indican que éste es el período

reproductivo de *M. rosenbergii* (mayo a agosto de 2003 y de 2004) en el río Morocoto. Gamba (1997) determinó un período de reproducción para *M. jelskii* en Venezuela de mayo a octubre, y que el máximo porcentaje de hembras ovadas coincide con el período de lluvias en la zona, lo que representaría condiciones óptimas para la reproducción.

Oh y Jeong (2003) reportaron un IG mayor para el camarón *Acetes chinensis* durante la estación anual de apareamiento. Igualmente, Kim y Hong (2004) y García (2006) señalan que los mayores valores del IG para los camarones *Palaemon gravieri* y *M. carcinus*, coinciden con los meses donde se encontraron mayor cantidad de hembras ovadas. Contrariamente la especie *M. amazonicum*, se reproduce durante todo el año en los ríos Morocoto (Venezuela) y Jaguaribe (Brasil) (Marcano 2006, Sampaio *et al.* 2007).

La variación del promedio mensual de la fecundidad de *M. rosenbergii*, mostró que las hembras incuban en su abdomen un promedio de  $82.853 \pm 25.033$  huevos por hembra, con valores mínimos de  $50.035 \pm 5.989,19$  y máximos de  $125.264 \pm 68.210$  huevos (Figura 7).

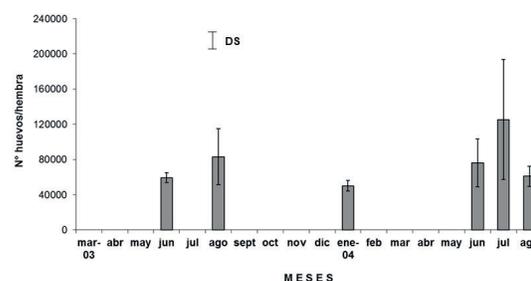


Figura 7. Variación mensual de la fecundidad en hembras *M. rosenbergii*.

Por otra parte, la relación entre la LT de las hembras y el número de huevos (NH) que presentaron, mostró una relación exponencial altamente significativa ( $F = 30,648$ ;  $P<0,001$ ) entre las variables (Figura 8A). Además, el coeficiente de determinación ( $r^2 = 0,6654$ ) indicó que el 66,54% de la variabilidad del NH fue explicado por la LT de la hembra.

En el mismo orden de ideas, se determinó que la relación entre la LC y el NH por hembra puede expresarse mediante una ecuación exponencial significativa ( $F = 22,076$ ;  $P < 0,001$ ) entre las variables, con un  $r^2$  igual a 0,5714 (Figura 8B). De igual forma, se estableció la relación entre la LA con el NH por hembra, con una ecuación exponencial significativa ( $F = 32,472$ ;  $P < 0,001$ ) y el  $r^2$  reveló que el 67,44% de la variabilidad del NH fue explicada por la LA de la hembra (Figura 8C).

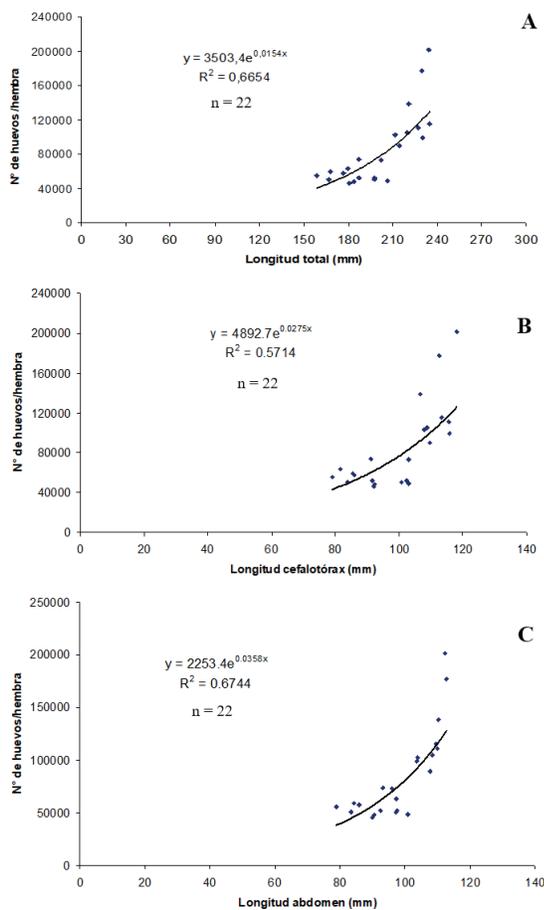


Figura 8. Relación entre LT (A), LC (B) y LA (C) con el número de huevos/hembra en *M. rosenbergii*.

Desde el punto de vista pesquero, los estudios sobre la fecundidad de las especies acuáticas comerciales cobran importancia para su análisis poblacional, manejo del recurso y reglamentación

de pesca, con la finalidad de prevenir una reducción excesiva del stock (Ramírez *et al.* 1995, Valenti *et al.* 1986).

En el presente trabajo se encontró que el NH promedio por hembra para *M. rosenbergii* fue de  $82.853 \pm 25.033$  huevos, que es superior a la mayoría de las otras especies del género (*M. carcinus* mostró mayor fecundidad). Para *M. olfersi* se determinó un promedio de  $1.227 \pm 800$  huevos (Mossolin y Bueno 2002), para *M. acanthurus*; Granados (1983) encontró una fecundidad de 5.500 huevos por hembra, mientras que Mejía *et al.* (2001) reportó  $1.886 \pm 1.578$  huevos en la misma especie.

En este sentido, García (2006) y Marcano (2006) realizando estudios poblacionales de *M. carcinus* y *M. amazonicum* en la misma zona de este estudio, obtuvieron promedios de  $159.549 \pm 63.727$  y  $3.492 \pm 1.462$  huevos por hembra, respectivamente, lo que demuestra que el NH es superior en las especies de mayor tamaño.

Estas diferencias en el NH también están relacionadas con las diferentes longitudes de los ejemplares empleados. De acuerdo a esto, es evidente que la longitud es uno de los factores relacionados con el NH que puede incubar una hembra y este estudio demostró con el análisis de regresión que el 66,54% de la variabilidad del NH fue explicado por la LT. No obstante, para *M. amazonicum* y *M. jelskii*, la variabilidad del NH explicada por la LT fue de 96,0 y 88,0% respectivamente (Gamba 1997).

De la misma manera, con respecto a la LC, la LA y su relación con el NH, se encontró que el 57,14% y 67,44% de la variabilidad del NH fue explicado la LC y la LA, respectivamente. A este respecto, Graziani *et al.* (1993) señalaron que, en estos organismos, la fecundidad también está estrechamente ligada a la edad, aumentando a medida que la hembra se hace más longeva.

En otras especies del género donde se han evaluado las relaciones entre el NH por hembra y la longitud de alguna región corporal, se reporta que en *M. brasiliense* la variabilidad del NH está explicada por la LC en un 88,0% (García *et al.* 2000). Mientras que en *M. acanthurus*, *M.*

*heterochirus* y *M. carcinus*, esta relación tiene valores de 71,20; 47,50 y 87,1%, respectivamente (Mejía *et al.* 2001) y para el sergéstido *Acetes chinense*, la misma relación esta explicada en un 44,0% (Oh y Jeong 2003).

Los resultados de esta investigación muestran el desarrollo y avance de una población establecida del camarón *Macrobrachium rosenbergii* en la zona sur oriental del estado Sucre.

Investigaciones futuras deben orientarse a desarrollar estudios sinecológicos que permitan evaluar el posible impacto de este camarón exótico, sobre las especies nativas. Además, se deben realizar estudios de dinámica poblacional, que incluyan a los ejemplares pequeños de *M. rosenbergii*.

### CONCLUSIONES

*Macrobrachium rosenbergii* presenta el patrón básico de desarrollo del ovario de los crustáceos malacostráceos, con seis tipos de ovocitos y ovogénesis de tipo sincrónica.

El período de actividad reproductiva está determinado por la condición del ovario, el índice gonadosomático y la presencia de hembras ovadas, y ocurre durante la temporada de lluvias en el río Morocoto (mayo a agosto).

Igualmente, se ratifica que la fecundidad de este camarón exótico, es una de las más elevadas dentro del género *Macrobrachium* y está asociada a la longitud total de la hembra.

### AGRADECIMIENTOS

A la Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y Tecnología del estado Anzoátegui y al Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente, por su apoyo en el cofinanciamiento del Proyecto de Investigación "Estudio base para la explotación del camarón de río *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) para su cultivo en Curataquiche, estado Anzoátegui, Venezuela".

### LITERATURA CITADA

- Aguilera, J; Azocar, M; Rosas, C; Gallardo, N; Gutiérrez, J; Figueroa, C; Moreno, R; Nassar, A; Quijada, C; Vallenilla, R. 1980. Atlas del Estado Sucre. Programa Colegio Universitario de Carúpano, Centro de Investigaciones y Zona Educativa del estado Sucre. 31 p.
- Anger, K; Moreira, G. 1998. Morphometric and reproductive traits of tropical caridean shrimps. *Journal of Crustacean Biology* 18(4):823–838.
- Carvalho, HA; Gomes, MC. 1981. Descrição dos estádios ovarianos de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) (Crustacea, Palaemonidae) durante o ciclo reproductivo. *Ciência e Cultura* 33(10):1353-1359.
- Cavalli, R; Lavens, P; Sorgeloos, P. 2001. Reproductive performance of *Macrobrachium rosenbergii* females in captivity. *Journal of the World Aquaculture Society* 32(1):60-67.
- Chaves, P; Magalhães, C. 1993. O desenvolvimento ovocitário em *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae), Camargo dulcícola da região amazônica. *Acta Amazonica* 23(1):17-23.
- Coll Morales, J. 1986. *Acuicultura marina animal*. 2 ed. Madrid, España, Ediciones Mundi-prensa. 670 p.
- Conover, WJ. 1999. *Practical nonparametric statistics*. 3 ed. New York, USA, Wiley. 592 p.
- Corey, S; Reid, D. 1991. Comparative fecundity of decapods crustaceans I. The fecundity of thirty-three species of nine families of Caridean shrimp. *Crustaceana* 60(3):270-294.
- Espinosa-Chaurand, LD; Vargas-Ceballos, MA; Guzmán-Arroyo, M; Nolasco-Soria, H; Carrillo-Farnés, O; Chong-Carrillo, O; Vega-Villasante, F. 2011. Biología y cultivo de *Macrobrachium tenellum*: Estado del arte. *Hidrobiológica* 21(2):99-117.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2014. *Fisheries Global*

- Information System (FIGIS) (en línea). Fisheries and Aquaculture Department. Roma, Italia. Consultado 15 oct. 2014. Disponible en <http://www.fao.org/fishery/species/search/en>.
- Fujimura, T; Okamoto, H. 1972. Notes on progress made in developing a mass culturing technique for *Macrobrachium rosenbergii*. In Pillay, TVR (ed.). Coastal Aquaculture in the Indo-Pacific Region: Papers Presented at the Indo-Pacific Fisheries Council Symposium on Coastal Aquaculture. Bangkok, Thailand, Fishing News Books Ltd. p. 313-327.
- Gamba, A. 1997. Biología reproductiva de *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) y *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) en Venezuela (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). Acta Científica Venezolana 48(1):19-26.
- Gaertner, D ; Laloé, F. 1986. Etude biométrique et la taille á première maturité sexuelle de *Geryon maritae* Manning et Holthuis, 1981 du Sénégal. Oceanol. Acta 8(4):479-487.
- García, DC; Alcantára, FB; Vásquez, RM; Chujandamas, M. 2000. Biología reproductiva do camarão *Macrobrachium brasiliense* (Heller, 1862) (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) em Igarapés de Terra firme da Amazônia Peruana. Acta Amazonica 30(4):653-664.
- García, PM. 2006. Aspectos reproductivos y poblacionales del camarón (*Macrobrachium carcinus*) (Linnaeus, 1758) (Decapoda, Palaemonidae) en el río Morocoto, municipio Benítez, estado Sucre. Tesis Lic. Cumaná, Venezuela, Universidad de Oriente. 52 p.
- Gracia, A. 1985. Variación estacional en la fecundidad de la langosta *Panulirus inflatus* (Bouvier, 1895) (Crustacea: Decapoda: Palinuridae). Ciencias Marinas 11(1):7-27.
- Granados, A. 1983. Aspectos reproductivos del "camarón prieto" *Macrobrachium acanthurus* (Wiegman, 1836) en la cuenca del río González, Tabasco, México (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae). Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología 11(1):1-22.
- Graziani, C. 1987. Contribución al cultivo del camarón de río *Macrobrachium carcinus* L. (Decapoda-Palaemonidae). Tesis MSc. Cumana, Venezuela, Universidad de Oriente. 56 p.
- Graziani, C; Chung, K; De Donato, M. 1993. Comportamiento reproductivo y fertilidad de *Macrobrachium carcinus* (Decapoda: Palaemonidae) en Venezuela. Revista de Biología Tropical 41(3):657-665.
- Graziani, C; Moreno, C; Orta, T. 1998. Efecto de la inseminación natural y artificial en la reproducción de *Macrobrachium jelskii* (Miers) (Decapoda: Palaemonidae). Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela 37(1-2):35-42.
- Graziani, C; Moreno, C; Villarroel, E; Orta, T; Lodeiros, C; De Donato, M. 2003. Hybridization between the freshwater shrimp *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) and *M. carcinus* (L.). Aquaculture 217(1-4):81-91.
- Gridley, M. 1960. Manual of histologic and special staining technics. 2 ed. New York, USA, McGraw-Hill. 207 p.
- Guzmán-Arroyo, M. 1987. Biología, ecología y pesca del langostino *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871), en lagunas costeras del estado de Guerrero, México. Tesis PhD, D.F., México. UNAM. 319 p.
- Kao, HC ; Chan, TY; Yu, HP. 1999. Ovary development of the deep-water shrimp *Aristaeomorpha foliacea* (Risso, 1826) (Crustacea: Decapoda: Aristeidae) from Taiwan. Zoological Studies 38(4):373-378.
- Kholer, A. 1979. Le Régime alimentaire des poissons des etangs littoraux données préliminaires sur latherine, dans L'Etang du Prévost (Palavas, Hérault). DEA, Montpellier, France. Université Montpellier 2 Sciences et Techniques du Languedoc. 43 p.
- Kim, S; Hong, S. 2004. Reproductive biology of *Palaemon gravieri* (Decapoda: Caridea: Palaemonidae). Journal of Crustacean Biology 24(1):121-130.

- Lima, JF; Silva, LMA; Silva, TC; Garcia, JS; Pereira, IS; Amaral, KDS. 2014. Reproductive aspects of *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda: Palaemonidae) in the State of Amapá, Amazon River mouth. *Acta Amazonica* 44(2):245-254.
- Ling, SW. 1969. The general biology and development of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *FAO Fisheries Report* 3(57):589-606.
- Magalhães, T; Mossolin, EC; Mantelatto, FL. 2012. Gonadosomatic and Hepatosomatic indexes of the freshwater shrimp *Macrobrachium olfersii* (Decapoda, Palaemonidae) from São Sebastião Island, Southeastern Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 7(1):1-9.
- Mantelatto, FL; Barbosa, LR. 2005. Population structure and relative growth of freshwater prawn *Macrobrachium brasiliense* (Decapoda, Palaemonidae) from São Paulo State, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia* 17(3):245-255.
- Marcano, N. 2006. Aspectos poblacionales del camarón *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Palaemonidae) en el río Morocoto, municipio Benítez, estado Sucre. Tesis Lic. Cumaná, Venezuela, Universidad de Oriente. 47 p.
- Martínez, G. 1983. Estructura de la población y biometría de los sexos de *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) (Decapoda: Palaemonidae) cultivado en Guanacaste, Costa Rica. *Revista Latinoamericana de Acuicultura* 15:33-40.
- Mejía-Ortiz, LM; Álvarez, F; Román, R; Viccon-Pale, JA. 2001. Fecundity and distribution of freshwater prawns of the genus *Macrobrachium* in the Huitzilapan river, Veracruz, México. *Crustaceana* 74(1):69-77.
- Moreno, C. 1997. Inseminación artificial y ensayos de hibridación en camarones de río del género *Macrobrachium* Bate, 1868 (Decapoda, Palaemonidae). Tesis Lic. Cumaná, Venezuela, Universidad de Oriente. 85 p.
- Moreno, C; Graziani, C; Barrios, A; Villarroel, E; Marcano, N. 2012. Estructura poblacional del camarón exótico *Macrobrachium rosenbergii* de Man, 1879 (Crustacea: Palaemonidae) en el río Morocoto, estado Sucre, Venezuela. *Zootecnia Tropical* 30(3):237-250.
- Mossolin, E; Bueno, S. 2002. Reproductive biology of *Macrobrachium olfersii* (Decapoda, Palaemonidae) in São Sebastião, Brazil. *Journal of Crustacean Biology* 22(2):367-376.
- New, M; Singholka, S. 1984. Cultivo del camarón de agua dulce. Manual para el cultivo de *Macrobrachium rosenbergii*. *FAO, Documentos Técnicos de Pesca* (225). 118 p.
- New, M; Valenti, W. 2000. *Freshwater Prawn Culture. The farming of Macrobrachium rosenbergii*. Oxford, England, Blackwell Science. 443 p.
- New, M. 2002. *Farming freshwater prawns: a manual for the culture of the giant river prawn (Macrobrachium rosenbergii)*. *FAO, Fisheries Technical Paper* (428) 33 p.
- Nikolskii, G. 1969. *Theory of fish populations as the biological background for rational exploitation and management of fishery resources*. Edinburgh, Scotland, Oliver and Boyd. 323 p.
- Oh, C; Jeong, I. 2003. Reproduction and population dynamics of *Acetes chinensis* (Decapoda: Sergestidae) on the western coast of Korea, Yellow Sea. *Journal of Crustacean Biology* 23(4):827-835.
- Pereira, G; Egáñez, H; Monente, J. 1996. Primer reporte de una población silvestre, reproductiva de *Macrobrachium rosenbergii* (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) en Venezuela. *Acta Biologica Venezuelica* 16(3):93-95.
- Pereira, G; Monente, J; Egáñez, H; García, JV. 2001. Introducción de *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) en Venezuela. *In: Ojasti, J. (coord.). Estudio sobre el estado actual de las especies exóticas. Estudio nacional*. Caracas, Venezuela. Secretaría General de la Comunidad Andina. 220p. SG/CEPS.021.2000
- Pérez, JE. 1996. La acuicultura y la conservación de la biodiversidad. *Interciencia* 21(3):154-157.

- Pérez, JE; Graziani, C; Nirchio, M. 1997. ¡Hasta cuando los exóticos! Acta Científica Venezolana 48(3):127-129.
- Ponce-Palafox, JT; Arana-Magallón, FC; Cabanillas-Beltrán, H; Esparza-Leal, HM. 2002. Bases biológicas y técnicas para el cultivo de los camarones de agua dulce nativos del Pacífico americano *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871) y *M. americanum* (Bate, 1968). I Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. p. 534-546.
- Ramírez, A; Sandoval, M; González, J. 1995. Comparación de dos métodos para la estimación de la fecundidad de la langosta espinosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804). Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras 19(1):42-46.
- Ricker, WE. 1973. Linear regressions in fishery research. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 30(3):409-434.
- Rodríguez, G; Suarez, H. 2001. Anthropogenic dispersal of decapod crustaceans in aquatic environments. Interciencia 26(7):282-287.
- Román-Contreras, R; Campos-Lince, LS. 1993. Aspectos reproductivos y aproximación a un modelo de crecimiento para una población de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) en el río Palizada, Campeche, Mexico. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología 20(1):55-65.
- Ruiz-Santos, H. (1988). Estudio de la edad y crecimiento del langostino *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871) en la laguna de Tres Palos, Gro. Tesis MSc. Ciudad México, México, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. 78 p.
- Salazar, G; Graziani, C; Villarroel, E; Luna, M; Moreno, C; Guevara, M. 2005. Hibridación entre los camarones de río *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) y *M. acanthurus* (Wiegmann). ¿Es posible? Interciencia 30(8):501-505.
- Sampaio, CMS; Silva, RR; Santos, JA; Sales, SP. 2007. Reproductive cycle of *Macrobrachium amazonicum* females (Crustacea, Palaemonidae). Brazilian Journal of Biology 67(3):551-559.
- Sarkar, I; Basu, A; Dutta, S; Roy, S. 2012. Male mating tactics and mating activity in freshwater prawn, *Macrobrachium dayanum* (Henderson, 1893) Palaemonidae: Caridae. International Journal of Aquatic Science 3(2):56-70.
- Schemske, DW; Husband, BC; Ruckelshaus, MH; Goodwillie, C; Parker, IM; Bishop, JG. 1994. Evaluating approaches to the conservation of rare and endangered plants. Ecology 75(3) 584-606.
- Silva-Oliveira, GC; Stuart Ready, J; Iketani, G; Bastos, S; Gomes, G; Sampaio, I; Maciel, C. 2011. The invasive status of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) in Northern Brazil, with an estimation of areas at risk globally. Aquatic Invasions 6(3):319–328.
- Swiney, K; Shirley, T. 2001. Gonad development southeastern Alaskan Dungeness crab, *Cancer magister*, under laboratory conditions. Journal of Crustacean Biology 21(4):897-904.
- Valenti, W. 1984. Estudo populacional dos camarões de água doce *Macrobrachium acanthurus* (Wiegman, 1836) e *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus, 1758) do Rio Ribeira de Iguape (Crustacea, Palaemonidae). Dissertação de Mestrado. São Paulo, Brasil, Universidad de São Paulo. 149 p.
- Valenti, W; Mello, JTC; Lobão, V. 1986. Dinâmica da reprodução de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegman, 1836) e *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus, 1758) do Rio Ribeira de Iguape (Crustacea, Decapada, Palaemonidae). Ciencia e Cultura 38(7):1256-1262.
- Verdi, A. 1995. La estructura ovárica de *Macrobrachium borellii* (Nobili, 1896) (Crustacea, Caridea, Palaemonidae). Revista Brasileira de Biologia 55(2):193–199.
- Zar, JH. 1984. Biostatistical analysis. 2 ed. Englewoods Cliff, USA, Prentice Hall. 699 p.

## Caracterización de los aspectos pesqueros y grado de explotación de la almeja estuarina en la costa de Curarire, Sistema de Maracaibo, Venezuela

Randi J. Guerrero-Ríos<sup>1\*</sup>, Nancy T. Hernández<sup>2,4</sup>, Marynes Montiel<sup>3,5</sup>, Félix E. Morales<sup>4,5</sup>.

<sup>1</sup>Universidad del Zulia, Laboratorio de Zoología de Invertebrados, Zulia, Venezuela. <sup>2</sup>Universidad del Zulia, Laboratorio de Ecología, Zulia, Venezuela. <sup>3</sup>Unidad de investigación en Microbiología Ambiental, Zulia, Venezuela. <sup>4</sup>Universidad del Zulia, Laboratorio de Oceanografía y Sistemática Molecular, Zulia, Venezuela. <sup>5</sup>Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Facultad de Ciencias de la Vida, Guayaquil, Ecuador. \*Correo electrónico: randyguerrero@gmail.com.

### RESUMEN

Con la finalidad de determinar el grado de explotación de la almeja *Rangia cuneata* (Gray, 1831) en la costa de Curarire, se evaluaron los aspectos pesqueros de la almeja *R. cuneata*. Se dimensionó el banco frente a la costa de Curarire, a través de transectas paralelas a la costa. La densidad de los parches fue determinada con una draga Eckman (individuos/área muestreada). Los datos pesqueros se obtuvieron a través de entrevistas a los pescadores, tanto en puerto como en los sitios de pesca. La distribución del recurso resultó escasa, encontrándose pocos parches con almejas vivas, con densidades que oscilaron entre 15,15 y 59,09 ind/m<sup>2</sup>. El esfuerzo de pesca fue alto para la densidad hallada, cuyo esfuerzo óptimo estimado fue de 32 pescadores aproximadamente por jornada de pesca, lo que plantea una sobreexplotación del recurso. Esta pesquería proporcionó aproximadamente 17 T anuales de alimento consumible, distribuido a nivel nacional y generó empleo a más de 90 familias en la costa de Curarire.

**Palabras clave:** *Rangia cuneata*, almejas, distribución de la población, densidad de la población, pesca artesanal.

## Characterization of the fisheries aspects and exploitation degree of the estuarine clam on the Curarire coast, Maracaibo System, Venezuela

### ABSTRACT

In order to determine the exploitation degree of the clam *Rangia cuneata* (Gray, 1831) on the Curarire coast, the fishery aspects of the clam *R. cuneata* were evaluated. The bank was dimensioned off the Curarire coast, through transects parallel to the coast. The density of the patches was determined with the Eckman dredger (individuals/sampled area). Fisheries data were obtained through interviews with fishermen, both at the port and at the fishing sites. A scarce distribution of the resource was evidenced, finding few patches with live clams and densities that ranged between 15.15 and 59.09 ind / m<sup>2</sup>. The fishing effort was high for the density found, whose estimated optimum effort was 32 fishermen approximately per fishing day, which suggests an overexploitation of the resource. This fishery provided approximately 17 T per year of consumable food, distributed nationally and generated employment for more than 90 families on the Curarire coast.

**Key words:** *Rangia cuneata*, clams, population distribution, population density, artisanal fisheries.

## INTRODUCCIÓN

Los moluscos bivalvos representan una alternativa alimenticia de fácil obtención y con alto valor comercial en algunos casos, es por ello que el mantenimiento de las capturas dentro del límite sustentable ha sido promovido desde distintas instituciones en varios países (SEMARNAT 2000).

El alcance de la sustentabilidad en el tiempo de una pesquería, requiere estudios estadísticos y de dinámica poblacional, que contribuyan a la generación de datos importantes para la conservación del recurso y la prevención de conflictos ecológicos, sociales y económicos.

La dinámica del reclutamiento de los moluscos bivalvos favorece la estructura de metapoblaciones, ligadas entre sí por la dispersión larval (Maeda-Martínez 2002, Odum *et al.* 2006). El estudio de la distribución de los componentes de la metapoblación juega un rol importante; la explotación de los bancos parentales supone un riesgo para la renovación de los parches usados en la explotación pesquera, o stock, este efecto se conoce como sobrepesca de reclutamiento (Orensanz *et al.* 1991).

En México se efectúan extensas explotaciones de diversas almejas; entre las más importantes se encuentran las del género *Rangia*, con 85% de la producción de moluscos en la laguna de Alvarado, en Veracruz y lagunas de Pom y Atasta en Campeche, lo que representa más de 3.000 t anuales de extracción (Caso *et al.* 2004). Esta almeja ha sido reportada en Venezuela como especie exótica en varias localidades del Sistema de Maracaibo (Rojas *et al.* 2005, Pérez *et al.* 2007).

De acuerdo a la FAO 2009, Venezuela es un país con ambientes marinos y fluviales y con una alta diversidad de recursos pesqueros. En el caso del Lago de Maracaibo, uno de los lagos más grandes de Suramérica, abarca una superficie de 13.280 km<sup>2</sup>, y es uno de los ambientes salobres más importante al sur del Mar Caribe. Recibe el drenaje de ríos importantes en su extremo sur y se conecta con el Golfo de Venezuela en su extremo norte (Alió *et al.* 2004).

Debido a las condiciones ambientales, el Sistema de Maracaibo soporta la explotación del 25% de la población artesanal marítima del país; y coloca al estado Zulia, como el segundo estado con mayores asentamientos pesqueros (Alió 2000). Dentro de este Sistema, se ha observado la explotación de la almeja *Rangia cuneata*, en la laguna de Gran Eneal y en el asentamiento pesquero de Puerto Páez en Curarire, cuya extracción es netamente artesanal (Ferrer 2007, Espinoza *et al.* 2011). En este asentamiento se pescan de igual manera rubros como el camarón y el cangrejo, además de la almeja, la cual se extrae para consumo local en algunas ocasiones.

En la actualidad no existen estudios sobre esta pesquería que faciliten el establecimiento de normas de manejo y sirva como base para investigaciones futuras. Con base en lo anterior, los objetivos planteados en este trabajo fueron caracterizar algunos aspectos pesqueros y determinar el grado de explotación de la almeja *Rangia cuneata* en el asentamiento Puerto Páez, Curarire, en el lago de Maracaibo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio.

El estudio fue realizado en el asentamiento pesquero Puerto Páez (latitud 10°15'38,34"N; longitud 71°49'28,49"O), ubicado en Curarire, municipio de La Cañada de Urdaneta, región noroccidental del Lago de Maracaibo, Venezuela (Figura 1). El área aproximada para dimensionar el banco fue de 1 km<sup>2</sup> (100 hectáreas).

### Recolección de muestras

La distribución de la población de *R. cuneata* en la costa de Curarire se determinó mediante 3 transectas paralelas a la línea de costa, con una longitud de 10 km cada una y con una separación entre ellas de 50 m. Siguiendo la metodología de Prieto *et al.* (2008), la primera transecta inició a 100 m fuera de la línea de costa. El primer punto de muestreo fue establecido en el inicio de la transecta, con una separación de 500 m entre puntos de muestreo. Se constituyeron 20 puntos de muestreos por cada transecta y 60 puntos en total (Figura 2).

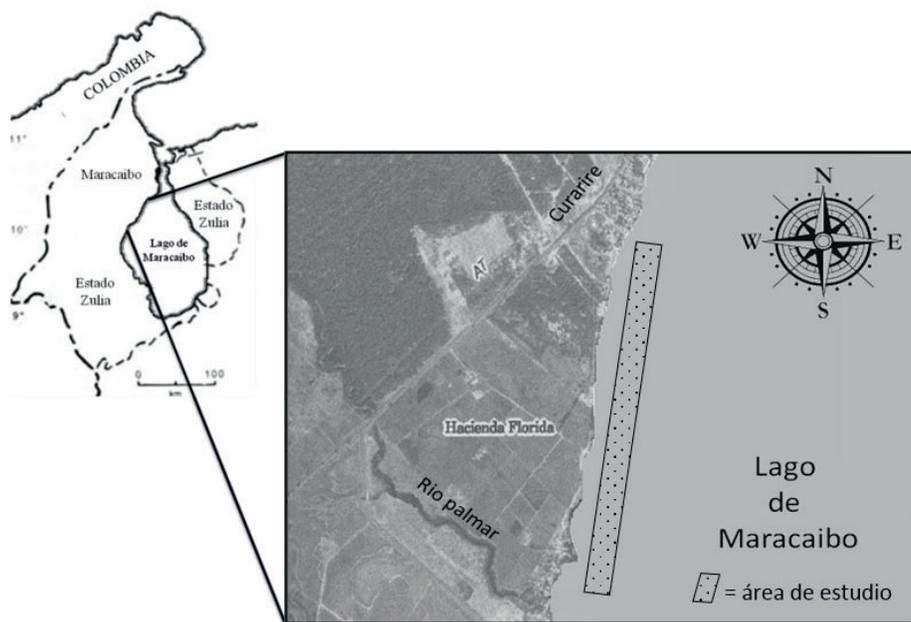


Figura 1. Área de estudio: punto superior oeste 10°15'17,12"N; 71°48'53,20"O, punto superior este 10°15'35,26"N; 71°49'20,01"O, punto inferior oeste 10°10'38,42"N; 71°51'33,18"O, punto inferior este 10°10'37,11"N; 71°51'29,79"O.

Para estimar la densidad del banco se utilizó una draga Eckman con 0,022m<sup>2</sup> de área (Marcano *et al.* 2003), ya que la profundidad en la zona imposibilitó el uso de una cuadrata. Para facilitar el conteo de los organismos colectados por la draga se empleó un tamiz con luz de malla de 3 mm (Mendoza y Marcano 2000, Malavé y Prieto 2005). La densidad de los parches fue expresada como individuos por área y se estimó a través de la relación de individuos colectados sobre el área de la draga.

Para la caracterización del patrón espacial del banco de almejas se utilizó el índice Clark y Evans (1954). Este índice compara datos de densidad poblacional con datos de distancia entre los parches más próximos. El índice de Clark y Evans ( $I_{ce}$ ) fue calculado a través de la siguiente ecuación:

$$I_{ce} = \frac{\sum_{i=1}^n r_i}{\frac{n}{2\sqrt{p}}}$$

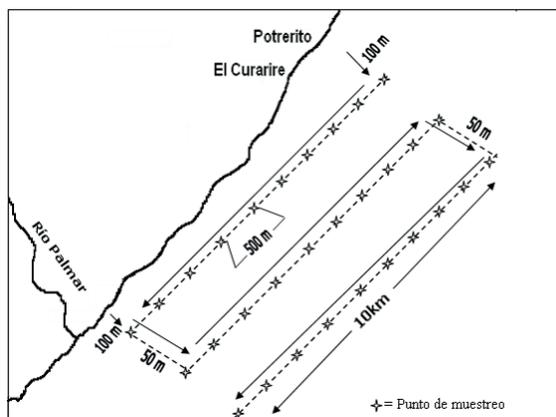


Figura 2. Esquema representativo del patrón de muestreo para dimensionar el banco de *R. cuneata*.

Donde ( $r_i$ ) es la distancia del parche ( $i$ ) más cercano desde el parche aleatorio, ( $n$ ) es el número de parches aleatorios elegidos y ( $p$ ) es la densidad del banco. Los resultados de la aplicación de la fórmula se interpretaron de la siguiente manera: si  $I_{ce} > 1$ , la población posee una distribución agregada, si  $I_{ce} = 1$ , la distribución es aleatoria y si  $I_{ce} < 1$ , posee una distribución uniforme.

Los aspectos pesqueros de la explotación de *R. cuneata* evaluados fueron: técnicas de pesca, número de pescadores que participan en la actividad, volumen y valor de la captura,

el tiempo empleado para la captura y sitios de pesca. Para caracterizar estos aspectos pesqueros se realizaron conversatorios con la comunidad que hace uso del recurso (Basurto 2002). La caracterización de la demanda y el destino del producto se realizaron mediante entrevista abiertas a las distintas personas que componen la cadena de comercialización.

Para estimar la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), se estableció la relación de la captura en kilogramos sobre el esfuerzo pesquero (kg/f), utilizando los registros del desembarque. El esfuerzo de pesca se estimó de acuerdo a Mendoza y Marcano (2000), como el número de pescadores ( $p$ ) por día de pesca ( $d$ ).

Se estimó el esfuerzo óptimo de captura de acuerdo a García-Ordaz y García del Hoyo (1998), el cual se basa en la relación del esfuerzo vs. la CPUE. La mayor CPUE corresponde al esfuerzo óptimo.

Para estimar el rendimiento máximo sostenible (RMS) y el esfuerzo óptimo para obtener el rendimiento máximo sostenible ( $f_{RMS}$ ), se utilizaron los modelos preventivos propuestos por Schaefer y Fox, descritos en Sparre y Venema (1997).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Distribución y densidad de los parches de *Rangia cuneata*

De acuerdo al índice Clark y Evans (1954), la distribución de los parches en la zona estudiada fue agregada ( $I_{ce} > 1$ ). Se detectaron 12 parches en los puntos muestreados, y solo en tres de ellos se observaron organismos vivos (estaciones A, B y C del primer transecto). Estos últimos se ubicaron frente a las comunidades de El Ébano y La Ceiba.

De acuerdo a la información aportada por las entrevistas, los pescadores utilizan 9 puntos de pesca, tres de ellos coinciden con los parches con organismos vivos y otros donde solo se observaron conchas vacías (Figura 3). Los parches con organismos vivos recibían la denominación de "piscinas" por parte de los pescadores.

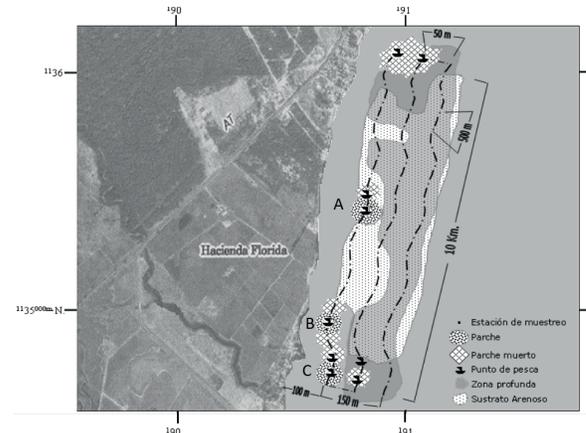


Figura 3. Parches muestreados en el área de estudio A, B y C; presentaron almejas vivas.

En las estaciones A:(10°12'21,4"N; 71°50'29,9"O), B:(10°12'08,7"N; 71°50'46,6"O) y C:(10°11'41,9"N; 71°51'07,4"O) del primer transecto se encontraron almejas vivas, posiblemente por preferencia de asentamiento de la especie, poca profundidad y la existencia de sedimentos blandos (La Salle y De La Cruz 1985). La estación A presentó la mayor densidad con 59 ind/m<sup>2</sup> aproximadamente, seguido por las estaciones B y C, ambas con densidad aproximada de 15 ind/m<sup>2</sup>.

Las densidades observadas en el área de estudio son bajas comparadas con las detectadas en otras localidades como Louisiana (La Salle y De La Cruz 1985), y con las densidades de otras poblaciones presentes en el Sistema de Maracaibo sometidas a explotación pesquera (Cuadro 1).

En un estudio realizado por Espinoza *et al.* (2011), se observaron densidades similares a las reportadas por Rojas *et al.* (2005), las cuales oscilan entre 178 ind/m<sup>2</sup> en Caño Paijana y 222 ind/m<sup>2</sup> en Caño Morita. No obstante, el instrumento de colecta (cuadrata) utilizado por Espinoza *et al.* (2011), cubre un área mayor, lo que sugiere que las densidades encontradas en el presente estudio podrían deberse al instrumento de muestreo usado.

### Descripción de la pesquería de *Rangia cuneata* en la costa de Curarire

La actividad pesquera en las costas de Curarire carece de regulación, registros y control sanitario;

Cuadro 1. Comparación de las densidades promedio de *Rangia cuneata* en diferentes localidades estudiadas en el océano Atlántico y Mar Caribe.

| Localidad                       | Densidad (ind/m <sup>2</sup> ) | Autor                       |
|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Estación A/ Curarire/ Venezuela | 59,09                          | Actual estudio              |
| Estación B/ Curarire/ Venezuela | 15,15                          | Actual estudio              |
| Estación C/ Curarire/ Venezuela | 15,15                          | Actual estudio              |
| Curarire/ Venezuela             | 20 - 200                       | Espinoza <i>et al.</i> 2011 |
| Lago Maurepas/Louisiana/ EEUU   | 818                            | La Salle y De La Cruz 1985  |
| Bahía Vermilion/Louisiana/ EEUU | 238                            | La Salle y De La Cruz 1985  |
| Caño Pajana/ Venezuela          | 178                            | Rojas <i>et al.</i> 2005    |
| Laguna Sinamaica/ Venezuela     | 21                             | Rojas <i>et al.</i> 2005    |
| Caño Morita/ Venezuela          | 222                            | Rojas <i>et al.</i> 2005    |
| El Arroyo/ Venezuela            | 195                            | Rojas <i>et al.</i> 2005    |
| Gran Eneal/ Venezuela           | 3.555                          | Rojas <i>et al.</i> 2005    |

grupos de 3 a 4 pescadores son contratados de manera verbal en la playa, por un comprador minoritario a quien se le ha encargado una cantidad determinada del recurso. En este estudio, se documentó la participación de 96 pescadores, constituidos por hombres adultos y adolescentes; no se observó presencia de mujeres o niños en las faenas de pesca, a diferencia de otras pesquerías de moluscos bivalvos (Gil y Moreno 2007).

Las labores de pesca inician entre las 5:00 am y 6:00 am y se realizan a pie o en canoa en la franja infralitoral, a pocos metros de la costa. El recurso se extrae de forma manual, sin ningún

instrumento de pesca y es transportado en flotadores contruidos artesanalmente (Figura 4A) o en canoas (Figura 4B).

El acopio del recurso se realiza de manera fresca el mismo día de la extracción, sin procesos de cocción o de extracción de la pulpa, a diferencia de otras pesquerías de moluscos bivalvos en el país (Cabello *et al.* 2004). El acopio está bajo la responsabilidad de los transportistas, quienes trasladan las almejas a distintos frigoríficos ubicados en el Moján, municipio Mara, y posteriormente a los mercados nacionales.

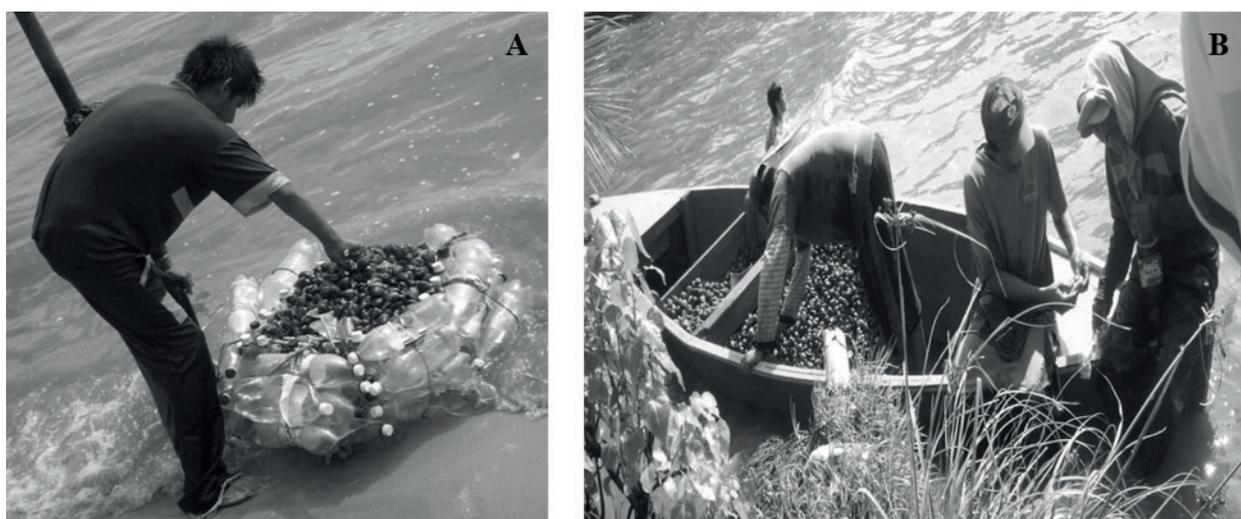


Figura 4. **A**-Pescador con aparejo artesanal usado para la extracción; **B**-canoas usadas para la extracción de almejas.

A diferencia de la pesca en la costa de Curarire, la extracción de las almejas en la pesquería de *R. cuneata* en la costa de México, solo se permite a través de cuotas establecidas, luego de una evaluación previa para verificar la abundancia del banco. Por otra parte, debido al arte de pesca utilizado (Caso *et al.* 2004), solo extraen las almejas con una talla mínima específica, lo que asegura una adecuada renovación del stock.

Durante 19 días de pesca se extrajeron 120 t aproximadamente de almejas (17 t de pulpa), en un total de 9.202 baldes de 12 L de capacidad cada uno. Esta producción se considera baja al compararla con las producidas por las pesquerías estudiadas en México (Caso *et al.* 2004). Esto se debe a la escasa densidad en la zona, posiblemente por el hecho de ser una especie invasiva (Pérez *et al.* 2007) o a la sobreexplotación del recurso.

La pesquería de *R. cuneata* ha sido reportada como la de menor producción en el Sistema de Maracaibo (Alió, 2000). Sin embargo, con una adecuada gestión podría convertirse en una actividad capaz de producir grandes cantidades de alimento. Un ejemplo de lo anterior se observa en la laguna de Alvarado, México, con un 83% de la pesquería de almeja soportada en este género, la cual produjo 2.945 t durante el año 2002, y (Wakida-Kusunoki *et al.* 2006).

La cadena de comercialización de *R. cuneata* posee cuatro niveles; el primer eslabón está representado por los pescadores, seguido por un intermediario, el cual recibe la pesca en el puerto. Este revende el producto a varios transportistas,

quienes lo congelan y distribuyen a nivel nacional (Figura 5).

La información aportada por las entrevistas a los transportistas confirmó que el producto es vendido en el Mercado de Coche en Caracas, reportado previamente por Alió (2000). Ocasionalmente se distribuye el producto en lugares distintos como: Valencia, Barquisimeto, Maracay, Puerto Cabello, Cumaná, Barinas, Guanare, Carúpano, entre otros. Estos transportistas distribuyen de igual manera otras especies de bivalvos como la española (*Iphigenia brasileana*), la mojanera o almeja negra (*Polymesoda solida*), y ostras (*Crassostrea* sp.). Sin embargo, refieren que *Rangia cuneata* es la segunda más solicitada, después de la española, por tener menos arena entre sus branquias.

#### Evaluación de la pesquería de *Rangia cuneata*

El cálculo de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) para los meses de mayo a julio fue de 337,18 kg/f, con un valor máximo de CPUE. Luego, durante los meses de agosto y octubre se observó una disminución considerable de la CPUE, con un valor de 38,95 kg/f (Cuadro 2). De acuerdo a Mendoza y Marcano (2000), lo anterior puede indicar poca abundancia del recurso debido a que la captura en lugar de aumentar proporcionalmente con el aumento del esfuerzo, disminuye.

El cálculo de la CPUE constituye una medida útil en la evaluación de los recursos acuáticos, ya que representa un índice de abundancia relativa del recurso, al relacionar la captura total en peso, con el esfuerzo total (Deza *et al.* 2005).

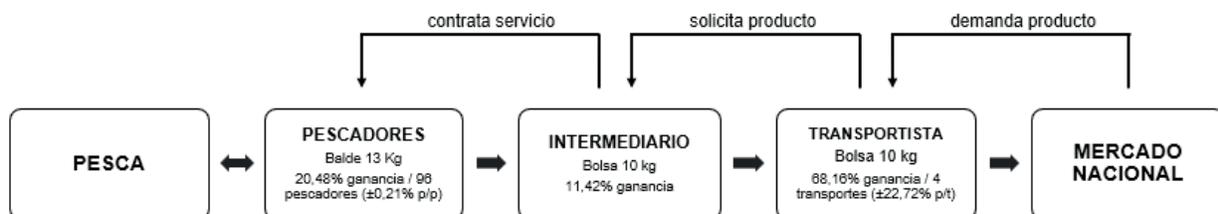


Figura 5. Cadena de comercialización de *Rangia cuneata* en Curarire.

Cuadro 2. Registro mensual de pesca de *Rangia cuneata* durante 12 meses.

| Meses | Grupos de pesca* | Días de pesca | Esfuerzo (p*d) | Cantidad baldes | Peso (t) | CPUE (c/f) |
|-------|------------------|---------------|----------------|-----------------|----------|------------|
| M-09  | 12               | 1             | 48             | 494             | 6,42     | 133,79     |
| A-09  | 12               | 1             | 48             | 702             | 9,12     | 190,12     |
| M-09  | 8                | 1             | 32             | 690             | 8,97     | 280,31     |
| J-09  | 8                | 1             | 32             | 830             | 10,79    | 337,18     |
| J-09  | 10               | 1             | 40             | 534             | 6,94     | 173,55     |
| A-09  | 33               | 2             | 264            | 1.233           | 16,02    | 60,71      |
| S-09  | 10               | 2             | 80             | 643             | 8,35     | 104,48     |
| O-09  | 30               | 5             | 600            | 1.798           | 23,37    | 38,95      |
| N-09  | 4                | 1             | 16             | 284             | 3,69     | 230,75     |
| D-09  | 7                | 1             | 28             | 537             | 6,98     | 249,32     |
| E-10  | 6                | 2             | 48             | 566             | 7,35     | 153,29     |
| F-10  | 14               | 1             | 56             | 891             | 11,58    | 206,83     |
| Total | 154              | 19            | 1.292          | 9.202           | 119,62   | 1.952,48   |

\*cada grupo estuvo integrado por 4 pescadores

La estimación del esfuerzo óptimo según García-Ordaz y García del Hoyo (1998), se basa en la relación del esfuerzo vs. la CPUE, donde la mayor CPUE corresponderá al esfuerzo óptimo. En este estudio, la mayor CPUE fue 309 Kg/f, que indica que este es el rendimiento máximo sostenible (RMS) y se relacionó con un esfuerzo de 32 p\*d (Figura 6). Así mismo, se ejerció un esfuerzo medio de 112 p\*d, el cual superó tres veces al esfuerzo óptimo estimado de 32 p\*d. Lo anterior evidenció la existencia de una sobreexplotación del recurso.

Con fines comparativos, se utilizaron modelos preventivos (de rendimiento excedentario), a través de los métodos propuestos por Schaefer (1954) y Fox (1970). El primero mostró una estimación del

RMS en 33,092 t y un  $f_{RMS}$  de 302 p\*d anual; lo que equivale a un RMS de 2,758 t y de  $f_{RMS}$  de 25 p\*d al mes. En el segundo modelo se observaron resultados similares, con un RMS de 26,961 t y un  $f_{RMS}$  333 p\*d anual, lo que equivale a un RMS de 2,247 t y un  $f_{RMS}$  28 p\*d mensual. Estos valores de RMS y  $f_{RMS}$  corroboran la existencia de una sobreexplotación, ya que el esfuerzo ejercido sobre el recurso es superior al estimado por los métodos preventivos de Schaefer (1954) y Fox (1970).

## CONCLUSIONES

La pesquería de *Rangia cuneata* es artesanal, contribuye a la generación de más de 90 empleos para los pescadores y produce un aproximado de 17 t de pulpa o 120 t en concha al año. Además de constituir una alternativa alimenticia para el asentamiento pesquero presente en Curarire, esta producción se distribuye en el ámbito nacional, con su principal destino en el Mercado de Coche. Sin embargo, la densidad de este recurso es escasa en la zona. Se puede atribuir lo anterior al alto esfuerzo pesquero ejercido, lo que promovió la sobrepesca de la especie en la zona estudiada, corroborado a través de los modelos de producción excedentarios de Schaefer y Fox.

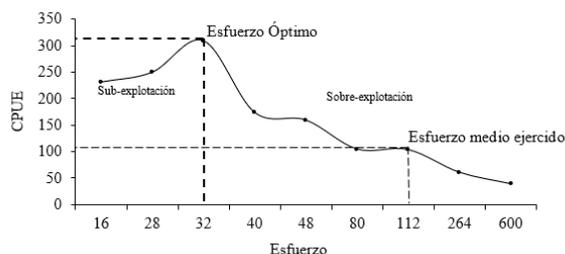


Figura 6. Estimación de la CPUE en el periodo de estudio.

## LITERATURA CITADA

- Alió, J. 2000. Los recursos vivos del Sistema de Maracaibo. In Rodríguez, G (ed.). El Sistema de Maracaibo. 2 ed. Caracas, Venezuela, Instituto Venezolano de Investigación Científica, Caracas, Venezuela, p.153-173.
- Basurto, X. 2002. Validando e integrando el uso del conocimiento local ecológico y tradicional para el manejo de pesquerías artesanales: el caso de la pesca de callo en territorio Comcáac. In Foro Científico de Pesca Ribereña (1, 2002, Sonora, México). INAPESCA. Memoria. Sonora, Mexico. 612 p. Resúmenes.
- Cabello, A; Villarroel, R; Figuera, B; Ramos, M; Márquez, Y; Vallenilla, O. 2004. Parámetros de frescura de moluscos. Revista Científica 14(5):447-466.
- Caso, M; Pisanty, I; Ezcurra, E. 2004. Diagnóstico ambiental del golfo de México. Distrito Federal, Mexico, SEMARNAT, INE. 2 v.
- Clark, P; Evans, F. 1954. Distance to nearest neighbour as a measure of spatial relationships in populations. Ecology 35(4):445-453.
- Deza, S; Bazán, R; Culquichicón, Z. 2005. Bioecología y pesquería de *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766; Pisces), doncella, en la Región Ucayali. Folia Amazónica 14(2):5-18.
- Espinoza, N; Guerrero, R; Barrios-Garrido, H; Morales, F. 2011. Parámetros poblacionales de la almeja estuarina *Rangia* sp (Bivalvia: Mactride) en la playa Curarire, estado Zulia, Venezuela. Revista de la Universidad del Zulia 2(3):79-98.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2005. Perfiles sobre la pesca y la acuicultura por países. La República Bolivariana de Venezuela. (en línea). Departamento de pesca y acuicultura. 38 p. Estadísticas, indicadores. Consultado 20 feb. 2018. Disponible en [http://www.fao.org/fishery/countrysector/FI-CP\\_VE/es](http://www.fao.org/fishery/countrysector/FI-CP_VE/es).
- Ferrer, A. 2007. Ciclo reproductivo de la almeja *Rangia cuneata* (Sowerby, 1831; Mollusca: Bivalvia) en la laguna de Gran Eneal, Estado Zulia, Venezuela. Tesis Lic. Maracaibo, Venezuela, Universidad del Zulia. 71 p.
- Fox, WW. 1970. An exponential surplus-yield model for optimizing exploited fish populations. Transactions of the American Fisheries Society 99(1):80-88.
- García-Ordaz, F; Garcia Del Hoyo, JJ. 1998. Un modelo bioeconómico para la pesquería de *Chamelea gallina* de la región suratlántica española. Revista española de estudios agrosociales y pesqueros 184:183-211.
- Gil, H; Moreno, M. 2007. Explotación y comercialización de la ostra de mangle, *Crassostrea rhizophorae*, en algunas playas turísticas del estado Sucre, Venezuela. Zootecnia Tropical 25(3):215-219.
- La Salle, M; De La Cruz, A. 1985. Species profiles: life histories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (Gulf of Mexico; en línea). Washington, DC, USA. US Fish and Wildlife Service. 16 p. (Common rangia). Biological Report 82 (11.31), TR EL-82-4. Consultado 15 mar. 2015. Disponible en línea: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a162637.pdf>
- Maeda-Martínez, A. 2002. Los moluscos pectínicos de Iberoamérica: ciencia y acuicultura. Distrito Federal, México, Editorial Limusa. 501 p.
- Malavé, M; Prieto, A. 2005. Producción de biomasa en el mejillón verde de localidad de la Península de Araya, Venezuela. Interciencia 30(11):699-705.
- Marcano, J; Prieto, A; Lárez, A; Salazar, H. 2003. Crecimiento de *Donax denticulatus* (Linné 1758) (Bivalvia: Donacidae) en la ensenada La Guardia, Isla de Margarita, Venezuela. Zootecnia Tropical 21(3):237-259.
- Mendoza, J; Marcano, J. 2000. Abundancia y evaluación del guacuco, *Tivela mactroides*, en la ensenada La Guardia, Isla de Margarita, Venezuela. Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela 39 (1-2):79-91.

- Odum, E; Warrett, G. 2006. Fundamentos de ecología. 5 ed. Distrito Federal, México, Thomson. 596 p.
- Orensanz, J; Parma, A; Iribarne, O. 1991. Population dynamics and management of natural stocks. *In* Shumway, S (ed.). *Scallops: biology, ecology and aquaculture*. Amsterdam, Netherlands, Elsevier. p. 625-713.
- Pérez, J; Alfonsi, C; Salazar, S; Macsotay, O; Barrios, J; Martínez-Escarbassiere, R. 2007. Especies marinas exóticas y criptogénicas en las costas de Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 46(1):79-96.
- Prieto, A; Marcano, J; Villegas, L; Lodeiros, C. 2008. Estructura poblacional de la almeja, *Asaphis deflorata*, en la localidad de Caurantica, Golfo de Paria, estado Sucre, Venezuela. *Zootecnia Tropical* 26(1):55-62.
- Rojas, J; Theis, S; Severeyn, H. 2005. Distribución y abundancia de *Polymesoda solida* (Philippi, 1846) y *Rangia cuneata* (Sowerby, 1831) en el sistema estuarino del río Limón, Estado Zulia-Venezuela. *In* Congreso Venezolano de Ecología (6, 2005, Maracaibo, Venezuela). Resúmenes. Maracaibo, Venezuela, LUZ. 357 p.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y pescas). 2000. Carta Nacional Pesquera. Almejas: Océano Pacífico (en línea). Diario Oficial de la Federación, 17 de agosto de 2000. México. 358 p. Consultado 15 de mar. 2015. Disponible en <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/117725/ Carta-Nacional-Pesquera-2000.pdf>
- Schaefer, M. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of commercial marine fisheries. *Inter-American Tropical Tuna Commission Bulletin* 1(2):23–56.
- Sparre, P; Venema, SC. 1997. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1: Manual. FAO Documento técnico de Pesca. N° 306.1. 420 p.
- Wakida, K; Armando, T; MacKenzi, C. 2006. *Rangia* and marsh clams, *Rangia cuneata*, *R. flexuosa*, and *Polymesoda caroliniana*, in eastern Mexico: distribution, biology and ecology, and historical fisheries. *Marine Fisheries Review* 66(3):13-20.

## Characterizing the seasonal pattern of milk production of Dual Purpose Cattle System farms from East El Salvador

Ángel A. Durón-Benítez<sup>1\*</sup>, Wen-Chi Huang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>National Pingtung University of Science and Technology, Department of Tropical Agriculture and International Cooperation, Pingtung, Taiwan. <sup>2</sup>Graduate Institute of Agribusiness Management, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung, Taiwan. Email: amedsv@gmail.com

### ABSTRACT

The objective of this research was to characterize the multiple production and the seasonal pattern of milk production of dual purpose cattle system (DPCS) farms from east zone of El Salvador. To take into account the seasonal pattern in production, the yearly operation of farms was divided into two seasons: rainy (May through October) and dry (November through April). Data were collected by interviewing of farmers from three municipalities; the statistical analyses were descriptive and comparison test. Results showed that all farms produced milk ( $44 \pm 48$  L.day<sup>-1</sup>) and meat ( $4 \pm 4.3$  steers), 34% produced dairy products ( $103 \pm 131$  kg.month<sup>-1</sup> white cheese), and 81% produced maize (3.3 tons) and sorghum (1.1 tons). The analysis of seasonal variation showed that there was more milk production with a pasture-based diet, more milking cows, and less labor in the rainy season than in the dry season, in which stored feeding, less milking cows, and more labor were used. Milk production, herd size, milking cows, and labor were significantly different between seasons ( $P < 0.05$ ). Given the annual cycle of operation, farmers rely on the practice of the seasonal pattern to optimize milk yield, to produce weaned steers, dairy products, maize and sorghum, and to match supply of abundant and inexpensive grasses, which minimize feed cost and labor.

**Keywords:** dry season, milk artisan, milk seasonality, rainy season,

## Caracterización del patrón estacional de producción de leche en granjas Doble Propósito del oriente de El Salvador

### RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue caracterizar la producción múltiple y el patrón estacional de producción de leche en granjas del sistema doble propósito (DP) del oriente de El Salvador. Para considerar el patrón estacional de la producción, la operación anual de las granjas se dividió en dos estaciones, invierno (mayo-octubre) y verano (noviembre-abril). Los datos fueron colectados mediante una entrevista a ganaderos de tres municipios seleccionados; para el análisis se utilizaron tablas de comparación y estadística descriptiva. Los resultados mostraron que todas las granjas produjeron leche ( $44 \pm 48$  l.día<sup>-1</sup>) y carne ( $4 \pm 4,3$  novillos), 34% productos lácteos ( $103 \pm 131$  kg.mes<sup>-1</sup> queso) y 81% maíz (3,3 t) y sorgo (1,1 t). El análisis de la variación estacional mostró que en invierno hubo mayor producción de leche con una alimentación a base de pastos, mayor proporción de vacas en ordeño y menos mano de obra, comparada con el verano que mostró menos vacas en ordeño, más mano de obra y dependencia de alimentos almacenados. Las variables cantidad de leche, tamaño del hato, vacas en ordeño y mano de obra fueron diferentes entre las dos estaciones ( $P < 0,05$ ). Dado un ciclo anual de operación, los agricultores dependen de la práctica del patrón estacional para optimizar el rendimiento de leche, producir novillos destetados, productos lácteos, maíz y sorgo y coincidir con el suministro abundante de pastos, lo cual minimiza costo de alimentación y mano de obra.

**Palabras clave:** verano, procesadores artesanales, invierno, estacionalidad de la leche

Aprobado: Abril 2019

## INTRODUCTION

Milk producers in El Salvador have been classified in three groups, based on the level of technology: traditional or subsistence (30%), semi-specialized or dual-purpose cattle system (DPCS) (67%), and specialized or dairy farms (3%) (CAMAGRO and BMI 2006). DPCS farms produce most of the milk (65%) and beef (30%) in the country (Garcia-Ramirez 2010).

The DPCS farms use crossbred cows (*Bos taurus* and *Bos indicus*) to produce milk and meat (weaned steers). In addition to these two products, DPCS and subsistence farms are also known to produce maize (staple food) and sorghum (livestock feed). Another important characteristic in the operation of this production system is the marked pattern of seasonal production of milk: milk seasonality. Seasonality refers to the variation of milk supply during the year (Oltenacu *et al.* 1989). Researchers studying the seasonality of milk production from specialized dairy farms have commonly divided the yearly production between seasons to estimate seasonal differences (Oltenacu *et al.* 1989; Allore *et al.* 1997; Sheen and Riesco 2002).

The seasonality of milk production of specialized dairy farms has been explained by the higher proportion of cows calving during the beginning of spring (grass-growing season) in New Zealand (Garcia and Holmes 1999) and the United States (Kaiser *et al.* 1988; Sun *et al.* 1995). Moreover, in the United States, other management practices such as confinement or pasture based systems, feeding type, calving date, and herd size have been found to be associated with seasonality. In tropical environments two marked seasons are observed: the rainy season (May to October) and the dry season (November to April; MAG 2003). In El Salvador DPCS farmers supply more milk in the rainy season than in the dry season (MAG 2003).

On the other hand, the characterization is a tool to evaluate production systems (Connell *et al.* 2007), and it is defined as the description of the principal characteristics and multiple interrelationship of group of farmers (Bolaños 1999). This is important because it provides basic information to policy makers and managers that allows them

to implement appropriate strategies to develop and standardize the operation of farmers (Cabrera *et al.* 2004), as well as to provide the basis for future investigations (Juárez-Barrientos *et al.* 2015). The first step to obtain information of a production system is to describe aspects such as component, context, interaction and output.

El Salvador lacks characterization studies of DPCS farms. Qualitative and quantitative studies describe the DPCS as also the main system to produce milk at the continental level. The operation of this production system are found in Colombia (Salamanca *et al.* 2011; Cortés-Mora *et al.* 2012), Costa Rica (Holguín *et al.* 2003), Mexico (Vilaboa-Arroniz and Díaz-Rivera 2009; Chalate-Molina *et al.* 2010; Orantes-Zebadúa *et al.* 2014; Juárez-Barrientos *et al.* 2015; Cuevas-Reyes *et al.* 2016), and Venezuela (Paez and Jiménez 2000; Páez *et al.* 2003; Connell *et al.* 2007; González *et al.* 2011)

The DPCS farms in these studies vary regarding size of herd and farmland, labor, farmer education, and level of technology within and among countries. However, some common features of the production system across studies are the production of milk and meat, grass-fed cows, and crossbred animals.

Researchers characterizing the DPCS have excluded two important characteristics shared by these systems, the seasonal pattern of milk production and the planting of crops, practiced by fewer farmers. This seasonal pattern of milk production developed by the DPCS of America may be the result of the interaction among environmental, technical, and socio-economic factors; while the crop-output may be a product produce by this system; both, interaction and multiple production are important aspects of the system.

Moreover, the normal protocol to describe the operation of DPCS farms is to use data of the total or average quantity of output and input in a time span (e.g., month or year). This common procedure may not account for the seasonal changes in output as well as in inputs. Therefore, the objective of this study was to characterize the multiple production and the seasonal pattern of milk production of the DPCS, traditional and

semi-specialized farmers located in three municipalities in the eastern zone of El Salvador.

## MATERIALS AND METHODS

The study area was in the Department of Morazán located in the east zone of El Salvador (13°35'N latitude and 88°07'W longitude), where the highest cattle population is located. The east zone is comprised of four Departments and they accounted for 52% (30,344 farmers) of the cattle farmers and 43% of the national herd (MINEC 2007). The municipalities of Guatajiagua, Semsembrá, and Yamabal (Figure 1) were selected for their location respect to the major cattle area in the country, long history in cattle farming (more than 50 years), and their economic activity is based on the production of cattle, maize, and sorghum.

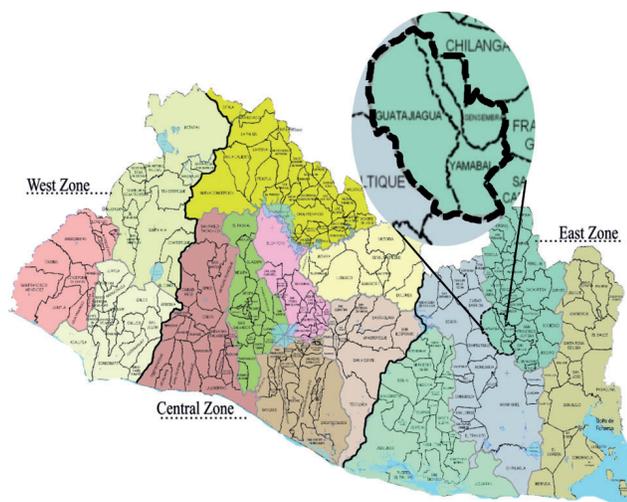


Figure 1. Location of the study, Morazán El Salvador (SNET 2012)

The specific number of cattle farms in the three Municipalities was unavailable, but based on the 2007 Agricultural Census, there are 207, 198, and 196 livestock farms in Guatajiagua, Semsembrá, and Yamabal respectively.

A questionnaire was designed to elicit information readily provided by farmers regarding the farm operation (Holguín *et al.* 2003; Chalate-Molina *et*

*al.* 2010; Campos-Ramírez and Urrutia-Vásquez 2014; Juárez-Barrientos *et al.* 2015). The information was compiled in four main aspects:

1. - Related to milk production, such as herd size, lactating cows, feedstuff, labor (family or hired), forage, daily milk produce, daily milk process, dairy products (white cheese, cream, cottage cheese), processors classification (small and large processors groups) and farmland.
2. - Related to objectives and goals, such as milk sells or process, subsistence, selling place.
3. - Related to output beef, sorghum, and maize productions, such as number of male and female calves, selling time, area planted.
4. - Related to socio-demographic characteristics.

The questionnaire survey was targeted to all farmers engaged on dairy farming in the three selected municipalities from the Department of Morazán and was applied using a face-to-face interview to farmers, during the dry season of 2011. For describing the seasonal pattern of farm operation, the yearly production was divided into rainy season (May to October) and dry season (November to April), based on the classification of the country and as commonly done by previous studies on seasonal effect (Oltencu *et al.* 1989; Allore *et al.* 1997; Sheen and Riesco 2002; Thuránira-McKeever *et al.* 2010). The data corresponded to the production periods of the rainy season in 2010 and the dry season in 2011 for each farmer.

Those farmers processing milk were grouped into small (less than 100 L.day<sup>-1</sup>) and large (more than 100 L.day<sup>-1</sup>). To estimate the forages quantity consumed per farm in each season, we report the forage supply in these seasons through the description of the forage used and the size of the farmland. To provide additional information to the seasonal variation of milk production, the calving month pattern was determined using data from a farm under study which recorded the calving period. The data included calving information of 13 cows, from 2006 to 2011.

Wilcoxon matched pair test was used to test for season-to-season change in variables

(significance was accepted at  $P < 0.05$ ), and descriptive statistics to describe other farm variables.

## RESULTS AND DISCUSSION

A total of 126 cattle farmers were identified, from which 33 were either unreachable or unwilling to answer the questionnaire. The valid responses were 89 farmers and local artisan (milk processors; there were 28 that produce their own milk for processing), which included the full population for the municipality of Sensembra (14) and Yamabal (60). All farmers fell into the category of subsistence and DPCS farms, which was needed for the analysis. Four more farmers that only bought milk for processing dairy products were added to the seasonal comparison analysis.

Of the 93 farmers interviewed, 87% were male and 13% females. The average age was 54 years but varied between 20 and 86 years. From all the respondents, 26% had zero level of education, 26% had between one and five years, 27% had between five and ten years, and 21% more than ten years of education. Most respondents owned the land (84%) and were full time employed (84%).

The farmers milk production objective revealed three categories: milk seller (56%), milk processor (34%), and milk consumer (10%). The milk sellers produced milk for selling at the farm gate to local processors (Table 1); the milk processors produced milk for processing and selling dairy products to retailers of the nearby city, San Miguel; the milk consumers produced milk for own consumption. The high variability (SD larger than the mean) of farmers' subcategories can be attributed to the quantity of milk produce by small and large groups.

Results revealed that DPCS farmers produced five types of outputs: milk, dairy products, weaned steers, maize, and sorghum (Table 2). Some farmers (milk processors) processed their milk produce into white cheese, cream, and cottage cheese, in which the former was the main item.

All farmers were selling weaned steers, since this is a common product of the dual purpose cattle system. The weaned steers (48% of total calves;  $n = 340$ ) were sold at farm gate to intermediaries. Regarding the selling age of the weaned steers, 45% of the farmers responded it was 18 months old; 23%, 24 months; 17%, 12 months, and 15% said other ages.

Most of the farmers (81%) also planted maize in plots of 1.07 ha (SD = 2.34) and sorghum 1.10 ha (SD = 1.69), with an average yield of about 3.30 and 1.10 tons.ha<sup>-1</sup>, respectively. Maize, the staple food in the country, and sorghum, livestock feeding, were destined for either own consumption or sale. Regarding the crop production, two types of by-products were derived and used to feed the cows for dry season: maize and sorghum stovers.

Farmers shift from pasture to stored forages to feed the cow between the rainy and dry seasons. This has been mentioned in the country as one of the main factors causing the seasonal milk supply (Garcia-Ramirez 2011). The farmers under study practiced this feeding pattern. Results showed that in the rainy season cows grazed on pastures.

The average stocking rate was 1.88 (SD = 1.80) animals per ha. Most of the grassing land (65%) was covered with native pastures such as chompipe (*Ixophorus unisetus*), jara-gua (*Hiparrhenia rufa*), and zaleas (*Brachiaria decumbens*). From total farmland, 475 ha (35%) were planted with improved grasses, including

Table 1. Production of milk by farmers group<sup>1</sup>

| Group          | % of farmers | Dry season |                 | Rainy season |                 |
|----------------|--------------|------------|-----------------|--------------|-----------------|
|                |              | Mean (L)   | SD <sup>2</sup> | Mean (L)     | SD <sup>2</sup> |
| Milk seller    | 56           | 32.1       | 37.8            | 40.9         | 44.6            |
| Milk processor | 34           | 49.2       | 65.7            | 58.3         | 68.6            |
| Milk consumers | 10           | 5.5        | 4.3             | 5.9          | 5.3             |

<sup>1</sup>Milk suckled by calves is not counted.

<sup>2</sup>Standard deviation.

callie (*Cynodon dactylon*, var. callie), carimagua (*Andropogon gayanus*), and swazi (*Digitaria swazilandensis*). Half of the farmers reported having had jaragua (*H. rufa*), which covered 75% (359 ha) of the area with improved pasture.

The stored forages comprised the feeding of cattle in dry season. About half of the farmers, 54%, used chopped stovers from maize and sorghum, 10% used silage, 9% used cut green forage, and 27% used both chopped stover and silage. Forage stovers, is a by-product obtained from the on-farm production of maize and sorghum (81% of farmers). Silage was prepared (37% of farmers) from sorghum (*Sorghum vulgare*, var. sweet), maize (*Zea maize*), and king grass (*Pennisetum hybridum*); the area planted totaled 29 ha, in average plots of 0.51 ha (SD = 0.97). Additionally, 93% of the farmers used feed concentrate, monthly gross consumption was 103 tons, 690 kg (SD = 835) per farm.

The results of comparing the level of inputs and outputs between the dry and rainy seasons are presented in Table 3. Compared to the values presented in Table 1 and 2, less variability (SD smaller than the mean) was observed in the outputs when divided by small and large groups; for instance, the daily milk process and white cheese showed a SD smaller than the mean (lower half of Table 3). The seasonal pattern was observed in two sub categories of outputs and in the two selected inputs. Labor and herd size were

significantly different between seasons. Similarly, the outputs of daily milk produce and daily milk process were statistically different between seasons (see Table 3).

Although the data used to determine the calving pattern is insufficient to represent the complete sample, it provides useful additional information. The month with the highest calving frequency was July (four calving), followed by May (three calving), June and February (two calving), and the least frequent, January and September (one calving). The average monthly rate of calving was 5.5, 9 calving out of 13 were in the first three months of the rainy season (mid-May: beginning of rainy season), when cows are grass-fed during the rainy season.

The higher milk supply from the DPCS farms could be due to a higher proportion of parturitions during this season. In specialized dairy farms, the higher proportion of cows calving during spring (grass-growing season) explains the seasonal differences on milk production (Garcia and Holmes 1999). Cows are milked at peak lactation stage, during spring-summer, and then reach the other seasons, fall-winter, at the decreasing phase.

Seasonal changes in milk quantity suggest that farmers may adjust the level of input used to that of output produced; the inputs labor and herd size results may show evidences. Labor is a

Table 2. Outputs of DPCS farmers.

| Item                             | Dry season |                 | Rainy season |     | % of farmers |
|----------------------------------|------------|-----------------|--------------|-----|--------------|
|                                  | Mean       | SD <sup>2</sup> | Mean         | SD  |              |
| Milk (daily; L) <sup>1</sup>     | 36         | 53              | 44           | 48  | 100          |
| Dairy products (monthly):        |            |                 |              |     | 38           |
| *- White cheese (kg)             | 94         | 103             | 103          | 131 |              |
| *- Cottage cheese (total; kg)    | 404        |                 | 618          |     |              |
| *- Cream (total; L)              | 930        |                 | 1,098        |     |              |
| Weaned steers (per farm)         | 4          | 4.3             |              |     | 100          |
| Maize (tons.farm <sup>-1</sup> ) |            |                 | 3.3          |     | 81           |
| Sorghum (tons)                   |            |                 | 1.1          |     | 81           |

<sup>1</sup>Milk suckled by calves is not counted.

<sup>2</sup>Standard deviation

Table 3. Average inputs and outputs per cattle farmer between seasons in east zone of El Salvador (n = 89), (Wilcoxon Matched Pair Test).

| Variable                     | Dry season |      |      | Rainy season |      |      | z     | P-values |
|------------------------------|------------|------|------|--------------|------|------|-------|----------|
|                              | Total      | Mean | SD   | Total        | Mean | SD   |       |          |
| <i>Inputs</i>                |            |      |      |              |      |      |       |          |
| Labor (full time equivalent) | 94.5       | 1.06 | 0.69 | 68.3         | 0.76 | 0.57 | 5.28* | <0.001   |
| *- Family labor              | 47.5       | 0.71 | 0.36 | 36.0         | 0.51 | 0.39 | 2.86* | 0.004    |
| *- Hired labor               | 47.0       | 1.11 | 0.54 | 32.3         | 0.89 | 0.63 | 3.47* | <0.001   |
| Herd (animal) <sup>1</sup>   | 1833       | 20.6 | 18.7 | 2085         | 23.4 | 23.5 | 2.11* | 0.0      |
| *- Lactating cow             | 709        | 7.97 | 7.39 | 774          | 8.69 | 8.61 | 2.01* | 0.05     |
| Farmland (ha)                |            |      |      | 1384         | 15.5 | 13.9 |       |          |
| <i>Outputs</i>               |            |      |      |              |      |      |       |          |
| Daily milk (L) <sup>2</sup>  | 3183       | 35.8 | 48.5 | 3916         | 44.0 | 53.4 | 3.20* | 0.00136  |
| <i>Small processors</i>      |            |      |      |              |      |      |       |          |
| Daily milk process (L)       | 938        | 34.6 | 24.2 | 1194         | 43.8 | 34.6 | 1.83  | 0.07     |
| White cheese (kg/month)      | 2556       | 103  | 131  | 2512         | 94.1 | 103  | 0.42  | 0.67     |
| <i>Large group</i>           |            |      |      |              |      |      |       |          |
| Daily milk process (L)       | 1480       | 247  | 83.4 | 1718         | 286  | 86.5 | 2.02* | 0.04     |
| White cheese (Kg/month)      | 4013       | 669  | 335  | 4054         | 676  | 332  | 0.66  | 0.50     |

\*Level of significance at P&lt;0.05

<sup>1</sup>animals older than 1.5 years<sup>2</sup>Does not include the milk suckled by calves

basic input in any agriculture process and in the present study, this input was found to significantly change between the two seasons; labor input was excluded by previous studies estimating the seasonal effect on dairy farms (Ray *et al.* 1992; Thuránira-McKeever *et al.* 2010). Results showed that farmers needed more labor (including family and hired) to produce milk in the dry season than what they needed in the rainy season. The higher labor needed in the dry season (27.7%), though the average cows per worker fell 36% to 18 cows (SD = 10.5), was to feed the animals twice or three times a day, carry forage, and handle the manure.

The less labor demand for milk production during rainy season gives a surplus that could have been used for planting maize, sorghum, and preparing silage for the dry season. Despite of using more labor in the dry season production, the output per worker was lower (M = 27.5 liter of milk, SD = 19.4) than that of the rainy season (M = 51.0 liters of milk, SD = 38.5).

The number of animals kept in the rainy season was larger than those kept in the dry season. More milking cows were also kept in the rainy season than in the dry season. The decrease in herds might be explained by the sale of weaned steers before the beginning of the dry season, when animals are fed on stored forages, while the decrease in the milking cows might be related to the dry-off of cows.

The calving pattern, indeed, showed a higher proportion of cows calving at the beginning of the rainy season, and those cows may be then dried-off in the dry season, because under the pasture-based system the lactation length is shorter. Another factor justifying the decreased number of animals (herd and milking cow) in the dry season compared to rainy season could be the higher feed costs per cow and more labor needed to manage them. In this system, stored forages for milk production are the largest cost, compared with pastures (Benson 2008; Alfonso-Avila *et al.* 2012). Thus to reduce feed costs and labor, a smaller herd and less milking cows might

have been planned in the dry season, and then a greater proportion of cows may be scheduled to calve in the rainy season to fully take advantage of the low cost grasses and less labor.

On the other hand, results showed that daily milk produced in the rainy season was significantly higher, 18.7% compared to the dry season. The higher milk production may have resulted from the greater proportion of cows (65 cows) calving at the beginning of the rainy season. These cows could have been milked at peak lactation phase during the rainy season and then reached the dry season at decreasing phase or having been dry-off, overall, having more milk in the rainy season than in the dry season.

Daily milk process by small and large group in the rainy season was higher, 21.4% and 13.6%, compared to the dry season, with significant differences only for large group (small:  $Z = 1.83$ ,  $P < 0.07$ ). The uneven milk supply of processors between seasons could have been expected since it has already explained that a greater proportion of cows at peak yield of lactation may have been planned for the rainy season.

However, the monthly productions of white cheese by the two groups were not significantly different between the two seasons (small:  $Z = 0.42$ ,  $P > 0.67$ ; large:  $z = 0.66$ ,  $P > 0.50$ ). In addition, the quantity produced of other dairy products, cream (dry: 1,098 liters.month<sup>-1</sup>; rainy: 930 liters.month<sup>-1</sup>) and cottage cheese (dry: 618 kg.month<sup>-1</sup>; rainy: 404 kg.month<sup>-1</sup>) was actually greater in the dry season than in the rainy season.

This greater quantity of dairy products in the dry season, though milk processed was 21.4% (small group) and 13.6% (large) less, may be attributed to changes in the milk composition through the interactive influence of lactation stage and feeding type. Tropical grasses are characterized by low quality for milk production (Aguilares-Peréz *et al.* 2009; Tinoco-Magaña *et al.* 2012).

Insufficient fiber and dry matter intake caused by the poor quality pasture, might have downwardly shifted both fat and protein content, which was in the trough at the beginning of lactation stage of cow. Whereas the forages chopped stovers,

silage, and concentrate might have upwardly shifted the fat and protein content, which was in the peak at the end of lactation stage of cow. Thus, farmers may have obtained the higher quantity of milk products during the dry season compared to the rainy season.

The calving pattern seems to be synchronized with the time of sale of weaned steers. We make this statement based on the following premises: a greater proportion of the farmers (45%) reported to sell the weaned steers when they reach 18 months of age. Fixing mid-May as the calving month, the 18 months were completed in mid-October (last month of rainy season) of the next year. If calves were weaned at 12-month old, then they could be grazed during the six months of the rainy season, when forage supply is inexpensive and abundant, and sold when they reached the 18 months (mid-October). October is reported as one of the highest selling months for beef in the most important cattle traditional-market located in east zone El Salvador<sup>1</sup>. This situation may imply the effect of the calving pattern to the beef markets.

Seasonal pattern, through scheduling of cows calving, seems to play a profound effect on operation of DPCS farms in El Salvador. Dairy farmers from New Zealand have developed a similar pattern of seasonal production, which is highly efficient with minimal need for housing, effluence disposal, machinery, and expensive feeding system (White *et al.* 2002; Verkerk 2003). These characteristics are overall observed in the operation of DPCS farmers.

As a final consideration, important advances could be attained for farmers if research is done in the relationship and interaction between the date of calving and the lactation curve shape, milk composition, feeding strategies, lactation length, and reproduction.

## CONCLUSIONS

This study characterized the operation of DPCS farms under the seasonal pattern of milk production in eastern El Salvador. From the questionnaire survey, the results showed the diversified production of farmers operating

<sup>1</sup>Vijil, JC. 21 julio 2009. Beef market price in San Miguel (oral communication). San Miguel, El Salvador. Centro de Agronegocios San Miguel.

DPCS. Farmers integrated production of milk, dairy products, beef, maize, and sorghum.

Integrating cattle production and crops was important for farmers, because it allowed the use of by-product as feed for animals during the dry season. Future analysis on profitability, resilience and sustainability of the seasonal and multi-output production of DPCS farms could provide valuable knowledge of this farming system.

Dividing the operation into rainy and dry seasons was more appropriate to describe the farms under the seasonal pattern of milk production. Adopting the approach of two different operation practices between seasons revealed better understanding of this production system.

For an annual operation, the seasonal pattern of milk production may be important to maximize milk yield, combine production of meat, dairy products, crops, and to match supply of low cost grasses.

For the dairy industry to be successfully developed, the government must considered constructing from the seasonal pattern of production; this pattern is farmers' response to the adaptation of dairying after combined the capital, labor, and natural endowment.

### CITED LITERATURE

- Aguilares-Peréz, C; Ku-Vera, J; Garnsworthy, PC. 2009. Effect of bypass fat on energy balance, milk production and reproduction in grazing crossbred cows in the tropics. *Livestock Science* 121(2009): 64-71.
- Alfonso-Vila, AR; Wattiauz, MA; Espinosa-Ortega, A; Sanches-Vera, A; Arriaga-Jordan, CM. 2012. Local feeding strategies and milk composition in small-scale dairy production systems during the rainy season in the highland of Mexico. *Tropical Animal Health and Production* 44:637-644.
- Allore, HG; Oltenacu, PA; N. Erb, NH. 1997. Effects of seasons, herd size, and geographic region on the composition and quality of milk in the Northeast. *Journal of Dairy Science* 80:3040-3049.
- Benson, AG. 2008. Pasture-based and confinement dairy farming in the United States: an assessment. *Journal of International Farm Management* 4(2):1-16.
- Bolaños, O. 1999. Caracterización y tipificación de organizaciones de productores y productoras. IX Congreso Nacional Agronómico / I Congreso Nacional de Extensión. Costa Rica: 31-39.
- Cabrera, D; García-Martínez, VA; de la Cruz, RA; Castaldo, A; Perea, JM; Peinado, JM. 2004. Metodología para la caracterización y tipificación de sistemas ganaderos. Departamento de Produccion Animal Universidad de Cordoba 1(2004):1-9.
- CAMAGRO (Cámara Agropecuaria y Agroindustrial); BMI (Banco Multisectorial de inversionaes). 2006. Cadena agroproductiva del subsector lácteos en El Salvador. San Salvador, El Salvador. BMI & CAMAGRO: 127 p.
- Campos-Ramírez, VI; Urrutia-Vásquez, FA. 2014. Caracterización y georeferenciación de explotaciones de ganado bovino para su uso en vigilancia epidemiológica en el municipio de Sonsonate, departamento de Sonsonate. Tesis Lic. San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador. 92 p.
- Chalate-Molina, H; Gallardo-López, F; Pérez-Hernández, P; Lang-Ovalle, FP; Ortega-Jiménez E; Vilaboa-Arroniz, J. 2010. Características del sistema de producción bovinos de doble propósito en el estado de Morelos, México. *Zootecnia Tropical* 28(3):1-13.
- Connell, J; Navarro, L; Torrealba, M; Rodríguez, I; Guevara, E; Ramírez, M; Alfaro, C; Tirado, H. 2007. Caracterización técnica-productiva de los sistemas ganaderos del sur del estado Anzoátegui. *Manejo del recurso pastizal. Zootecnia Tropical* 25(3):201-204.
- Cortés-Mora, J; Cortéz-Torres A; Cortéz-Torres, J. 2012. Características estructurales del sistema de producción con bovinos de doble propósito en el trópico húmedo colombiano. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 25:229-239.

- Cuevas Reyes, V; Loaiza Meza, A; Espinosa García, JA; Vélez Izquierdo, A; Montoya Flores, MD. 2016. Tipología de las explotaciones ganaderas de bovinos doble propósito en Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 7(1):69-83
- García-Ramírez, RA. 2010. Desarrollo de la cadena de valor para los productos lácteos: modelo productivo para las MIPYME del sector lácteo de El Salvador. San Salvador, El Salvador. Ministerio de Economía. 29 p. (Serie técnica). Informe Técnico n°1.
- García-Ramírez, RA. 2011. Desarrollo de la cadena de valor para los productos lácteos: Modelos productivos para las MIPYME del Sector lácteo de El Salvador. San Salvador, El Salvador. Ministerio de Economía. 45 p. (Serie técnica). Informe Técnico n°4.
- García, SC; Holmes, CW. 1999. Effects of time of calving on the productivity of pastures-based dairy systems: A review. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 42:347-362.
- González, B; Peña, M; Urdaneta, F; Velasco, J; Casanova, Á. 2011. Sistemas productivos ganaderos de doble propósito en el municipio Sucre, estado Zulia. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia* 28(1):523-535.
- Holguín, VA; Ibrahim, M; Mora, J; Rojas, A. 2003. Caracterización de sistemas de manejo nutricional en ganaderías de doble propósito de la región Pacífico Central de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 10(39-40):40-46
- Juárez-Barrientos, JM; Herman-Lara, E; Soto-Estrada, A; Ávalos-de la Cruz, DA; Vilaboa-Arroniz, J; Díaz-Rivera, P. 2015. Tipificación de sistemas de doble propósito para producción de leche en el distrito de desarrollo rural 008, Veracruz, México. *Revista Científica XXV*(4):317-323.
- Kaiser, HM; Oltenacu, PA; Smith, TR. 1988. The effect of alternative seasonal price differentials on milk production in New York. *Notheastern Journal of Agricultural and Resource Economics* 17(1):46-55.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2003. Plan de desarrollo ganadero de El Salvador, Santa Tecla, El Salvador, 91 p.
- MINEC (Ministerio de Economía). 2007. IV Censo Agropecuario 2007-2008. El Salvador, San Salvador, Ministerio de Economía. 627 p.
- Oltenacu, PA; Smith, TR; Harry, M. 1989. Factors associated with seasonality of milk production in New York State. *Journal of Dairy Science* 72(4):1072-1079.
- Orantes-Zebadúa, MÁ; Platas-Rosado, D; Córdova-Avalos, V; Santos-Lara, M; Córdova-Avalos, A. 2014. Caracterización de la ganadería de doble propósito en una región de Chiapas, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 1(1):49-58.
- Páez, L; Linares, T; Sayago, W; Pacheco, R. 2003. Caracterización estructural y funcional de fincas ganaderas de doble propósito en el municipio Páez del estado Apure, Venezuela. *Zootecnia Tropical* 21(3):301-323.
- Paez, L; Jiménez, M. 2000. Caracterización estructural y tipologías de fincas de ganadería de doble propósito en la microregión Acequia-Socopo del estado Barinas. *Zootecnia Tropical* 18(2):177-196.
- Ray, DE; Halbach, TJ; Armstrong, DV. 1992. Season and lactation number effect on milk production and reproduction of dairy cattle in Arizona. *Journal of Dairy Science* 75:2976-2983.
- Sheen, SR; Riesco, AD. 2002. Factores que afectan la producción de leche en vacas de doble propósito en trópico húmedo (Pucallpa). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 13(1):25-31.
- SNET (Servicio Nacional de Estudios Territoriales). 2012. El Salvador División Política Administrativa. Salvador. El Salvador, San Salvador, SNET. Accessed Aug. 2016. Available at <http://www.snet.gob.sv>.
- Sun, CH; Kaiser, HM; Forker, OD. 1995. Analysis of seasonal milk price incentive plan. *Review of Agricultural Economics* 17:383-393.

- Thuranira-McKeever, C; Shaw, A; Machila, N; Eisler, M; Welburn, S; Maudlin, I. 2010. Seasonal influence on Livestock keeping in a sedentary crop-livestock system. *Tropical Animal Health and Production* 42:705-717.
- Tinoco-Magaña, JC; Aguilar-Pérez, CF; Delgado-León, R; Magaña-Monforte, JG; Ku-Vera, JC; Herrera-Camacho, J. 2012. Effect of energy supplementation on productivity of dual-purpose cows grazing in a silvopastoral system in the tropics. *Tropical Animal Health and Production* 44:1013-1078.
- Verkerk, G. 2003. Pasture-based dairying: challenges and rewards for New Zealand producers. *Theriogenology* 59:553-561.
- Vilaboa Arroniz, J; Díaz Rivera, P. 2009. Caracterización socioeconómica y tecnológica de los sistemas ganaderos en siete municipios del estado de Veracruz, México. *Zootecnia Tropical* 27(4):427-436.
- White, LS; Benson, GA; Washburn, SP; J. Green, JT. 2002. Milk production and economic measures in confinement or pasture systems using seasonally calved Holstein and Jersey cows. *Journal of Dairy Science* 85(1):95-104.
- Salamanca, A; García, JC; Pinzón, HA; Vargas, E; Mosquera, H; Tovar, RA. 2011. Diagnóstico estructural y productivo de fincas del sistema doble propósito en el municipio de Arauca departamento de Arauca (en línea). Sitio Argentino de producción animal. 6p. Consultado 15 ago. 2016. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/empresa\\_agropecuaria/empresa\\_agropecuaria/100-arauca-2.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/empresa_agropecuaria/empresa_agropecuaria/100-arauca-2.pdf)

## Disponibilidad de postlarvas del camarón blanco *Litopenaeus schmitti* en Caño Sagua, Guajira venezolana, con fines de cultivo

Glenys J. Andrade de Pasquier<sup>1\*</sup>, Randi J. Guerrero Rios<sup>1</sup>, Luis A. Soto Herrera<sup>2</sup>, Betsy M. Urdaneta Polanco<sup>2</sup>, Luis E. Antúnez Tovar<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Zulia, Venezuela. <sup>2</sup>Universidad del Zulia, Postgrado en Ciencias Biológicas, Zulia, Venezuela. <sup>3</sup>Universidad del Zulia, Escuela de Biología, Zulia, Venezuela. \*Correo electrónico: gandrade.inia.zulia@gmail.com.

### RESUMEN

Se registra la disponibilidad de postlarvas del camarón blanco, *Litopenaeus schmitti*, en Caño Sagua, y se establecen comparaciones con evaluaciones de la disponibilidad y abundancia de esta especie en la misma área hace más de 20 años. Este estudio abarcó un período de 16 meses durante el cual se obtuvo una abundancia relativa promedio de 206 postlarvas/minuto/chayo, alcanzando una disponibilidad cercana a 74.000 postlarvas/hombre durante las seis horas de marea baja diurna, para un área de 16 m<sup>2</sup> del Caño Sagua. La salinidad del agua varió entre 12 y 33 UPS, con una media de 26 ± 5,0 UPS y la temperatura del agua entre 25 y 34 °C, con una media de 29 ± 1,5 °C, encontrándose ambos factores dentro de los rangos señalados en estudios anteriores. Los juveniles de *L. schmitti* también fueron abundantes, con una disponibilidad cercana a 19.000 juveniles/hombre, bajo las mismas condiciones de tiempo y área. En este trabajo se registró una disminución de la abundancia y disponibilidad de postlarvas y juveniles con respecto a estudios anteriores, posiblemente causada por la fuerte sedimentación del caño, el incremento de la contaminación por aguas servidas y a variaciones en la manipulación de la red de pesca (chayo). Se concluye que aún existe una alta disponibilidad de postlarvas (semillas) de camarón blanco en Caño Sagua que pueden ser aprovechadas para el desarrollo de la camaronicultura en la subregión Guajira.

**Palabras clave:** camarón blanco, *Litopenaeus schmitti*, postlarvas, disponibilidad, camaronicultura.

## Availability of postlarval white shrimp, *Litopenaeus schmitti*, in Caño Sagua, venezuelan Guajira, for cultivation

### SUMMARY

The availability of postlarval white shrimp, *Litopenaeus schmitti*, was registered in Caño Sagua, and comparisons were established with assessments of the availability and abundance of this species in the same study area over 20 years. This study covered a period of 16 months during which we obtained an average relative abundance of 206 postlarvae/minute/chayo, reaching an availability near to 74,000 postlarvae/man, during the six hours of day-time low tide and for an area of 16 m<sup>2</sup> of Caño Sagua. Water salinity varied between 12-33 UPS, with an average of 26 ± 5,0 UPS and water temperature between 25-34 °C, with an average of 29 ± 1,5 °C, both factors within the ranges indicated in previous studies. The juvenile *L. schmitti* were also abundant, with an availability near to 19,000 juvenile/man under the same time and area conditions. It was registered a decrease in the abundance and availability of postlarval and juvenile in relation to previous studies; possible causes include heavy sedimentation of the creek; increased sewage contamination; and handling efficiency of the fishing net (chayo). We conclude that there is still a high availability of postlarval (seeds) of white shrimp in CañoSagua which can be exploited for the development of commercial shrimp farming in the Guajira subregion.

**Key words:** white shrimp, *Litopenaeus schmitti*, postlarval, availability, shrimp farming.

## INTRODUCCION

El camarón blanco (*Litopenaeus schmitti*) es el peneido de mayor producción y valor económico en el país (Andrade de Pasquier y Pérez 2007). El Golfo de Venezuela y el Lago de Maracaibo aportan más de 80% a la producción nacional artesanal de camarones, en promedio 1.700 t anuales, operando actualmente 12 plantas procesadoras en el estado Zulia, siete de las cuales exportan su producto a Europa y Estados Unidos (INSOPESCA 2016), lo cual representa cerca del 70% de la producción de camarones del Lago de Maracaibo generando una gran cantidad divisas y de empleos directos e indirectos en esta región.

No obstante, la fuerte presión pesquera ejercida antes y después de la prohibición de la pesca industrial de camarones en Venezuela, especialmente después de la eliminación de la pesca industrial del Golfo de Venezuela en el año 2009, así como, la falta de regulaciones para la pesca artesanal en el Lago de Maracaibo es considerada las principales causas de la sobreexplotación de este recurso en la región (Andrade 2005). De tal forma, existe una marcada disminución de los desembarques de camarones descendiendo de 6.112 t en 2009 a 1.313 t en 2015, con una producción promedio de 1.782 t en los últimos seis años en el Lago de Maracaibo (INSOPESCA 2016).

Esta especie sigue siendo el segundo recurso pesquero más importante en el Sistema de Maracaibo, solo superado por el cangrejo azul, *Callinectes sapidus*, pero amerita medidas especiales de protección en el corto plazo, las cuales deberían incluir la disminución del esfuerzo pesquero ejercido y la regulación de las artes de pesca, entre otras medidas a considerar en un plan de ordenamiento de la pesquería para la conservación y mejor aprovechamiento del recurso.

Alternativamente, la acuicultura provee de una fuente cárnica importante y de ingresos económicos para las poblaciones rurales en muchas partes del mundo. Los productores demandan, cada día más, no sólo el acompañamiento técnico para el desarrollo del cultivo de camarones, sino también una mayor oferta de postlarvas. La obtención de las postlarvas,

también llamadas semillas, con fines de cultivo es difícil y compleja debido a la poca oferta, alta demanda de los acuicultores, altos costos de la semilla ofertada (*Litopenaeus vannamei*), escasa producción nacional de semilla (*L. vannamei* y otras especies del Océano Pacífico), y casi nula utilización de la especie autóctona con mayor potencial para el cultivo (*L. schmitti*) debido al bajo crecimiento reportado en cautiverio con respecto a *L. vannamei*.

Los primeros intentos para el cultivo de *L. schmitti* en el occidente de Venezuela, fueron realizados en 1987, cuando el Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP), hoy Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), desarrolló un proyecto para el cultivo comercial de camarones peneidos en Paraguaipoa, en una zona aledaña al Caño Sagua (Guajira venezolana), el cual quedó inconcluso.

Las investigaciones en aquel entonces señalaron la gran abundancia de postlarvas de camarones en este cuerpo de agua, la cual fue de 418 postlarvas/minuto/chayo (Andrade 1992), especialmente del camarón blanco, *L. schmitti*, las cuales serían utilizadas como semilla silvestre en lagunas de cría y engorde.

Recientemente, un grupo de pescadores de la etnia Wayúu (pobladores de Paraguaipoa), organizados en una Red Socialista de Innovación Productiva (RSIP) de Pesca Artesanal, aprovechando la presencia de postlarvas de camarones peneidos, realizaron algunas pruebas de cultivo en jaulas sumergidas en el Caño Sagua, con resultados favorables que motivaron el interés por el desarrollo de esta actividad económica en la comunidad.

Con el propósito de aportar elementos biológicos, ambientales y técnicos que permitan viabilizar esta iniciativa, se realiza el presente trabajo, cuyo objetivo es determinar la disponibilidad actual de postlarvas de camarón blanco en Caño Sagua y su relación con algunos factores ambientales, de manera que puedan ser utilizadas como semilla silvestre para el desarrollo del cultivo de camarones en la Guajira venezolana.

## MATERIALES Y MÉTODOS.

Para la realización de este estudio se establecieron ocho puntos de muestreo a lo largo del Caño Sagua, ubicado cerca de la población de Paraguaipoa, en el estado Zulia, Venezuela, con coordenadas geográficas 11°23'47.0"N 71°57'30.3"O (Figura 1). Estos puntos fueron seleccionados bajo la premisa que estuvieran alejados de la influencia humana y en orillas libres de vegetación durante la baja marea diurna.

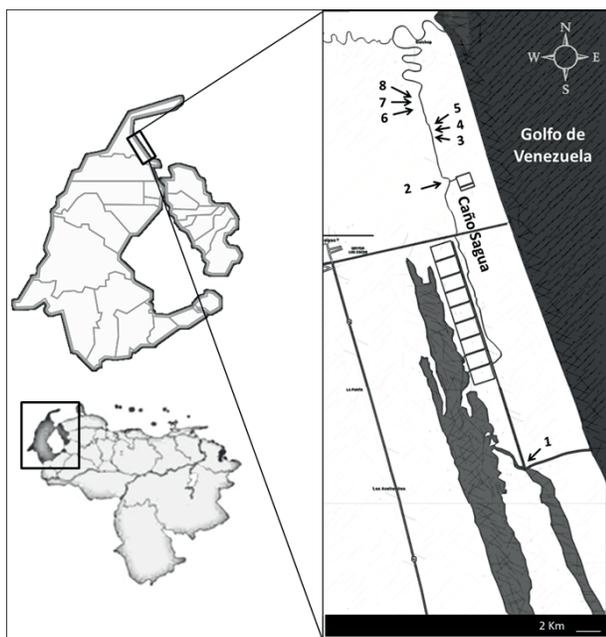


Figura 1. Área de estudio y puntos de muestreo de postlarvas de camarones en Caño Sagua.

Los muestreos de postlarvas de camarones fueron realizados con una frecuencia quincenal durante el periodo septiembre 2012 y diciembre 2013. Para la captura de las postlarvas se utilizó una red de mano como arte de pesca llamado chayo (Figura 2), el cual fue arrastrado sobre el fondo durante 5 minutos en cada uno de los puntos de muestreo cubriendo un área cercana a 16 m<sup>2</sup> lineales de orilla o borde del Caño Sagua, al inicio de la baja marea diurna.

Se registró el tiempo de utilización del chayo para obtener una estimación del número de postlarvas (pl) de camarones por minuto (pl/min/chayo) y la

captura por unidad de esfuerzo (CPUE), como una medida de la abundancia relativa de postlarvas (Andrade 1992). Las muestras colectadas fueron preservadas en formol 10% y trasladadas al Laboratorio de Evaluación de Recursos Pesqueros, de la Estación Local El Lago del INIA, para su limpieza, separación, identificación y cuantificación.

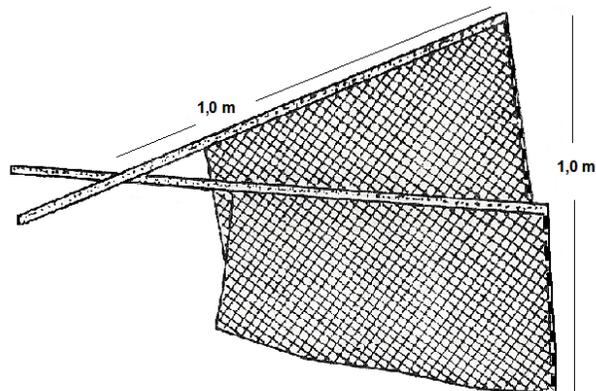


Figura 2. Red de mano o chayo utilizado para la captura de postlarvas de camarones.

Para la identificación taxonómica, se tomaron al azar 10% del total de postlarvas capturadas y se separaron en dos grupos; 1) postlarvas no acanaladas (*L. schmitti* o camarón blanco) y 2) postlarvas acanaladas o del complejo brasiliensis (*Farfantepenaeus notialis* o camarón rosado, *F. subtilis* o camarón marrón y *F. brasiliensis* o camarón rojo) utilizando las claves de Ewald (1965), García Pinto (1971) y Rodríguez (1980, 2000).

Durante las capturas se tomaron datos de salinidad y temperatura del agua, mediante la utilización de un refractómetro de 0-100 UPS y un termómetro de -10 a 100 °C. Se obtuvieron los datos de precipitación en la estación meteorológica más cercana, ubicada en Sinamaica, los cuales fueron proporcionados por el Instituto para la Conservación del Lago de Maracaibo (ICLAM).

Para determinar la existencia de asociación entre las variables fisicoquímicas medidas y la disponibilidad de postlarvas de *L. schmitti*, se

realizaron pruebas de correlación de Pearson a un nivel de significancia de  $P=0,05$ . Se comprobaron los supuestos necesarios para un análisis de varianza por la vía paramétrica y en alcance a los resultados, se decidió usar la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis con nivel de significancia de 95% para establecer si existían diferencias entre las temporadas de lluvia y sequía con la disponibilidad de postlarvas.

Por último, se realizó una prueba de rangos múltiples de Bonferroni para establecer el ordenamiento entre los puntos de muestreo. Los análisis estadísticos se realizaron con la ayuda del software Statgraphics Centurion XVI.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron un total de 32 muestreos, capturando 252.153 postlarvas de camarones peneidos. Se obtuvo una abundancia relativa promedio para larvas no acanaladas (*L. schmitti*) de  $206 \pm 329$  pl/min/chayo, mientras que la captura total y abundancia relativa promedio para el complejo brasiliensis (*F. subtilis*, *F. notialis* y *F. brasiliensis*) fue de 81.661 postlarvas y  $67 \pm 110$  pl/min/chayo.

Los análisis indicaron que 74,4% de las postlarvas correspondieron a la especie *L. schmitti*, 24,2% al complejo brasiliensis y 1,1% a otros géneros de crustáceos decápodos (Cuadro 1). Para esta misma área de estudio, García *et al.* (1991) y Andrade (1992) obtuvieron 95,05% y 91,34% de postlarvas de camarón blanco, respectivamente. Briceño *et al.* (2006), en un estudio similar realizado en la desembocadura del río Maticora, en la costa sureste del Golfo de Venezuela, durante junio-diciembre de 1999, obtuvieron 61% de postlarvas de camarón blanco.

En este estudio se capturaron 19.312 juveniles de camarón blanco (Cuadro 1), correspondiente a 79,5% del total de la captura de juveniles de camarones peneidos, arrojando una abundancia relativa promedio de 16 juveniles/min/chayo. El resto de los crustáceos decápodos capturados fueron agrupados en la categoría de juveniles acanalados como se muestra en el Cuadro 1, con una abundancia relativa promedio de 3 juveniles/min/chayo, las especies que constituyeron este grupo fueron: *Xiphopenaeus kroyeri* o camarón siete barbas (Penaeidae), *Macrobrachium* spp. (Palaemonidae) y otros decápodos juveniles como *Callinectes bocourti* o cangrejo moro (Portunidae).

Como se mencionó anteriormente, el índice de abundancia relativa promedio obtenido para las postlarvas fue de 206 pl/min/chayo, lo cual equivale a una disponibilidad de 74.160 postlarvas/hombre/día, si se pesca las seis horas que dura la marea baja diurna. Por otra parte, si en un cultivo extensivo de camarones se puede utilizar entre tres y cuatro postlarvas/m<sup>2</sup> (Artiles *et al.* 2001, Arredondo-Figueroa 2002) entonces podemos inferir que se cuenta con una disponibilidad suficiente para la siembra de dos hectáreas de cultivo por cada día/hombre/pesca.

No obstante, es necesario resaltar que estos resultados se obtuvieron para ocho puntos de muestreo en Caño Sagua, los cuales abarcaron un área total de 128 m<sup>2</sup>, lo que corresponde aproximadamente al 1% de la superficie del Caño Sagua, por consiguiente, se puede derivar que el potencial de postlarvas de *L. schmitti* para su aprovechamiento en actividades de cultivo puede ser mayor, tomando en cuenta que el Caño Sagua tiene una extensión total cercana a los ocho km equivalente a unos 16 km de costas u orillas.

Cuadro 1. Abundancia relativa de las postlarvas y juveniles de camarones peneidos y otros crustáceos presentes en Caño Sagua.

| Total   | Promedio | Mínimo | Máximo | Porcentaje | Género          | Estadios   |
|---------|----------|--------|--------|------------|-----------------|------------|
| 252.153 | 206      | 0      | 2.470  | 74,7       | Litopenaeus     |            |
| 81.661  | 67       | 0      | 851    | 24,2       | Farfantepenaeus | Postlarvas |
| 3.783   | 3        | 0      | 144    | 1,1        | Otros           |            |
| 19.312  | 16       | 0      | 179    | 79,5       | Litopenaeus     |            |
| 4.029   | 3        | 0      | 41     | 16,6       | Farfantepenaeus | Juveniles  |
| 964     | 1        | 0      | 49     | 4,0        | Otros           |            |

Los puntos de muestreos con mayor abundancia relativa y disponibilidad de postlarvas fueron los ubicados cerca de la boca principal de entrada de agua marina del Golfo de Venezuela al Caño Sagua (P8, P7, P6), con valores promedio que variaron entre 267 y 642 pl/min/chayo, los cuales

superan el valor promedio total obtenido en este estudio (Figura 3). Sin embargo, las variables ambientales analizadas (salinidad y temperatura del agua) no pudieron explicar el comportamiento o preferencias de las postlarvas en cuanto a la selección de hábitat (Figura 3).

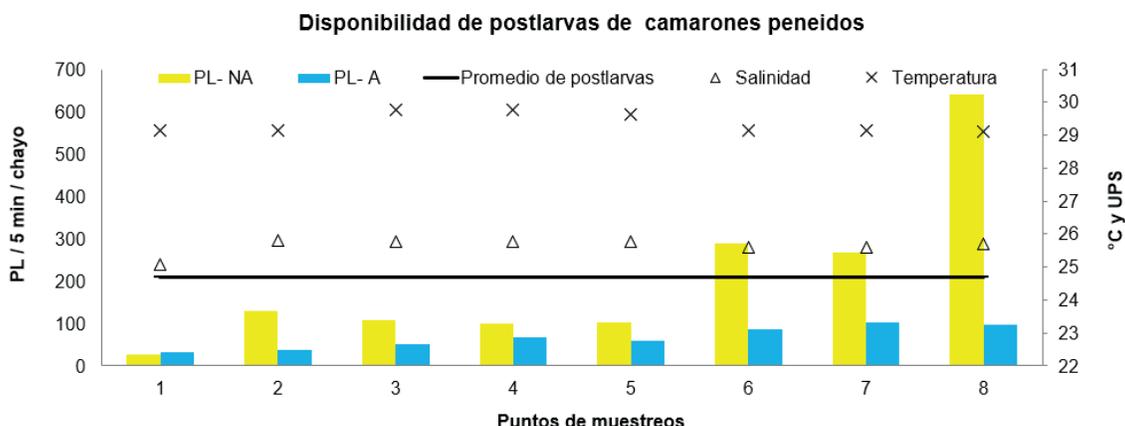


Figura 3. Disponibilidad de postlarvas de camarones peneidos en los ocho puntos de muestreos en el Caño Sagua.

La prueba de Kruskal-Wallis reveló que hubo diferencias significativas entre el número de postlarvas capturadas en los distintos puntos de muestreo ( $P < 0,05$ ), lo cual permitió seleccionar los puntos P8, P7 y P6 como los de mayor densidad de postlarvas.

Tras realizar la prueba de Bonferroni se obtuvieron tres agrupaciones de datos; la primera compuesta solo por P1; indicando que tuvo la menor CPUE de los puntos de muestreo, la segunda compuesta por P2 hasta P7 donde no se observó ninguna diferencia estadística entre ellos; indicando un grupo con una CPUE media y, por último, la tercera agrupación constituida por P8 con la mayor CPUE observada (Figura 4).

Estos resultados indicaron que *L. schmitti* mantiene una presencia importante en Caño Sagua, debido posiblemente a la cercanía de este cuerpo de agua con la Ensenada Calabozo, área de reproducción de la especie en el Golfo de Venezuela (Ewald 1965, Godoy 1971, Andrade 1992), sumado a la alta disponibilidad de zonas

de manglar presentes en estas áreas estuarinas, lo cual constituye un hábitat esencial para el asentamiento y sobrevivencia de las postlarvas de camarones peneidos (Andrade 2004).

A pesar de esta importante presencia de postlarvas en Caño Sagua, al contrastar los presentes resultados con datos históricos de la zona, se observó una disminución de la abundancia de

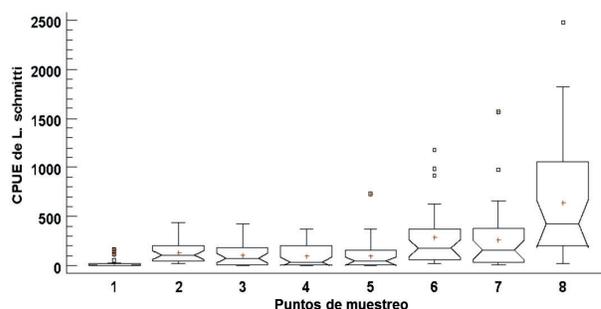


Figura 4. Diferencias estadísticamente significativas de la CPUE de *L. schmitti* obtenidas en los puntos de muestreos, ubicados en Caño Sagua.

postlarvas de *L. schmitti* según lo reportado por García *et al.* (1991) y Andrade (1992), para la misma especie y área de estudio. Los primeros obtuvieron una CPUE de 475 pl/min/chayo durante el periodo 1989-1991 mientras que Andrade (1992) señaló una CPUE de 418 pl/min/chayo durante el periodo 1987-1990, ambos reportes se basaron en valores promedios obtenidos de muestreos mensuales durante dos y tres años consecutivos respectivamente.

Una de las posibles causas de la disminución de la abundancia registrada en el presente estudio pudiese estar asociada a la fuerte sedimentación observada del Caño Sagua, con respecto a la condición que presentaba hace 24 años atrás (Andrade 1992). La reducción de la superficie y hábitat disponible del caño para el asentamiento de las postlarvas, debido a un menor flujo de entrada-salida de las aguas marinas provenientes del Golfo de Venezuela, posiblemente produjo una mayor mortalidad natural y un menor ingreso de postlarvas con la consecuente disminución de la población de postlarvas presentes actualmente.

Por otra parte, se observó un incremento de las descargas de aguas servidas al Caño Sagua producto del crecimiento demográfico intenso del poblado más cercano a la zona de estudio (Paraguaipoa), lo cual pudo afectar negativamente en la calidad de este ecosistema estuarino como zona de reclutamiento de postlarvas de *L. schmitti* y, por ende, la sobrevivencia de las especies que habitan en él, como el camarón blanco. Otro aspecto que pudo haber afectado los resultados obtenidos fue error humano relacionado con la habilidad y/o destreza en el manejo del arte de pesca empleado por los diferentes recolectores. Los factores descritos anteriormente pudiesen estar generando importantes variaciones en las capturas de las postlarvas de camarones.

La salinidad y temperatura promedio del agua durante los muestreos fueron  $26 \pm 5,0$  UPS y  $29 \pm 1,5$  °C, estas variables oscilaron entre 12-33 UPS y 25-34 °C. La prueba de Pearson no detectó una correlación significativa ( $P > 0,05$ ) entre la CPUE y las variables antes mencionadas, los valores de correlación obtenidos para la salinidad

y la temperatura fueron  $r = 0,044$  y  $r = -0,034$  respectivamente.

Andrade (1992) tampoco detectó una correlación estadísticamente significativa entre la abundancia y estas variables ambientales, reportando valores que oscilaron entre 8-52,5 UPS y 22-35,6 °C. Sin embargo, García *et al.* (1991) refirieron que la abundancia de postlarvas de camarón blanco fue relativamente alta cuando la salinidad superó las 30 UPS. Estos últimos autores encontraron un rango de salinidad entre 15-51 UPS, con un valor promedio de 35,1 UPS y señalaron un intervalo de temperatura del agua entre 24,4-35,0 °C, con un valor promedio de 29,0 °C, sin reportar análisis de significancia estadística para las variables en referencia.

En el presente estudio se apreció un ligero aumento de la abundancia relativa de postlarvas en la época de lluvia con una disponibilidad promedio de  $233 \pm 376$  pl/min/chayo, mientras que en la época de sequía la abundancia relativa promedio fue de  $205 \pm 186$  pl/min/chayo. Sin embargo, la prueba de Kruskal-Wallis determinó que no existen diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre la abundancia relativa de postlarvas en las épocas de lluvia y sequía.

## CONCLUSIONES

Este estudio reveló que aún existe una gran abundancia y disponibilidad de postlarvas de camarón blanco en Caño Sagua, factores fundamentales para el mantenimiento de este importante recurso pesquero y el desarrollo del cultivo de camarones autóctonos en la región de la Guajira.

La alta disponibilidad de semilla silvestre de *L. schmitti* puede ser aprovechada de forma precautoria aplicando bajos niveles de captura para su cultivo en jaulas flotantes, estanques o lagunas, y empleando criterios de selección de la especie objetivo para la conservación de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos e ictioplancton presentes en Caño Sagua.

La utilización de *L. schmitti* en sistemas de cultivo extensivo puede mejorar el marco de oportunidades de ocupación e ingresos económicos,

especialmente de los pueblos indígenas de la guajira venezolana e integrarlos a un modelo productivo de alimentos, bienes y servicios protegiendo la biodiversidad del Caño Sagua.

Finalmente, la salinidad y temperatura del agua, así como, las épocas de lluvia y sequía no ejercieron un efecto directo sobre la abundancia relativa y disponibilidad de las postlarvas de camarones peneidos permitiendo a futuro fijar una cuota de captura anual constante para el mejor aprovechamiento y conservación de este recurso en Caño Sagua.

### LITERATURA CITADA

- Andrade de Pasquier, G. 1992. Abundancia, disponibilidad y variación estacional de las postlarvas del camarón blanco (*Penaeus schmitti*) en Caño Sagua, estado Zulia. *Zootecnia Tropical* 10(2):117-130.
- Andrade de Pasquier, G. 2004. Interdependencias ecológicas y tecnológicas en pesquerías secuenciales de camarones peneidos. Manuscrito para sustentar el examen general de conocimientos. Mérida, México, CINVESTAV-IPN. 36 p.
- Andrade de Pasquier, G. 2005. Análisis bioeconómico de la pesquería secuencial del camarón blanco, *Litopenaeus schmitti*, y su aplicación para el manejo del recurso en el occidente de Venezuela. Mérida, México. Tesis PhD. CINVESTAV-IPN. 165 p.
- Andrade de Pasquier, G; Pérez, EP. 2007. Comparación de métodos de estimación de parámetros de crecimiento del camarón blanco *Litopenaeus schmitti* en el occidente de Venezuela. *Interciencia* 32(1):35-40
- Arredondo-Figueroa, JL. 2002. El cultivo de camarón en México, actualidades y perspectivas. *Contactos* (43):41-54
- Artiles, M; Reyes, R; Tizol, R. 2001. Policultivo de lisa (*Mugil liza*) con camarón blanco (*Litopenaeus schmitti*) en estanques de tierra. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 35(3):325-338
- Briceño, H; García-Pinto, L; Sangronis, C; Buonocore, R. 2006. Abundancia de postlarvas y juveniles de camarones en la costa sureste del Golfo de Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 40(3):273-290.
- Ewald, JJ. 1965. Investigaciones sobre la biología del camarón comercial en el occidente de Venezuela. Informe. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 147 p.
- García, L. 1971. Identificación de postlarvas de camarones (género *Penaeus*) en el occidente de Venezuela y observaciones sobre su crecimiento en el laboratorio. Proyecto de Investigación y Desarrollo Pesquero, MAC-PNUD-FAO. Informe Técnico N° 39. 23 p.
- García, L; Ewald, J; Buonocore, R; Sangronis, C. 1991. Disponibilidad de postlarvas del camarón blanco (*Penaeus schmitti*) en la costa sur-oeste del Golfo de Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 25(1):25-41.
- Godoy, G. 1971. Maduración y desove del camarón blanco, *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936, en el occidente de Venezuela. Tesis Lic. Caracas, Venezuela, Universidad Central de Venezuela. 52 p.
- INSOPESCA (Instituto Socialista de la Pesca y Acuicultura). 2016. Producción Pesquera de Venezuela. Datos no publicados. Caracas, Venezuela.
- Rodríguez, G. 1980. Los crustáceos decápodos de Venezuela. Caracas, Venezuela, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). p. 20-30.
- Statgraphics Centurion XVI (Version 16.1.03) [software]. (2010). Warrenton, Virginia: Statpoint Technologies, Inc. Obtenido de: <http://www.statgraphics.com/centurion-xvi>.

## Valor nutritivo y estabilidad aeróbica de ensilaje de *Pennisetum purpureum* con inclusiones de *Tithonia diversifolia*.

Vilma A. Holguín<sup>1,2\*</sup>, Mario Cuchillo<sup>3,4</sup>, Johanna Mazabel<sup>3</sup>, Steven Quintero<sup>3</sup>, Jairo Mora-Delgado<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia. <sup>2</sup>Universidad del Tolima, Grupo de Investigación Sistemas Agroforestales Pecuarios, Ibagué, Colombia <sup>3</sup>Centro internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. <sup>4</sup>Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán", D.F, México. \*Correo electrónico: vholguin@ut.edu.co

### RESUMEN

Los ensilajes son estables bajo condiciones aeróbicas si después de la apertura mantienen sus características nutricionales inalteradas, sin evidencias de microorganismos como mohos y levaduras. El objetivo de este experimento fue evaluar el efecto de varios niveles de inclusión de *Tithonia diversifolia* (TD) sobre la resistencia a la exposición aeróbica y calidad nutricional de un ensilaje de *Pennisetum purpureum* (PP). Se elaboraron microsilos de ensilaje de TD/PP de un kilogramo de peso y fueron abiertos a los 90 días de almacenamiento cuando se les realizó un análisis bromatológico. Luego, fueron expuestos a condiciones aeróbicas durante siete días, al finalizar la fermentación se midió el pH de los microsilos y se evaluaron sus propiedades organolépticas. El ensilaje no presentó modificaciones significativas en su calidad y la presencia de hongos o levaduras no fue significativa ( $P > 0,05$ ). Los resultados muestran que el cambio del valor pH es mayor cuando la proporción de la gramínea es mayor en el tratamiento (T3 y T4 versus T1 y T2) ( $2,45 \pm 0,88$  y  $2,81 \pm 0,67$  vs.  $0,41 \pm 0,95$  y  $0,91 \pm 1,43$ , respectivamente). El papel de *Tithonia diversifolia* es notable cuando el ensilado es expuesto a condiciones aeróbicas por la capacidad amortiguadora que proporciona, por lo tanto, confiere mayor estabilidad aeróbica.

**Palabras clave:** Capacidad buffer, Acidez, Variación térmica, Deterioro aeróbico

## Nutritional value and aerobic stability of *Pennisetum purpureum* silage with inclusions of *Tithonia diversifolia*.

### ABSTRACT

The silages are stable under aerobic conditions if after opening they maintain their nutritional characteristics unaltered, without evidence of microorganisms such as molds and yeasts. The objective of this experiment was to evaluate the effect of several levels of inclusion of *Tithonia diversifolia* (TD) on the resistance to aerobic exposure and nutritional quality of a silage of *Pennisetum purpureum* (PP). one kilogram of weight and were opened after 90 days of storage when they were made a bromatological analysis. Then, they were exposed to aerobic conditions for seven days, at the end of the fermentation the pH of the microsilos was measured and their organoleptic properties were evaluated. The silage did not present significant changes in its quality and the presence of fungi or yeasts was not significant ( $P > 0.05$ ). The results show that the change in pH value is higher when the proportion of the grass is higher in the treatment (T3 and T4 versus T1 and T2) ( $2.45 \pm 0.88$  and  $2.81 \pm 0.67$  vs.  $0.41 \pm 0.95$  and  $0.91 \pm 1.43$ , respectively). The role of *Tithonia diversifolia* is notable when silage is exposed to aerobic conditions because of the buffering capacity it provides, thus conferring greater aerobic stability.

**Keywords:** Buffer capacity, Acidity, Thermal variation, Aerobic spoilage

## INTRODUCCIÓN

Los ensilajes se consideran aeróbicamente inestables si después de abrirlos, son afectados por microorganismos causantes de deterioro. De hecho, el deterioro aeróbico es el resultado de un incremento en la actividad microbiana, sobresaliendo la actividad de mohos y levaduras (Wilhelm y Wurm 1999) que pueden causar pérdidas de materia seca si encuentran condiciones de crecimiento favorables.

Una vez que un silo es abierto, el aire penetra y promueve el crecimiento de microorganismos aeróbicos ácidos tolerantes y comienza la oxidación de los productos de fermentación presente en el sustrato, causando deterioro aeróbico y puede dar lugar a sustancias potencialmente tóxicas o microorganismos indeseables (Danner *et al.* 2003). Si estos microorganismos encuentran condiciones de crecimiento favorables, podrían causar pérdidas de materia seca y nutrientes.

El deterioro aeróbico de ensilajes sigue siendo un gran problema para la conservación de la calidad del material ensilado, especialmente por la presencia de microorganismos como levaduras y mohos lactato asimilador es que causan fermentación alcohólica (Pahlow 1991). La estabilidad de los ensilajes contra el deterioro aeróbico puede variar significativamente, sin embargo, existen variados mecanismos para prolongar la resistencia al deterioro aeróbico. Las bacterias ácido lácticas heterofermentativas muestran un efecto positivo en la estabilidad aeróbica, ya que producen ácido acético y propanodiol en el medio de fermentación (Ruser y Kleinmans 2005).

Otra estrategia que puede emplearse para disminuir el deterioro aeróbico es el uso de mezclas de especies de gramíneas con otras plantas forrajeras que tengan la capacidad de producir altas concentraciones de ácido láctico en la fermentación aeróbica y con un efecto de tampón que mantenga el nivel del pH bajo, una vez que el silo es abierto (Mendieta–Araica *et al.* 2009).

En los trópicos, la inestabilidad aeróbica puede causar problemas con la alimentación de los animales, por lo tanto, el ensilaje debe hacerse

en cantidades acordes para ser abierto y alimentado a cabo en un corto período de tiempo de acuerdo con el tamaño de la granja (FAO 2000).

En el presente estudio, se pone especial atención a las pérdidas derivadas por la exposición aeróbica de los ensilajes, partiendo de la hipótesis de que la introducción de *T. diversifolia* como un componente del sustrato fermentado, mejora la estabilidad aeróbica del ensilaje. Así, el objetivo de este experimento fue evaluar el efecto de la inclusión en diversas proporciones de *T. diversifolia* sobre las características organolépticas de un ensilaje de *P. purpureum*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se establecieron cuatro tratamientos denotados por los niveles de inclusión de *T. diversifolia* (TD) y *P. purpureum* (PP) cortados a los 60 días, las proporciones de incorporación de TD/PP como materia fresca en los tratamientos fue (T1: 100/0; T2: 67/33; T3: 33/67; T4: 0/100).

La prueba de estabilidad aeróbica se realizó siguiendo los protocolos descritos por Honig (1990). Los tratamientos se ensilaron en bolsas de polietileno de un kilogramo de capacidad, se sellaron al vacío por triplicado, se liofilizaron y se almacenaron a una temperatura aproximada de 25°C durante 90 días.

Una vez abiertos los microsilos, el contenido de cada microsilo fue transferido a una bolsa de plástico, se mezcló a fondo y a continuación se tomaron muestras para el análisis bromatológico. El ensayo de estabilidad aeróbica se realizó siete días después de la apertura y se usó un sistema de criterios de calidad elaborado con base en lo propuesto por Cárdenas *et al.* (2004), Betancourt (2001) y Villalba *et al.* (2011), el cual se presentan en el Cuadro 1. Para estos criterios se establece una calificación en una escala entre “0” (estado ideal) y “4” (estado deteriorado). Antes y después de la prueba se registró el valor del pH usando un potenciómetro (Mettler Toledo, SevenGo).

Los análisis bromatológicos de calidad nutricional se efectuaron siguiendo las normas AOAC 930.15 y NFTA 2.1.4 (AOAC, 1997) para determinación de Materia Seca (MS); AOAC 973.18 y NFTA 4.1,

para determinación de Fibra Detergente Ácida (FDA) (AOAC, 2010). La determinación de Fibra Detergente Neutra (FDN) se realizó de acuerdo a NFTA (2006), Van Soest *et al.* (1991); se usó la metodología de Tilley y Terry (1963) modificada por Moore (1970) para la determinación de digestibilidad *in vitro* de la Materia Seca (DIVMS) y para la determinación de proteína cruda (PC) por Kjeldahl se aplicó la norma AOAC 984.13 (AOAC, 2001).

### Análisis Estadístico

Para el ensayo se usó un diseño experimental irrestrictamente al azar bajo el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon$$

donde Y = es la variable objetivo; MS, PC, FDN, FDA, nitrógeno amoniacal (NH<sub>3</sub>-N) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS),  $\mu$  es la media general; T corresponde al tratamiento evaluado y  $\varepsilon$  es el error experimental aleatorio.

La diferencia entre los tratamientos se estableció mediante un análisis de varianza (ANAVAR), previa comprobación de los supuestos de

normalidad de los residuos y de homocedasticidad. Para la comparación de las medias de los tratamientos se usó la prueba de Tukey (P=0,05).

Se evaluó el comportamiento de las variables en el tiempo (apertura y día 7 de exposición aeróbica) mediante la prueba T<sup>2</sup> de Hotelling para medias multivariadas. Para el análisis de las características organolépticas se realizaron tablas de contingencia con las frecuencias y porcentajes en los diferentes tratamientos, según los criterios mostrados en el Cuadro 1. Estas calificaciones fueron emitidas por 12 expertos. Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2008).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis bromatológico

Los resultados de los análisis químicos de los sustratos mostrados en el Cuadro 2 indican que hubo diferencias significativas entre tratamientos (P<0,05), en algunos de los diferentes parámetros evaluados. Se obtuvieron niveles más bajos de MS a medida que aumentó el nivel de

Cuadro 1. Clave para indicadores organolépticos según grado de alteración de la calidad de ensilajes

|                             | Nulo (0)   | Débil (1)  | Claro (2)   | Intenso (4)   |
|-----------------------------|--|--|---|---|
| <b>Olor Putrefacto</b>      | No perceptible                                     | Olor débil, sin o con frotamiento                                  | Claramente perceptible desde 1 m.                     | Intensamente perceptible a distancia (olor fecal)                                     |
| <b>Olor Vinagre</b>         | No perceptible                                     | Olor débil, sin o con frotamiento                                  | Claramente perceptible desde 1 m.                     | Intensamente perceptible a distancia (penetrante)                                     |
| <b>Olor Quemado</b>         | No perceptible                                     | Olor débil, agradable  | Claramente perceptible (olor a humo).                 | Intensamente perceptible (olor a quemado desagradable)                                |
| <b>Olor Alcohólico</b>      | No perceptible                                     | Olor débil, agradable  | Claramente perceptible                                | Intensamente perceptible (alcohol)  |
| <b>Color Oscurecimiento</b> | Verde aceituna (normal)                            | Ligeramente oscurecido   | Verde oscuro  | Intensamente oscurecido o negro total   |
| <b>Color Decoloración</b>   | Color normal                                       | Ligeramente amarilloso   | Decolorado  | Intensamente decolorado   |
| <b>Textura</b>              | Parte de plantas no afectadas, contornos definidos | Partes de las plantas ligeramente afectadas en los bordes cortados | Hojas claramente afectadas, con bordes poco definidos | No se diferencia entre hojas y tallos, forman masa amorfa jabonosa al tacto, podridas |

Fuente: Elaboración propia con base en: Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) 2004, Cárdenas *et al.* 2004, Betancourt 2001, Villalba *et al.* 2011

inclusión de PP, siendo más bajos los valores en los ensilajes que contienen PP al 100%.

Los valores de PC fueron más altos en los ensilajes que contienen TD al 100%; en este nivel de inclusión. Se observó un patrón similar de valores de PC en el T2 (nivel de inclusión de TD/PP: 67/33). El análisis bromatológico sugiere una menor proteólisis en el proceso en los tratamientos T1 y T2. Los ensilajes del T3 (67% de PP) y T4 (100% de PP) presentaron los niveles más bajos de PC, con diferencias significativas respecto a los otros niveles de inclusión.

El contenido de PC es más alto en los tratamientos con mayor inclusión de TD con valores de proteína cercanos a los obtenidos por Roa *et al.* (2010), que alcanzó el 8% y 6%, a los 30 y 90 días respectivamente. No obstante, estos ensilajes son los que presentaron el más alto nivel de amonio (principalmente en T1), lo cual está probablemente relacionado a una mayor proteólisis en los ensilajes con una mayor proporción de sustrato proteico; en general, los valores se incrementan el primer día, pero luego decrecen gradualmente, como lo ha reportado Martínez *et al.* (2010).

Los valores de nitrógeno amoniacal ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) sugieren una tendencia de mayor presencia de este metabolito a medida que el componente de mayor calidad proteica es mayor con diferencias estadísticas significativas por efecto del tratamiento ( $P < 0,01$ ). Lo cual se explica por un mayor proceso de proteólisis en los ensilajes con mayor proporción de TD.

Los niveles de FDA se incrementan en la medida que aumenta la proporción de PP con diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $P < 0,01$ ). Consistentes con los valores de FDA, la DIVMS presenta valores más altos para los tratamientos con mayor proporción de TD y menores valores en la medida que aumenta la proporción de PP, no obstante, las diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) solo se presentaron para T4 respecto a T3 y T2. El mejor valor de DIVMS lo presenta T3, pero los literales indican que no hay diferencias entre T3 y T2, así como no se detectan diferencias entre T1 y T4, o entre T1 y T2.

El mayor contenido de las fibras se explica por la naturaleza de las materias primas involucradas en la mezcla; a medida que se incrementa el nivel de inclusión de PP la proporción de FDN y FDA se incrementa, dada la composición química de las plantas C4 de poseer una pared celular mucho más gruesa y menor contenido celular del mesófilo que las plantas tipo C3 (Fernández, 2015) grupo al cual pertenece *T. diversifolia*.

Según Tomich *et al.* (2004) los contenidos de FDN y FDA se correlacionan negativamente con DIVMS, así, altos contenidos de pared celular y una baja digestibilidad pueden restringir el uso de los ensilajes como raciones para bovinos y ovinos.

### Calidad organoléptica del ensilaje de 90 días

Al momento de la apertura del ensilaje, los tratamientos presentan diferencias significativas en los indicadores de calidad ( $P < 0,05$ ) como se indica en el Cuadro 2. El Cuadro 3 muestra las distribuciones para las diferentes características organolépticas como olor, color y textura; en cada uno de los tratamientos. Los valores de las escalas en cada uno de los parámetros analizados están dentro de los niveles de buena calidad del ensilaje.

Solo los valores de humedad estuvieron en niveles bajos, en ensilajes de los tratamientos 4 y 3; intermedios en 2 y altos en el 1. De esto se deduce una diferencia entre la percepción de los 12 evaluadores y la humedad medida en el horno, ya que los datos medidos sugieren un mayor

Cuadro 2. Valor nutritivo de ensilaje de mezclas de *T. Diversifolia/P. purpureum*

|                             | T1                   | T2                  | T3                 | T4                 |
|-----------------------------|----------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| <b>MS (%)</b>               | 27,6 <sup>d</sup>    | 24,6 <sup>bc</sup>  | 23,8 <sup>b</sup>  | 19,8 <sup>a</sup>  |
| <b>PC (%)</b>               | 18,1 <sup>d</sup>    | 15,1 <sup>c</sup>   | 8,4 <sup>b</sup>   | 5,1 <sup>a</sup>   |
| <b>FDN (%)</b>              | 38,6 <sup>a</sup>    | 43,3 <sup>b</sup>   | 48,8 <sup>c</sup>  | 57,9 <sup>d</sup>  |
| <b>FDA (%)</b>              | 28,1 <sup>a</sup>    | 29,9 <sup>a</sup>   | 34,4 <sup>b</sup>  | 39,1 <sup>c</sup>  |
| <b>NH<sub>3</sub>-N (%)</b> | 0,4 <sup>d</sup>     | 0,2 <sup>c</sup>    | 0,2 <sup>b</sup>   | 0,1 <sup>a</sup>   |
| <b>DIVMS (%)</b>            | 63,86 <sup>dca</sup> | 66,66 <sup>cb</sup> | 67,35 <sup>b</sup> | 63,77 <sup>a</sup> |

Medias con una letra común entre columnas no son significativamente diferentes ( $P > 0,05$ ); T1: 100/0; T2: 67/33; T3: 33/67; y T4: 0/100 de la mezcla TD/PP

contenido de agua en los tratamientos con mayor proporción de gramínea y va disminuyendo a medida que se incrementa la proporción de (TD) en este orden: T4, T3, T2 y T1. Debe tenerse en cuenta que, si bien los micro-ensilajes mostraron valores de humedad altos, aunque no se presentaron lixiviados significativos y la calidad del ensilaje no fue afectada.

En cuanto a la calidad organoléptica, la evaluación sugiere que la mayor parte del puntaje asignado por los evaluadores estuvo en las categorías de

Cuadro 3. Calificación de las características organolépticas de los tratamientos

|                        |           | Efecto |     | T1  | T2  | T3  | T4 |
|------------------------|-----------|--------|-----|-----|-----|-----|----|
| Olor (vinagre)         | Nulo (0)  | Abs.   | 12  | 12  | 12  | 12  |    |
|                        |           | Rel.   | 100 | 100 | 100 | 100 |    |
|                        | Débil (1) | Abs.   | 0   | 0   | 0   | 0   |    |
|                        |           | Rel.   | 0   | 0   | 0   | 0   |    |
| Olor (putrefacto)      | Nulo (0)  | Abs.   | 12  | 12  | 12  | 12  |    |
|                        |           | Rel.   | 100 | 100 | 100 | 100 |    |
|                        | Débil (1) | Abs.   | 0   | 0   | 0   | 0   |    |
|                        |           | Rel.   | 0   | 0   | 0   | 0   |    |
| Olor (quemado)         | Nulo (0)  | Abs.   | 12  | 12  | 12  | 12  |    |
|                        |           | Rel.   | 100 | 100 | 100 | 100 |    |
|                        | Débil (1) | Abs.   | 0   | 0   | 0   | 0   |    |
|                        |           | Rel.   | 0   | 0   | 0   | 0   |    |
| Olor (alcohol)         | Nulo (0)  | Abs.   | 10  | 12  | 12  | 12  |    |
|                        |           | Rel.   | 83  | 100 | 100 | 100 |    |
|                        | Débil (1) | Abs.   | 2   | 0   | 0   | 0   |    |
|                        |           | Rel.   | 17  | 0   | 0   | 0   |    |
| Color (oscurecimiento) | Nulo (0)  | Abs.   | 10  | 11  | 12  | 12  |    |
|                        |           | Rel.   | 83  | 92  | 100 | 100 |    |
|                        | Débil (1) | Abs.   | 2   | 1   | 0   | 0   |    |
|                        |           | Rel.   | 17  | 8   | 0   | 0   |    |
| Color (decoloración)   | Nulo (0)  | Abs.   | 11  | 11  | 12  | 2   |    |
|                        |           | Rel.   | 92  | 92  | 100 | 17  |    |
|                        | Débil (1) | Abs.   | 1   | 1   | 0   | 10  |    |
|                        |           | Rel.   | 8   | 8   | 0   | 83  |    |
| Estructura             | Nulo (0)  | Abs.   | 10  | 11  | 11  | 12  |    |
|                        |           | Rel.   | 83  | 92  | 92  | 100 |    |
|                        | Débil (1) | Abs.   | 2   | 1   | 1   | 0   |    |
|                        |           | Rel.   | 17  | 8   | 8   | 0   |    |
| Humedad                | Nulo (0)  | Abs.   | 1   | 1   | 5   | 8   |    |
|                        |           | Rel.   | 8   | 8   | 42  | 67  |    |
|                        | Débil (1) | Abs.   | 1   | 3   | 6   | 3   |    |
|                        |           | Rel.   | 8   | 25  | 50  | 25  |    |
|                        | Claro (2) | Abs.   | 8   | 8   | 0   | 0   |    |
|                        |           | Rel.   | 67  | 67  | 0   | 0   |    |
| Intenso (4)            | Abs.      | 2      | 0   | 1   | 1   |     |    |
| Rel.                   | 17        | 0      | 8   | 8   |     |     |    |

Abs.: frecuencia absoluta; Rel.: frecuencia relativa; T1: 100/0; T2: 67/33; T3: 33/67; y T4: 0/100 de la mezcla TD/PP

un efecto nulo o débil, lo cual indica que los ensilajes no presentaron alteraciones indeseables y estas calificaciones equivalen a categorías de excelente o bueno en otros sistemas de valoración Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG, 2004); Cárdenas *et al* (2004); Betancourt (2001); Villalba *et al.* (2011).

**Calidad organoléptica después de la prueba de estabilidad aeróbica.**

Todas las muestras de ensilaje se mantuvieron aeróbicamente estable durante el tiempo de prueba. En el 100% de las muestras fueron hallados visualmente levaduras y mohos después de abrir el microsililo.

En el Cuadro 4 se aprecia que después de los siete días de apertura, los valores de la calificación sobre los parámetros evaluados sugieren que el ensilaje no presentó modificaciones significativas en su calidad, en la medida que la presencia de hongos y levaduras que podrían alterar el proceso fermentativo no fue significativa en términos de la escala utilizada. La estabilidad aeróbica se expresa mediante los indicadores biofísicos y visuales. En tres muestras se encontró levaduras y enmohecimiento después de abrir los microsilos, sin embargo, todas las muestras se mantuvieron estables durante el tiempo de prueba de siete días.

Posiblemente los niveles de ácidos grasos volátiles, que se forman en el proceso de fermentación aeróbica contribuyeron a inhibir la proliferación de levaduras y mohos (Koc *et al.* 2009)

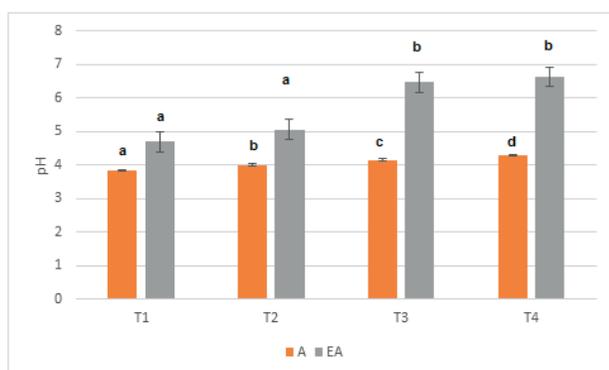
Cuadro 4. Prueba de Hotelling con nivel corregido por Bonferroni para valores de calificación de prueba organoléptica de microensilajes (alfa = 0,05)

|           | Mohos                    | Levaduras                |
|-----------|--------------------------|--------------------------|
| <b>T1</b> | 0,08 <sup>a</sup> ± 0,29 | 0,50 <sup>a</sup> ± 0,19 |
| <b>T2</b> | 0,00 <sup>a</sup> ± 0,00 | 0,21 <sup>a</sup> ± 0,72 |
| <b>T3</b> | 0,71 <sup>a</sup> ± 0,72 | 1,33 <sup>a</sup> ± 1,50 |
| <b>T4</b> | 0,38 <sup>a</sup> ± 0,61 | 0,67 <sup>a</sup> ± 1,03 |

Medias con letra común no son significativamente diferentes (P>0,05); T1: 100/0; T2: 67/33; T3: 33/67; y T4: 0/100

### Cambio en pH después de la prueba de estabilidad aeróbica

Los resultados de pH determinado después de la prueba de la estabilidad aeróbica se pueden leer en la Figura 1. Al momento de abrir los microsilos se presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $P < 0,001$ ). El análisis de varianza realizado para la variable pH sugiere que hubo diferencias significativas en la apertura del silo como en los valores de pH a los siete días después de exponerse a la fermentación aeróbica.



A: apertura del silo; EA: exposición aeróbica

Figura 1. Variación del pH en el periodo de exposición aeróbica de ensilajes de *Pennisetum purpureum* en mezcla con *Tithonia diversifolia*

La elevación de la temperatura del ensilaje y el pH generalmente están asociadas a la actividad de las levaduras que son generalmente los iniciadores del deterioro aeróbico tras el incremento en el consumo de azúcares y ácidos de fermentación (Pahlow *et al.* 2003). Con el incremento del pH, los bacilos bacterias y otros microbios aeróbicos crecen, aumentando la temperatura.

Los datos confirman que la acidificación es mayor cuando la proporción de la gramínea se incrementa en el tratamiento. Así, el pH obtenido después de siete días de la prueba de estabilidad aeróbica en comparación al momento de la apertura del silo, en los cuatro tratamientos mostraron diferencias, indicando una variación estadísticamente significativa ( $P < 0,05$ ).

Respecto al pH, las gramíneas tienen una baja capacidad buffer dando como resultado una acidificación mayor durante la etapa de exposición aeróbica. Tal como lo menciona Heinritz *et al.* (2012), las gramíneas tropicales tienen concentraciones de carbohidratos no estructurales en un intervalo desde 31 a 77 g/kg MS, por lo tanto, la acidificación es más fácil cuando la mezcla tiene una alta proporción de gramíneas.

Así, la mayor proporción de gramínea en la mezcla probablemente redujo la capacidad amortiguadora de *T. diversifolia*, lo cual explica los valores de pH más bajos en las mezclas con un mayor porcentaje de inclusión de *P. purpureum* (T3 y T4) y al contrario los ensilajes con mayor proporción de TD presentaron los mayores valores de pH (T1 y T2). No obstante, el papel de TD es notorio una vez que los silos son expuestos a la fermentación aeróbica, en la medida que su mayor capacidad buffer tiene un efecto estabilizador al cambio de pH una vez que el silo es abierto; de hecho, la mayor estabilidad al efecto de la fermentación aeróbica, se da en los ensilajes con mayor proporción de TD (T1 y T2)

### CONCLUSIONES

Los ensilajes fueron aeróbicamente estables cuando fueron expuestos al aire, aunque se observó presencia de microorganismos causantes de deterioro como mohos y levaduras, no obstante, su presencia es normal y no tuvo una incidencia significativa.

Se destaca el papel positivo de TD en la estabilidad aeróbica del ensilaje, en virtud de su mayor capacidad buffer tiene un mayor efecto en amortiguar el cambio de pH una vez que el silo es abierto. Así, la mayor estabilidad aeróbica, se da en los ensilajes con mayor proporción de TD (T1 y T2) respecto a los que tienen mayor proporción de PP (T3 y T4).

### LITERATURA CITADA

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1997. Official Method 930.15: Loss on Drying (Moisture) for Feeds (at 135°C for 2 Hours) / Dry Matter on Oven Drying for

- Feeds (at 135°C for 2 Hours). 16 ed. AOAC International. Gaithersburg, MD, USA.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2010. Official Method 973.18: Fiber (Acid Detergent) and Lignin in Animal Feed. 18 ed. AOAC International. Gaithersburg, MD, USA.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2001. Official Method 2001.11: Protein (Crude) in Animal Feed, Forage (Plant Tissue), Grain, and Oilseeds. 17 ed. AOAC International. Gaithersburg, MD, USA.
- Betancourt, M. 2001. Efecto de la melaza, ácido fórmico y tiempo de fermentación sobre la ensilabilidad de la *Leucaena leucocephala*. Tesis Ing. Agr. Maracaibo, Venezuela, Facultad de Agronomía. La Universidad del Zulia.
- Cárdenas, J; Solorio, F; Sandoval, C. (2004). Ensilaje de forrajes: alternativa para la alimentación de rumiantes en el trópico. Yucatán, México. Ediciones de la Universidad autónoma de Yucatán. Series manuales UADY v. 5.
- Danner, H; Holzer, M; Mayhuber, E; Braun, R. 2003. Acetic Acid increases stability of silage under aerobic conditions. *Applied and Environmental Microbiology* 69(1):562-567.
- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balzarini, MG; Gonzalez, L; Tablada, M; Robledo, CW. InfoStat versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- DLG. (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft). 2004. Grobfutterbewertung. Teil A-DLG-Schlüssel zur Bewertung von Grünfütter, Silage und Heu mit Hilfe der Sinnenprüfung. Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft.V., - DLG – Ausschuss für Futtermittelkonservierung - Frankfurt a.M, Deutschland.
- Fernández, AE. 2015. Evaluación de parámetros Energéticos-Proteicos y Productivos del *Panicum máximum* y *P. coloratum*, en diferentes estados de madurez y por efectos de defoliaciones periódicas. Su impacto sobre los sistemas de producción de carne bovina. Estrategias de mejora. Tesis PosDoct. La Habana, Cuba, Universidad Agraria de la Habana. Disponible en [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-proyecto\\_posdoctoral\\_argentina-cuba.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-proyecto_posdoctoral_argentina-cuba.pdf).
- Heinritz, SN; Martens, SD; Avila, P; Hoedtke, S. 2012. The effect of inoculant and sucrose addition on the silage quality of tropical forage legumes with varying ensilability. *Animal Feed Science and Technology* 174(3-4):201-210.
- Honig, H. 1990. Evaluation of aerobic stability. (Proceedings) EUROBAC Conference, (Uppsala, Sweden) *GrovFoder Grass and Forage Reports* 3. p.76-82.
- Koc, F; Levent Ozduven, M; Coskuntuna, L; Polat, C. 2009. The effects of inoculant lactic acid bacteria on the fermentation and aerobic stability of sunflower silage. *Poljoprivreda* 15(2):47-52.
- Martínez, M; Ranilla, MJ; Tejido, ML; Ramos, S; Carro, MD. 2010. Comparison of fermentation of diets of variable composition and microbial populations in the rumen of sheep and *Rusitec* fermenters. I. Digestibility, fermentation parameters, and microbial growth. *Journal of Dairy Science* 93(8):3684-3698.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2000. Silage making in the tropics with particular emphasis on smallholders. (Proceedings) FAO Electronic Conference on Tropical Silage, (1999, Roma, Italia). Roma
- Mendieta-Araica, B; Spörndly, E; Reyes-Sánchez, N; Norell, L; Spörndly, R. 2009. Silage quality when *Moringa oleifera* is ensiled in mixtures with Elephant grass, sugar cane and molasses. *Grass and Forage Science* 64(4):364-373
- Moore, JE. 1970. Procedures for the two-stage in vitro digestion of forages. In Harris, LE. (ed.). *Nutrition Research Techniques for Domestic and Wild Animals*. Vol. 1. Utah State University, Logan, USA. p. 5001-5003
- Pahlow, G. 1991. Role of microflora in forage conservation. In Pahlow, G; Honig, H. (eds.).

- Proceedings Conference, Forage conservation towards 2000, Landbauforschung Volkenrode, Sonderheft, No.123. p. 26-36
- Pahlow, G; Muck, RE; Driehuis, F; Oude Elferink, SJWH; Spoelstra, SF. 2003. Microbiology of ensiling. *In* Buxton, DR; Muck, RE; Harrison, JH. (eds.). Silage Science and Technology. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA. p. 31-93 (Agronomy Series No. 42).
- Ruser, B; Kleinmans, J. 2005. The effect of acetic acid on aerobic stability of silages and on intake. *In* Park, RS; Stronge, MD (eds.). Silage production and utilisation: proceedings of the XIVth International silage conference, a satellite workshop of the XXth International Grassland congress. Belfast, Northern Ireland. p. 231.
- NFTA (National Forage Testing Association). 2006. NFTA Method 2.1.4 - Dry Matter by Oven Drying for 3 hr at 105°C. Omaha, Nebraska, USA. National Forage Testing Association. 18 sep. 4p.
- Tilley, JMA; Terry, RA. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Grass and Forage Science* 18(2):104-111
- Tomich, TR; Gonçalves, LC; Tomich, RGP; Rodrigues, JAS; Borges, I; Rodríguez, NM. 2004. Características Químicas e Digestibilidade *in vitro* de Silagens de Girassol. *Revista Brasileira de Zootecnia* 33(6 supl. 1):1672-1682.
- Van Soest, PJ; Robertson, JB; Lewis, BA. 1991. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal Dairy Science* 74(10):3583-3597.
- Villalba, DK; Holguín, VA; Piñeros, R. 2011. Evaluación cualitativa de calidad de ensilajes. Una experiencia de investigación en el aula. *In* Mora-Delgado, J; Holguín, VA (eds.). Medios de vida y materiales orgánicos en fincas campesinas. Editorial Universidad del Tolima, Ibagué, Tolima, Colombia. p. 139-148.
- Wilhelm, H; Wurm, K. 1999. Futterkonservierung und -qualität: Silagebereitung - Heuwerbung - Getreide- und Maistrocknung. Graz, Österreich, Verlag Leopold Stocker. 141 p.

## Avaliação de diferentes dispositivos para alimentação artificial da abelha *Melipona rufiventris*

Leticia F. X. Costa<sup>1</sup>, Paulo V. D. X. de Freitas<sup>1\*</sup>, Rodrigo A. Zanata<sup>1</sup>, Igor Eli Da Silva<sup>1</sup>, Patrícia Faquinello<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal Goiano, Goiás, Brasil. E-mail: paulovitor\_freitas@hotmail.com.

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes dispositivos para alimentação artificial da abelha *Melipona rufiventris*. Foram utilizadas 20 colônias, divididas em quatro tratamentos, de acordo com o alimentador utilizado; estes foram: tratamento A (alimentador de vidro), tratamento B (alimentador de Eiratama), tratamento C (alimentador de Pernambucano) e um tratamento de controle. As variáveis avaliadas foram facilidade de manuseio do dispositivo, capacidade de coleta, tempo de consumo e desenvolvimento de colônias. O tratamento A apresentou maior consumo, com média de 31,63 mL no primeiro esquema de avaliação (13h às 14h), quando comparado aos demais tratamentos. O consumo de alimentos artificiais foi correlacionado com as variáveis ambientais de temperatura e umidade. A correlação entre consumo alimentar e temperatura foi positiva (0,76). A correlação entre consumo e umidade dos alimentos, bem como entre temperatura e umidade, foi negativa (-0,73 e -0,94, respectivamente). Quanto ao desenvolvimento variável da colônia, não houve diferença entre os tratamentos. As abelhas do tratamento A consumiram maior quantidade de alimento na primeira hora de avaliação e maior facilidade de manejo foi observada nas colônias de abelhas *Melipona rufiventris*.

**Palavras-chave:** Alimentação artificial, gestão de colônias, abelhas sem ferrão, meliponicultura.

## Evaluation of different devices for artificial feeding of the *Melipona rufiventris* bee

### ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate different devices for artificial feeding of the *Melipona rufiventris* bee. Twenty colonies were used, divided into four treatments according to the feeder used; they were, treatment A (glass feeder), treatment B (Eiratama feeder), treatment C (Pernambucano feeder), and a control treatment. The variables evaluated were ease handling of the device, collection capacity, consumption time and colony development. Treatment A had higher consumption, with an average of 31.63 mL in the first evaluation schedule (1:00 p.m. to 2:00 p.m.), when compared with the other treatments. The consumption of artificial food was correlated with the environmental variables of temperature and humidity. The correlation between food consumption and temperature was positive (0.76). The correlation between food consumption and humidity, as well as between temperature and humidity were negative (-0.73 and -0.94, respectively). For the variable colony development, there was no difference between the treatments. Bees from treatment A consumed a greater amount of food in the first hour of evaluation and a greater ease of handling was observed for the colonies of *Melipona rufiventris* bees.

**Keywords:** Artificial feeding, colony management, stingless bees, meliponiculture.

## Evaluación de diferentes dispositivos para la alimentación artificial de la abeja *Melipona rufiventris*

### RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar diferentes dispositivos para la alimentación artificial de la abeja *Melipona rufiventris*. Se utilizaron veinte colonias, divididas en cuatro tratamientos de acuerdo al alimentador utilizado; los mismos fueron, tratamiento A (alimentador tipo vaso), tratamiento B (alimentador Eiratama), tratamiento C (alimentador Pernambucano), y un tratamiento control. Las variables evaluadas fueron facilidad de manejo del dispositivo, capacidad de recolección, tiempo de consumo y el desarrollo de las colonias. El tratamiento A presentó mayor consumo, con media de 31,63 mL en el primer horario de evaluación (13:00 a las 14:00), al compararlo con los otros tratamientos. El consumo de alimento artificial tuvo correlación con las variables ambientales de temperatura y humedad. La correlación entre el consumo de alimento y la temperatura fue positiva (0,76). La correlación entre el consumo de alimento y humedad, así como entre temperatura y humedad fueron negativas (-0,73 y -0,94, respectivamente). En cuanto a la variable desarrollo de la colonia, no hubo diferencia entre los tratamientos. Las abejas del tratamiento A consumieron mayor cantidad de alimento en la primera hora de evaluación y se observó una mayor facilidad de manejo para las colonias de abejas *Melipona rufiventris*.

**Palabras clave:** Alimentación artificial, manejo de colônias, abejas sin aguijón, meliponicultura.

### INTRODUÇÃO

A criação de abelhas indígenas sem ferrão, ou meliponicultura é uma atividade antiga praticada particularmente nos Neotrópicos (Nogueira-Neto 1997). Entre as abelhas sem ferrão da tribo Meliponini, que podem ser encontradas no estado de Goiás destaca-se a *Melipona rufiventris*, vulgarmente conhecida por uruçú amarela (Kerr *et al.* 1996).

Nos países em desenvolvimento a atividade de meliponicultura, é em sua maioria realizada de maneira informal, com conhecimento técnico escasso, carecendo de aprimoramento nas técnicas de manejo, principalmente no que tange a parte nutricional destes insetos (Jaffé *et al.* 2015, Contrera *et al.* 2011).

As abelhas assim como outros organismos necessitam em sua dieta de: carboidratos, proteínas, sais minerais, lipídios, vitaminas e água para a manutenção de suas funções vitais (Torres 2010). Em geral, essas necessidades são supridas pela coleta de pólen, néctar e água. Porém em períodos de escassez ou lugares com ausência de flores a coleta destes recursos fica prejudicada, havendo a necessidade de fornecimento de alimentação

artificial, que pode ser provida pelo meliponicultor (Dias *et al.* 2010).

Na busca por alimentos suplementares substitutos ao néctar, que é a principal fonte de carboidratos para as abelhas, o xarope de água e açúcar, por exemplo, tem se mostrado importante em outras situações além dos períodos de seca, como durante as divisões de enxames e/ou fortalecimento de colônias recém-dívidas (Aidar 2010) e no sistema de determinação das castas de abelhas do gênero *Melipona*, atividades que são orientadas por mecanismos genéticos, por condições ambientais, e em particular as alimentares (Kerr *et al.* 1996).

Vieira *et al.* (2009) relataram que a alimentação líquida artificial amplifica a postura da rainha, favorece a termorregulação da colmeia, uma vez que essas espécies se dispõem de invólucro para manter a temperatura, além de contribuir para a produção de mel no período de safra por meio da fortificação do enxame. O alimento artificial pode ser fornecido em alimentadores internos e externos. Tradicionalmente os meliponicultores adotam a alimentação individual das colônias. Outra forma de se fornecer o alimento é por meio de alimentadores externos coletivos, apesar de serem mais práticos estes devem ser utilizados

com cautela, pois podem incentivar a pilhagem entre as forrageiras e a competição entre abelhas e outros insetos presentes no ambiente (Contrera *et al.* 2016).

Aidar (2010) relata que em qualquer sistema de criação animal que seja intensivo a suplementação alimentar é de extrema importância para a saúde e para o desenvolvimento da população. A alimentação artificial é uma das grandes preocupações de pesquisadores e meliponicultores, em regiões onde o número de colmeias exceda a capacidade de suporte oferecida pela vegetação local, ou que ocorra períodos de escassez de alimento natural.

Na literatura recente podem ser encontrados alguns estudos, a respeito do fornecimento de alimentação líquida energética para abelhas melíponas (Dias *et al.* 2008, Costa e Venturieri 2009, Dias *et al.* 2010, Alves *et al.* 2011). Contudo ainda são poucos os estudos que relatam a melhor forma de fornecimento deste alimento, em particular para a urucu amarela. Dessa forma, objetivou-se com esse estudo avaliar diferentes modelos de alimentadores para a alimentação líquida energética desta melípona, quanto a sua facilidade de manejo, capacidade de coleta de alimento pelas abelhas e sua influência no desenvolvimento das colônias.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no meliponário do Instituto Federal Goiano Campus – Ceres localizado na Rodovia GO 154, km 3, município de Ceres-GO, Brasil. O clima do município apresenta características comuns ao estado de Goiás, que

apresenta clima tropical úmido, com duas estações bem definidas: uma chuvosa que varia do mês de outubro a abril e uma seca que vai de maio a setembro. De maneira geral a temperatura varia ao longo do ano entre 19 a 34°C. Já a umidade relativa do ar no Estado fica em torno de 80 a 82% no período mais úmido que é característico do mês de dezembro. Por outro lado, o mês mais seco do ano é agosto com valores em torno de 48 a 52% (da Silva *et al.* 2006). O período experimental compreendeu o período de março a junho de 2016, contemplando vinte avaliações de consumo, que ocorreram duas vezes por semana.

Foram avaliados três dispositivos, para alimentação energética de colônias de urucu amarela, instaladas em caixas racionais modelo INPA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia) com dimensões de 18x18x7 cm.

Foram utilizadas ao todo 20 colônias divididas em quatro tratamentos de acordo com o alimentador usado. As colônias experimentais possuíam o mesmo padrão de desenvolvimento, sendo selecionadas de maneira aleatória. Quanto aos alimentadores a distribuição foi feita por sorteio e a colônias passaram por período de adaptação aos dispositivos de 15 dias.

Os modelos dos dispositivos avaliados foram adaptados de Sampaio *et al.* (2013), e sendo: Tratamento A – Modelo Copo, consistiu de um copo para café descartável de 50 mL; Tratamento B – Modelo Eiratama, confeccionado com ralo sifonado de PVC (Policloreto de Vinila) e Tratamento C – Modelo Pernambucano, confeccionado com garrafa de vidro de 200 mL

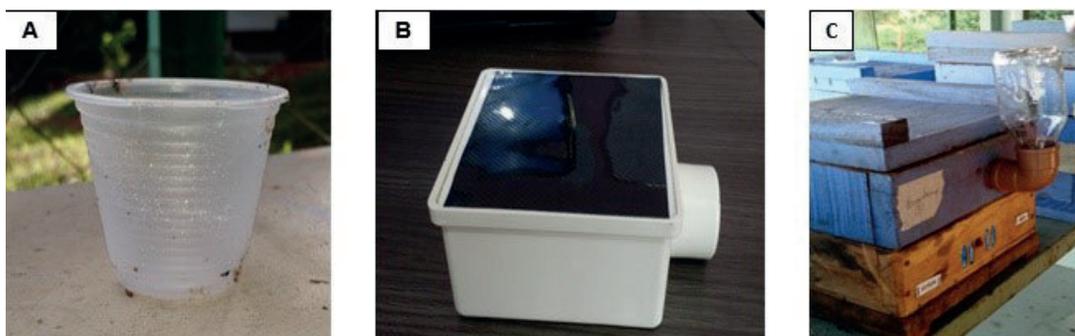


Figura 1. Alimentadores: **Tratamento A** – Copo para café descartável de 50 mL. **Tratamento B** – Eiratama. **Tratamento C** - Pernambucano. Fonte: Arquivo pessoal (2016).

conectada a Joelho de PVC (Figura 1), e um tratamento controle (sem alimentação artificial).

O alimentador del tratamento A foi composto por um copo para café descartável de 50 mL disposto internamente na colônia. Para evitar a morte por afogamento das abelhas no alimento líquido foram adicionados palitos de madeira no seu interior.

O alimentador del tratamento B (modelo Eiratama) foi utilizado um ralo sifonado quadrado de PVC rígido (10 x 5,3 x 4,0 cm), com abertura interna voltada para cima e redução de 1 cm para facilitar a entrada e saída das abelhas. A instalação na caixa foi feita por meio de um furo com serra copo de 3,8 cm no módulo superior, disposto no mesmo sentido da entrada da colônia.

Para a confecção do alimentador del tratamento C (modelo Pernambucano) foram utilizados dois Joelhos de 3,2 cm ligados a um tubo de 5 cm de diâmetro. Para o Joelho que ficou na parte interna da colônia, foi realizada redução de 1 cm para facilitar a entrada e saída das abelhas. A sua instalação foi feita com o uso de serra copo de 3,2 cm e broca de 0,8 cm no módulo superior, disposto no mesmo sentido da entrada da colônia conforme Figura 2.

Em cada dispositivo foi utilizado como alimento xarope na proporção de 1:1 de açúcar e água. Essa mistura foi dissolvida em processo de fervura, sendo fornecida duas vezes por semana um volume de 50 mL/colônia de acordo com metodologia adaptada de Alves *et al.* (2011).

A capacidade de coletar alimentos em cada alimentador / colônia / hora, desenvolvimento de colônias e variáveis ambientais, como temperatura e umidade relativa do ar, foram estudadas.

Para estudar a capacidade de coleta de alimento em cada alimentador, foram avaliados os horários de 13:00 às 14:00; 14:00 às 15:00; 15:00 às 16:00 e 16:00 às 17:00, totalizando quatro horas. O alimento artificial foi ofertado apenas no primeiro horário avaliado, não sendo repostado ao longo da avaliação. Para avaliar o volume consumido por período foi utilizado uma proveta de 50 mL de capacidade.

Para avaliar o desenvolvimento das colônias, três estruturas que compõem o ninho foram dimensionadas: discos de cria, potes de mel e pólen por colônia. As variáveis determinadas foram o número total (NDC) e diâmetro dos discos de cria (DDC), número total (NTPM), altura (APM) e diâmetro dos potes de mel (DPM), número total (NTPP), altura (APP) e diâmetro dos potes de pólen (DPP) que foram obtidas com auxílio de um paquímetro digital.

O volume dos potes de mel (VPM) foram mensurados utilizando seringas descartáveis através da sucção do conteúdo dos potes e a medição do volume feita com o auxílio de uma proveta graduada em 50 mL e posteriormente foi realizada a estimativa de produção de mel (EPM). A EPM mel foi calculada por meio da multiplicação do número total de potes de mel e a média do volume dos potes de mel da colônia (Oliveira *et al.* 2015).



Figura 2. **A** – Detalhe de confecção do alimentador modelo Pernambucano Joelhos ligados ao tubo plástico. **B** – Detalhe do alimentador instalado no mesmo sentido da entrada da colônia. Fonte: Arquivo pessoal (2016).

Para avaliar as variáveis ambientais, temperatura e umidade relativa do ar foi utilizado um termo-higrômetro digital com sensor externo – Incoterm modelo 766602000. Os dados eram coletados de acordo com os quatro horários supracitados de avaliação.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software Assistat 7.7 (Santos e Silva e de Azevedo 2016). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições, totalizando 20 colônias utilizadas. Testes de normalidade foram realizados. Para os dados que não apresentaram normalidade, foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis. Para o restante dos dados, foi realizada uma análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott. O nível de significância adotado foi de 5%. A correlação entre as variáveis de consumo, temperatura e umidade relativa com um nível de significância de 1% também foi calculada.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos, não houve diferença para as médias de consumo geral de alimento artificial entre os dispositivos alimentares testados (Tabela 1).

Apesar desses resultados, o alimento fornecido em el tratamento A foi consumido praticamente na sua totalidade com 48,93 mL dos 50 mL fornecidos. Por outro lado, para os modelos Eiratama

e Pernambucano o consumo médio total foi de 41,53 e 39,65 mL respectivamente.

De maneira geral pode se afirmar que a abelha *M. rufiventris* teve boa aceitabilidade quanto à alimentação artificial fornecida, pois independente do dispositivo alimentar, foi consumido mais da metade do volume que era ofertado de xarope por avaliação. Este resultado quanto a aceitabilidade de alimentação artificial também foi encontrado por Alves *et al.* (2011) trabalhando com a *M. mandacaiá*.

Considerando a avaliação de consumo entre os alimentadores nos diferentes horários, o dispositivo Copo foi o que apresentou maior consumo para o primeiro horário de avaliação (13:00-14:00). Para os modelos Eiratama e Pernambucano o consumo não diferiu no volume consumido pelas abelhas para o horário em questão.

Este maior consumo para o modelo Copo no primeiro horário pode estar relacionado ao fato de ser um alimentador instalado no interior da colônia, assim não teve interferências do ambiente como a luz aliado a condições de temperatura e umidade relativa do ar fora das ideais para a atividade de forrageio.

Este resultado também foi constatado por Sampaio *et al.* (2013) que ao avaliarem três modelos de alimentadores para abelhas *M. quadrifasciata anthidioides*, obteve a maior consumo para o

Tabela 1. Consumo médio de alimento artificial (mL) por abelhas *Melipona rufiventris*, considerando diferentes dispositivos alimentares e em diferentes horários de avaliação

| Horário     | Tratamentos        |                    |                    |        |
|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------|
|             | A (mL)             | B (mL)             | C (mL)             | CV (%) |
| 13:00-14:00 | 31,63 <sup>A</sup> | 19,02 <sup>B</sup> | 19,04 <sup>B</sup> | 34,98  |
| 14:00-15:00 | 12,47 <sup>A</sup> | 13,44 <sup>A</sup> | 10,28 <sup>A</sup> | 34,46  |
| 15:00-16:00 | 3,38 <sup>A</sup>  | 5,97 <sup>A</sup>  | 6,57 <sup>A</sup>  | 45,31  |
| 16:00-17:00 | 1,45 <sup>A</sup>  | 3,10 <sup>A</sup>  | 3,76 <sup>A</sup>  | 64,49  |
| Média geral | 19,77 <sup>A</sup> | 14,15 <sup>A</sup> | 11,67 <sup>A</sup> | 35,92  |

CV: coeficiente de variação. Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott Knott (P>0,05).

modelo tipo Prato também instalado no interior da colônia.

Dias *et al.* (2008) avaliaram o fornecimento de alimentação artificial energética à base de mel, nos próprios potes das colônias de abelhas *Melipona subnitida*. Estes autores obtiveram uma média de consumo diário de 8,65 mL, correspondente também ao volume máximo que era fornecido. Estes resultados foram inferiores aos encontrados neste trabalho, cujo fornecimento por avaliação era de 50 mL, sugerindo que possa existir uma relação entre a quantidade de alimento consumida, a frequência de fornecimento e com a forma de disponibilização do alimento.

A alimentação energética não apresentou diferença quanto aos parâmetros de desenvolvimento da colônia avaliados (Tabela 2). Com este tipo de alimentação, esperava-se que houvesse ao menos aumento na quantidade de alimento armazenado e conseqüentemente no número total de potes de mel (NTPM), porém isso não ocorreu.

Esses resultados são semelhantes aos observados por Dias *et al.* (2010), que avaliaram o suprimento alimentar de proteínas utilizando o produto Beemix, exclusivamente rico em proteínas, que funciona como substituto do pólen, juntamente com o mel e sem alimentação artificial no desenvolvimento de colônias de *M. subnitida*. Estes autores verificaram que a alimentação proteica sozinha ou concomitante a energética não teve influência significativa em relação ao comprimento do maior disco de cria, quantidade de discos com crias emergentes e número total de potes de pólen (NTPP).

Por outro lado, Dias *et al.* (2008) verificaram que a alimentação líquida energética artificial aumentou a produção de potes e o armazenamento de mel, no entanto não houve influência na área dos discos de cria.

Da mesma forma, Alves *et al.* (2011) ao avaliar o desenvolvimento e força de trabalho de colônias de espécies de *M. mandacaia* com colônias submetidas a alimentação com energia líquida e colônias que não receberam suplementos,

Tabela 2. Desenvolvimento da colônia considerando diferentes alimentadores para alimentação energética em colônias da abelha *Melipona rufiventris*

| Variáveis | Tratamentos |        |        |          |
|-----------|-------------|--------|--------|----------|
|           | A           | B      | C      | Controle |
| NTDC      | 4,73        | 3,53   | 2,80   | 3,40     |
| DDC (mm)  | 78,95       | 72,98  | 75,83  | 67,99    |
| DPM (mm)  | 22,85       | 25,68  | 24,40  | 23,70    |
| APM (mm)  | 27,38       | 28,87  | 27,57  | 28,21    |
| VPM (mL)  | 8,26        | 9,49   | 7,80   | 8,66     |
| NTPM      | 14,73       | 14,80  | 14,73  | 15,60    |
| DPP (mm)  | 23,72       | 23,09  | 22,59  | 22,01    |
| APP (mm)  | 26,69       | 30,58  | 29,41  | 24,61    |
| NTPP      | 6,20        | 6,13   | 6,67   | 6,73     |
| EPM (mL)  | 124,22      | 149,76 | 116,12 | 153,34   |

Número total de discos de cria (NTDC), diâmetro dos discos de cria (DDC) (mm), diâmetro dos potes de mel (DPM) (mm), altura dos potes de mel (APM) (mm), volume dos potes de mel (VPM) (mL) e número total dos potes de mel (NTPM), diâmetro dos potes de pólen (DPP) (mm), altura dos potes de pólen (APP) (mm), número total de potes de pólen (NTPP) e a estimativa de produção de mel (EPM) (mL). Médias seguidas pela mesma letra, na mesma linha indicam que os tratamentos não diferem estatisticamente entre si pelo teste Kruskal-Wallis ( $P < 0,05$ ).

observaram que a alimentação líquida foi significativa, favorecendo o desenvolvimento de colônias e a quantidade de alimento armazenado.

Schafaschek *et al.* (2008) trabalharam com abelhas *Apis mellifera* suplementadas com xarope de açúcar invertido concomitante a um componente proteico vitamínico – Promotor L e colônias sem suplementação. Esses autores observaram também que as colônias suplementadas apresentaram maiores áreas de postura da rainha, larvas, pupas e maiores estoques de mel e pólen.

Outros sim Castagnino *et al.* (2006) compararam o desenvolvimento de núcleos de *Apis mellifera* alimentados com xarope de açúcar invertido mais suplemento proteico vitamínico – Promotor L e xarope de açúcar invertido de forma exclusiva. Estes autores observaram também que os núcleos que receberam a suplementação de xarope de açúcar invertido apresentaram área de cria maior quando comparado aos núcleos que receberam o xarope com suplemento vitamínico.

O desenvolvimento global da colônia depende do fluxo combinado de energia e alimentos protéicos e outros fatores intrínsecos; como observado por Schafaschek *et al.* (2008), os nutrientes presentes no néctar e no pólen estimularam um aumento na atividade de postura da rainha, aumentando assim o número de favos em uma colméia de *Apis mellifera*.

Com relação a avaliação da influência das variáveis ambientais, temperatura e umidade relativa do ar no consumo da alimentação líquida os valores máximos e mínimos durante o período foram de 33,5 a 18,2 °C e 94 a 37% respectivamente. As análises de correlação entre o consumo do alimento e as variáveis ambientais de temperatura e umidade estão apresentadas na Tabela 3.

Como as avaliações do presente estudo foram realizadas no período das 13:00 às 17:00 nos primeiros horários de avaliação, a temperatura ambiente era consequentemente mais elevada do que para os demais horários e a umidade relativa do ar comportou-se de maneira inversa.

A correlação entre temperatura e consumo do presente estudo foi positiva de 0,76. Provavelmente, isto ocorreu devido ao fato que coletar alimento que já estava dentro da colônia sob condições de temperaturas mais altas implica em menores custos metabólicos na busca por néctar, podendo também estar relacionado ao mecanismo de prevenção de perda de água corporal das campeiras.

Já a correlação entre a umidade relativa do ar e consumo do presente estudo foi negativa -0,73, este resultado pode estar relacionado com ocorrência de maior umidade nas horas finais de avaliação o que levou as campeiras a buscarem alimento no campo, associado também a menor disponibilidade de xarope nesta situação, visto que ao longo do período de avaliação este não era repostado.

A atividade de forrageio das campeiras na busca por néctar observada no presente estudo corroboram com as encontradas por Silva *et al.* (2011) que verificaram que a abelha *M. scutellaris* aumentou consideravelmente o forrageamento quando associado a valores frequentes de alta umidade relativa e moderadas de temperaturas ao final do dia. De maneira geral estes autores observaram menor atividade de forrageio sob temperaturas abaixo de 20 °C e acima de 30 °C e alta atividade sob temperaturas moderadas de 21 a 25 °C.

Da mesma forma, Fidalgo e Kleinert (2007) avaliando a atividade de forrageio da *M. rufiventris*, observaram que o número de cargas de néctar

Tabela 3. Valores de coeficiente de correlação simples entre as variáveis de temperatura, umidade relativa do ar e consumo de alimento por abelhas *Melipona rufiventris* no primeiro horário de avaliação.

| Variáveis             | Coefficiente de Correlação |
|-----------------------|----------------------------|
| Temperatura x Umidade | - 0,94**                   |
| Temperatura x Consumo | 0,76**                     |
| Umidade x Consumo     | -0,73**                    |

\*\*Correlação significativa ao nível de 1% de probabilidade (P< 0,01).

apresentou correlação positiva com a temperatura de 0,24, sendo mais intensa a atividade quando a umidade relativa estava alta entre 50 e 90% e a temperatura moderada entre 20 e 30 °C.

Os fatores abióticos de temperatura, umidade relativa do ar, intensidade luminosa, pluviosidade e velocidade do vento atuam de forma isolada ou em conjunto, exercendo grande influência sobre a atividade de voo das abelhas sociais Meliponini (Kleinert-Giovannini e Imperatriz-Fonseca 1986).

Segundo Roubik (1989) o comportamento de forrageamento das abelhas é baseado em uma relação de custo/benefício, sendo influenciado pelo ambiente ou pelo estado da colônia. As abelhas iniciam, aumentam ou reduzem as atividades de forrageio de acordo com as condições climáticas, devido ao custo energético empregado na regulação da temperatura corporal durante o voo.

Segundo Castellanos *et al.* (2002) a disponibilidade de recursos florais também influencia a atividade de forrageio das campeiras. As plantas apresentam variados picos de visitação de polinizadores ao longo do dia, para tanto desenvolveram mecanismos homeostáticos que regulam a oferta de néctar. A produção de néctar pelos nectários das plantas está sujeita a flutuações no decorrer do dia, com relação a concentração de açúcares bem como a quantidade produzida.

De acordo com Pirani e Cortopassi-Laurino (1993), a produção de néctar é influenciada por fatores internos e externos a planta, podendo duplicar e até triplicar a concentração de açúcares. Outros fatores que interferem nesta produção são a composição do solo, ventos e idade da planta.

Logo, propõem-se que a melípona do presente estudo optou por forragear em busca de recursos florais sob condições de menor temperatura e disponibilidade de xarope e maior umidade relativa do ar.

Considerando a facilidade do manejo para o fornecimento do alimento o dispositivo Copo foi o melhor alimentador, mesmo que para realizar o fornecimento do alimento fosse necessário abrir as colônias. Os mesmos resultados observados neste estudo foram obtidos por Sampaio *et al.* (2013) quanto ao

dispositivo interno utilizado por estes autores modelo Prato, que também foi melhor. Já o alimentador modelo Pernambucano foi o que requisitou mais tempo entre a retirada de geoprópolis (mistura de barro e própolis) e o fornecimento do alimento.

Com relação à manutenção ou limpeza dos alimentadores o dispositivo Copo também foi melhor, pois as abelhas não realizavam a deposição de geoprópolis em seu interior/ou bordas, comportamento que foi comum aos alimentadores Eiratama e Pernambucano. Isto está relacionado ao fato destes modelos apresentarem partes que ficavam externas a colônia, expostas as condições ambientais.

Apesar deste trabalho não ter avaliado alimentadores coletivos, Contrera *et al.* (2016) estudando dispositivo alimentar coletivo para *M. flavolineata* relataram que esta forma de fornecimento é uma das maneiras mais práticas de se ofertar alimento energético. Embora este tipo de alimentação atraia abelhas de outras espécies podendo acarretar em processos de pilhagem, estes autores relataram que isto não apresentou efeitos negativos na alimentação das abelhas experimentais.

Outros fatores observados foram a atração de formigas e de vespas que tentavam saquear o alimento após o fornecimento, fato que ocorreu para os tratamentos que utilizaram os dispositivos externos Eiratama e Pernambucano. Situações como morte de abelhas dentro dos dispositivos foram raramente observadas, tendo ocorrido apenas no período de adaptação.

Este estudo comprova que os fatores externos têm relação com a quantidade de consumo de alimento, assim como no seu aproveitamento pelas abelhas. Novos estudos devem ser feitos incluindo diferentes épocas do ano para verificar o comportamento de consumo de alimentação artificial de acordo com a disponibilidade de recursos naturais como néctar e pólen.

## CONCLUSÕES

O alimentador modelo Copo apresentou maior consumo de alimento na primeira hora de avaliação, bem como maior facilidade de manejo para colônias de abelhas *Melipona rufiventris*.

## LITERATURA CITADA

- Aidar, DS. 2010. A mandaçaia: Biologia de abelhas, manejo e multiplicação artificial de colônias de *Melipona quadrifasciata* Lep. (Hymenoptera, Apidae, Meliponae). Ribeirão Preto, Brasil, FUNPEC. 161 p.
- Alves, TTL; Barbosa, R da S; Santos, WD; Silva, JN; Neto, JP de H. 2011. Estudo do desenvolvimento e força de trabalho de abelha mandaçaia (*Melipona mandaçaia*) em meliponário no estado do Ceará, como ferramenta para o manejo racional da espécie. *Revista verde* 6(2):163-168.
- Castagnino, GL; Arboitte, MZ; Lengler, S; Garcia, GG; de Menezes, LFG. 2006. Desenvolvimento de núcleos de *Apis mellifera* alimentados com suplemento aminoácido vitamínico, Promotor L<sup>®</sup>. *Revista Ciência Rural* 36(2):685-688.
- Castellanos, MC; Wilson, P; Thomson, JD. 2002. Dynamic néctar replenishment in flowers of *Penstemon* (*Scrophulariaceae*). *American Journal of Botany* 1(89):111-118.
- Contrera, FAL; Cordeiro, HKC; Teixeira, JCS; Leão, KL; Veiga, JC; Menezes, C. 2016. A scientific note on the use of external feeders for the Amazonian stingless bee *Melipona flavolineata* (Apidae, Meliponini). *Journal of Apicultural Research* 54(2):77-80.
- Contrera, FAL; Menezes, C; Venturieri, GC. 2011. New horizons on stingless beekeeping (Apidae, Meliponini). *Revista Brasileira de Zootecnia* 40(supl. especial):48-51.
- Costa, L; Venturieri, GC. 2009. Diet impactson *Melipona flavolineata* workers (Apidae, Meliponini). *Journal of Apicultural Research* 48(1):38-45.
- da Silva, SC; de Santana, NMP; Pelegrini, JC. 2006. Caracterização Climática do Estado de Goiás. Série Geologia e Mineração. Goiás, Brasil, Gobierno do estado de Goiás. 135 p.
- Dias, AM; Filgueira, MA; Oliveira, FL; Costa, EM; Dias, VHP. 2010. Influência da alimentação artificial proteica no desenvolvimento de abelhas jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke) (Apidae: Meliponinae). *Revista Verde* 5(1):196-206.
- Dias, VHP; Filgueira, MA; de Oliveira, FL; Dias, AM; da Costa, EM. 2008. Alimentação artificial à base de mel e suas implicações no desenvolvimento de famílias de abelhas jandaíras (*Melipona subnitida* Ducke) em Mossoró-RN. *Revista verde* 3(3):40-44.
- Fidalgo, AO; Kleinert, AMP. 2007. Foraging behavior of *Melipona rufiventris* Lepeletier (Apinae, Meliponini) in Ubatuba/SP, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 67(1):137-144.
- Jaffé, R; Pope, N; Carvalho, AT; Maia, UM; Blochtein, B; de Carvalho, CAL; Carvalho-Zilse, GA; Freitas, BM; Menezes, C; Ribeiro, M de F; Venturieri, GC; Imperatriz-Fonseca, VL. 2015. Bees for development: Brazilian survey reveals how to optimize stingless beekeeping. *PLoS ONE* 10 (3):1-21.
- Kerr, WE; Carvalho, GA; Nascimento, VA. 1996. *Abelha Uruçu: biologia, manejo e conservação*. Belo Horizonte, Brasil, Littera Maciel. 143 p.
- Kleinert-Giovannini, A; Imperatriz-Fonseca, VL. 1986. Flight activity and responses to climatic conditions of two subspecies of *Melipona marginata* Lepeletier (Apidae, Meliponini). *Journal of Apicultural Research* 25(1):3-8.
- Nogueira-Neto, P. 1997. *Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão*. São Paulo, Brasil, Nogueirapis. 445 p.
- Oliveira, KN; Paula-Leite, MC; Carvalho, CAL; Lino-Lourenço, DA; Sampaio, RB; Santos, EB. 2015. Parâmetros genéticos para características produtivas e biométricas em abelha *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 67(3):819-826.
- Pirani, JR; Cortopassi-Laurino, M. 1993. *Flores e Abelhas em São Paulo*. São Paulo, Brasil, Edusp. 192 p.
- Roubik, DW. 1989. *Ecology and natural history of tropical bees*. New York, EUA, Cambridge University Press. 514 p.

- Sampaio, RB; Paula-Leite, MC; Carvalho, CAL; Faquinello, P. 2013. Avaliação de alimentadores para abelha mandaçaia (*Melipona quadrifasciata anthidioides*). Archivos de Zootecnia 62(240):619-622.
- Schafaschek, TP; Padilha, MTS; dos Santos, II; Padilha, JCF; Braga, FE. 2008. Efeito da suplementação alimentar sobre as características produtivas e reprodutivas de *Apis mellifera mellifera* Linnaeus, 1758. Biotemas 21(4):99-104.
- Santos e Silva, F de A; de Azevedo, CAV. 2016. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. African Journal of Agricultural Research 11(39):3733-3740.
- Silva, MDE; Ramalho, M; Rosa, JF. 2011. Por que *Melipona scutellaris* (Hymenoptera, Apidae) forrageia sob alta umidade relativa do ar?. Iheringia, Série Zoologia 101(1-2):131-137.
- Torres, VS. 2010. Nutrição e alimentação de abelhas. Brasília, Brasil, ExLibris. 220 p.
- Vieira, JF; Santana, ALA; de Jesus, JN; Oliveira, D de J. 2009. Experiência com capacitação de meliponicultores do Recôncavo da Bahia em alimentação artificial de abelhas sem ferrão. Revista Brasileira de Agroecologia 4(2):1475-1478.

## INSTRUCCIONES AL AUTOR

### REVISTAS CIENTÍFICAS DEL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS

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](mailto:agronomia.tropical.inia@gmail.com) o [zootropi@gmail.com](mailto: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/](http://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:

| <b>Término</b>                | <b>Símbolo</b> | <b>Término</b>                | <b>Símbolo</b> |
|-------------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|
| Metros sobre el nivel del mar | m.s.n.m.       | Población total               | N              |
| Índice de conversión          | IC             | Probabilidad                  | P              |
| Peso al nacer                 | PN             | Coefficiente de variación     | CV             |
| Peso al destete               | PD             | Coefficiente de correlación   | r              |
| Bloques multinutricionales    | BM             | Coefficiente de determinación | R2             |
| 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                 | h2             |
| 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            |                               |                |

| <b>Unidad</b>          | <b>Símbolo</b>      | <b>Unidad</b>         | <b>Símbolo</b> |
|------------------------|---------------------|-----------------------|----------------|
| Gramo                  | g                   | Hora                  | h              |
| Kilogramo              | kg                  | Minuto                | min            |
| Gramos por kilogramo   | g.kg <sup>-1</sup>  | Segundo               | s              |
| Miligramos             | mg                  | Porcentaje            | %              |
| Kilocalorías           | kcal                | Por mil               | ‰              |
| Kilogramo por hectárea | kg.ha <sup>-1</sup> | Hectárea              | ha             |
| Kilómetro              | km                  | Tonelada              | t              |
| Litro                  | L                   | Tonelada por hectárea | t.ha-1         |
| Gramos por litro       | g.L <sup>-1</sup>   | Grados Celsius        | °C             |
| Mililitros             | mL                  | Grados Fahrenheit     | °F             |
| Mililitros por litro   | mL.L <sup>-1</sup>  | Grados Kelvin         | °K             |
| Metro                  | m                   | Joule                 | J              |
| Metro cuadrado         | m <sup>2</sup>      | Milímetro             | mm             |
| Metro cúbico           | m <sup>3</sup>      | Micrometro            | µm             |
| 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.