



Gobierno  
Bolivariano  
de Venezuela

Ministerio del Poder Popular  
para la Agricultura y Tierras

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

tropical

ecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

# Zootecnia tropical

Zootecnia  
tropical  
Depósito Legal: pp. 198302AR214  
ISSN: 0798 - 7269  
AÑO 29 VOL. 29 No. 1 2011

# ZOOTECNIA TROPICAL

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

**ZOOTECNIA TROPICAL** es una revista científica que publica artículos inéditos y originales de investigación en las áreas de producción, salud, genética y reproducción animal de especies de interés zootécnico, tecnología de alimentos de origen animal, pastos y forrajes, y acuicultura marítima y continental, relacionados con el trópico. Su periodicidad es trimestral y se publica en los meses de marzo, junio, septiembre y diciembre. Las instrucciones a los autores aparecen en el primer Número de cada Volumen.

ISSN: 0798- 7269

Dep. Legal: pp. 198302AR214

### INDIZACIÓN

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

### Se acepta el intercambio con otras revistas

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

### Toda correspondencia debe dirigirla a:

REVISTA ZOOTECNIA TROPICAL  
INIA. Gerencia General.  
Av. Universidad, El Limón. Apartado Postal 4653,  
Maracay 2101, estado Aragua, Venezuela.  
Teléfono: 0243-2404770  
Fax: 0243-2404731

### Direcciones electrónicas:

zootrop@inia.gob.ve  
zootropi@gmail.com

### COMITÉ *Ad hoc*

Los artículos publicados en ZOOTECNIA TROPICAL son sometidos a un proceso de **Arbitraje Científico Externo**

### BOARD OF SCIENTIFIC REVIEWERS

Articles published in ZOOTECNIA TROPICAL are submitted to Scientific Reviewers

El Comité Editorial de la Revista Zootecnia Tropical agradece el apoyo financiero otorgado por el Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT) para la publicación de este Número.

Esta revista esta incluida en la colección Scielo Venezuela ([www.scielo.org.ve](http://www.scielo.org.ve))

### Valor de la subscripción:

Venezuela Bs F. 65,00 un año.

Exterior: US \$ 75.00 one year.

Ejemplar: Bs F: 15,00.

Incluye gastos de manejo y envío por vía terrestre para Venezuela y correo marítimo para el exterior.

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS  
ZOOTECNIA TROPICAL**

*Dr. Yván Gil*  
**Presidente**

*Dr. Orlando Moreno*  
**Gerente General**

*Dr. Luís Dickson*  
**Gerente de Investigación  
e Innovación Tecnológica**

*Econ. Jonathan Coello*  
**Gerente de Producción Social**

**COORDINACIÓN EDITORIAL REVISTA ZOOTECNIA TROPICAL**

*Dr. Luís Dickson*  
**Editor Jefe**

*Lic. Mónica González*  
**Editora Asistente**

*T.S.U. Ana Briceño*  
**Secretaria**

**EDITORES ASOCIADOS**

**Sección Fisiología y Reproducción**

*Dra. Thais Díaz (UCV, Fac. Cien. Vet.)*

**Sección Sanidad**

*Dr. Nestor E. Obispo (INIA)*

**Sección Pasto y Forrajes**

*Dr. Gonzalo Martínez (UCV, Fac. Agron.)*

**Sección Piscicultura y Acuicultura**

*Dr. José Alió (INIA)*

**Sección Nutrición**

*Dra. Susmira Godoy (INIA)*

**Sección Genética**

*Ing. MSc. Freddy Espinoza (INIA)*

**CONSEJO ASESOR**

*Dr. Carlos Lascano (Colombia)*

*Dra. Alicia Rabasa (Argentina)*

*Dr. Lee McDowell (EEUU)*

*Dr. Julio Lee (Cuba)*

*Dr. Rodolfo Vaccaro (Venezuela)*

*Dr. Armando Fuentes (Venezuela)*

*Dr. Rainer Schultze- Kraft (Alemania)*

*Dr. Manuel Fondevilla (España)*

*Dr. Alcidez De Amorin (Brasil)*

*Dr. Rony Tejos (Venezuela)*

*Dr. Ricardo Bitter (Venezuela)*

*MSc. Julio Rodríguez (Venezuela)*

*Dra. Josefina Cobellas (Venezuela)*



## SUMARIO Vol. 29 N°. 1

## ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Dávila C., Urbano D. y Castro F. Efecto de la altura y frecuencia de corte sobre tres variedades de maní forrajero ( <i>Arachis pintoi</i> ) en el estado Mérida. II. Características morfológicas y producción de semilla .....	7
Malerbo- Souza, Teresinha D. Biodiversidade de polinizadores em <i>Passiflora cincinnata</i> Mast. (Passifloraceae), em Ribeirão Preto, SP, Brasil.....	17
Moreno C., Graziani C., Núñez J. y Villaroel E. Caracterización bioecológica y poblacional de tres comunidades de crustáceos decápodos en la costa Noroccidental del estado Sucre, Venezuela .....	29
Echeverri J., Salazar V., y Parra J. Análisis comparativo de los grupos genéticos Holstein, Jersey y algunos de sus cruces en un hato lechero del Norte de Antioquia en Colombia .....	49
Brito D., Brito R. y Pereira G. Supervivencia de <i>Dendrocephalus spartaenovae</i> (Crustacea: Anostraca: Thamnocephalidae) alimentado con un cultivo mixto de microalgas.....	61
Marval A., Altuve D., Gil H., Vizcaíno G., Gómez G. y Barrios A. Curva de selección de <i>Litopenaeus schmitti</i> y dos especies ícticas, capturados por la pesca artesanal de arrastre camaronera en el Golfo de Paria, estado Sucre, Venezuela .....	69
Longart Y., Acosta V. Parra B. y Lista M. Hábitos alimenticios del marao fósforo <i>Hemirhamphus brasiliensis</i> de los alrededores de la Isla de Cubagua, Venezuela.....	77
Lista M., Prieto A., Velásquez C., Lodeiros C., Acosta V., Longart Y. y Hernández G. Descripción y variación mensual de las etapas reproductivas de la pepitona <i>Arca zebra</i> (Swainson, 1833) en el banco de Chacopata, península de Araya, estado Sucre, Venezuela .....	89
González I., Betancourt M., Fuenmayor A. y Lugo M. Producción y composición química de forrajes de dos especies de pasto Elefante ( <i>Pennisetum</i> sp.) en el Noroccidente de Venezuela.....	103
Rojas-Runjaic B., Perdomo D., García D., González-Estopiñán M., Corredor Z., Moratinos P. y Santos O. Rendimiento en canal y fileteado de la tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) variedad Chitralada producida en el estado Trujillo, Venezuela .....	113
Salamanca G., Osorio M. y Gutiérrez A. Sistema trazable en el proceso de extracción y beneficio del polen corbicular colectado por <i>Apis mellifera</i> L. (Hymenoptera: apidae) en la zona Altoandina de Boyaca (Colombia).....	127
Instrucciones al autor.....	139

## TABLE OF CONTENTS Vol. 29 N° 1

## SCIENTIFIC ARTICLE

Dávila C., Urbano D. y Castro F. Effect of height and frequency of cutting on three perennial peanut ( <i>Arachis pintoi</i> ) varieties in Mérida state. II Morphological characteristics and seed production.....	7
Malerbo- Souza, Teresinha D. Visitors insects on passion flowers ( <i>Passiflora cincinnata</i> ) .....	17
Moreno C., Graziani C., Núñez J. y Villaroel E. Characterization bioecological and population of three communities of crustaceans decapods on the coast north-west of the state Sucre, Venezuela .....	29
Echeverri J., Salazar V., y Parra J. Comparative análisis of genetic groups Holstein Jersey and some crosses in a herd in North of Antioquia Colombia .....	49
Brito D., Brito R. y Pereira G. Survival of <i>Dendrocephalus spartaenovae</i> (Crustacea: Anostraca: Thamnocephalidae) fed with a microalgae mixed culture .....	61
Marval A., Altuve D., Gil H., Vizcaíno G., Gómez G. y Barrios A. Curve selection of <i>Litopenaeus schmitti</i> and two fish species caught by the artisanal shrimp trawl fishery in the Gulf of Paria, Sucre State, Venezuela.....	69
Longart Y., Acosta V. Parra B. y Lista M. Food habits of the marao phosphorus <i>Hemirhamphus brasiliensis</i> of the surroundings of Cubagua's Island, Venezuela.....	77
Lista M., Prieto A., Velásquez C., Lodeiros C., Acosta V., Longart Y. y Hernández G. Description and monthly variation in reproductive stages of the clam <i>Arca zebra</i> (Swainson, 1833) in the Chacopata bank, Araya peninsula, Sucre state, Venezuela.....	89
González I., Betancourt M., Fuenmayor A. y Lugo M. Production and chemical composition of forages de dos species of grass Elephant ( <i>Pennisetum</i> sp.) in Noroccidente de Venezuela .....	103
Rojas-Runjaic B., Perdomo D., García D., González-Estopiñán M., Corredor Z., Moratinos P. y Santos O. Yield carcass and filleting in tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) Chitralada strain cultivated in Trujillo state, Venezuela .....	113
Salamanca G., Osorio M. y Gutiérrez A. Traceable system in the process of extraction and corbicula pollen collected by <i>Apis mellidera</i> L. (Hymenoptera: Apidae) in the high Andean zone of Boyaca, Colombia .....	127
Instructions to the author .....	139

## **Efecto de la altura y frecuencia de corte sobre tres variedades de maní forrajero (*Arachis pintoi*) en el estado Mérida**

### **II. Características morfológicas y producción de semilla**

Ciro Dávila<sup>1</sup>, Diannelis Urbano <sup>2\*</sup> y Fernando Castro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Los Andes (ULA). Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Mérida, Venezuela

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA-Mérida). Av. Urdaneta, Edif. INIA, piso 2, Laboratorio de pastos y forrajes, Mérida, Venezuela. \*Correo electrónico: durbano@inia.gob.ve

---

#### **RESUMEN**

Con la finalidad de determinar el efecto de la altura y frecuencia de corte sobre algunas características morfológicas y producción de semillas en el maní forrajero se condujo un experimento en la finca Borbollón, localizada en Jají, estado Mérida, a una altitud de 1950 m.s.n.m. Se utilizó un diseño de experimento bloques al azar, con 3 repeticiones, en un arreglo factorial de los tratamientos en parcelas sub-subdivididas, donde en la parcela principal se aleatorizaron 3 variedades (V1: 17434, V2:18744 y V3:18748), en las parcelas secundarias se asignaron 2 frecuencias de corte (F1:35 días y F2:49 días) y en las parcelas sub-subdivididas 3 alturas de corte (H1:0 cm, H2:5 cm y H3:10 cm). En los 2 años de estudio, la relación hoja/tallo se incrementó con la altura de corte, especialmente en la frecuencia de 35 días, cuyo promedio pasó de 1,40 a 2,30; cuando la altura cambio de 0 a 10 cm, mientras que a 49 días solo aumentó de 1,83 a 2,31. El área foliar logró desarrollarse con la altura de corte, con valores promedios de 7,70, 10,03 y 10,87 cm<sup>2</sup> para 0, 5, 10 cm, respectivamente. La floración se estimuló 55% al reducir la altura de 10 a 5 cm y 182% al pasar de 5 cm a ras de suelo, sin embargo, la producción y el número de semillas acumuladas fueron similares para las alturas 0 y 5 cm, pero se duplicaron cuando se cosechó a 10 cm (1.459 kg/ha y 702,4 semillas/m<sup>2</sup>). El número de flores abiertas, producción y cantidad de semillas no aumentaron en forma significativa con los días de crecimiento. El número de raíces pivotantes disminuyó con la altura de corte en la frecuencia de 49 días, pero aumentó con la altura cuando se cortó a los 35 días. Se concluye que la altura y frecuencia de corte influyeron sobre las características morfológicas y en la producción de semilla de maní forrajero.

*Palabras clave:* variedades de *Arachis pintoi*, altura de corte, frecuencia de corte, características morfológicas, producción de semillas.

---

#### **Effect of height and frequency of cutting on three perennial peanut (*Arachis pintoi*) varieties in Mérida state. II Morphological characteristics and seed production**

#### **ABSTRACT**

In order to obtain the effect of the height and frequency of cutting on some morphological characteristics and seed production in perennial peanut a field trial was carried at the Borbollón farm, located in Jají, Mérida state, at 1950 m.o.s.l.. A randomized blocks design with three replications was used, with a factorial split-split plot treatment arrangement, in the main plot, three varieties (V1: 17434, V2:18744 and V3:18748) were randomized, in the secondary plots, two frequencies of cutting (F1:35 days and F2:49 days) and in the split-split plots three heights of cutting (H1:0 cm, H2:5 cm and H3:10 cm). In the two years of study, the leaf/stem ratio increased with the height of cutting, specially for the frequency of 35 days, whose average passed from 1,40 to 2,30 leaf/stem ratio;



with 0 and 10 cm of the height, respectively, but for 49 days, it increased from 1,83 to 2,31. Foliar area increased with height of cutting with averages values of 7,70; 10,03 and 10,87 cm<sup>2</sup> for 0, 5 and 10 cm, respectively. The flowering increased from 55% when the height of cutting change from 10 to 5 cm and 182%, it pass from 5 cm to ground level, however accumulated production and number of seeds were similar for 0 and 5 cm, but it duplicated when the height was 10 cm (1459 kg/ha and 702.4 seed/m<sup>2</sup>). Open flower number, production and seed number did not increased significantly with days of regrowth. The number of main roots decreased with the height of cutting at 49 days, but it increased with height, when peanut was cut at 35 days. As a conclusion height and the frequency of cutting influenced the morphological characteristics and seed production of perennial peanut.

*Keywords:* varieties of *Arachis pintoi*, height of cutting, frequency of cutting, morphological characteristics, seed production

## INTRODUCCIÓN

La ganadería intensiva de la zona alta se caracteriza por el uso de elevadas cantidades de alimentos concentrados en la dieta de vacas lactantes y altos niveles de fertilizantes nitrogenados en el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), por esta razón es necesario fortalecer la investigación sobre diferentes leguminosas forrajeras y su manejo, ya que estas especies podrían aportar nitrógeno al suelo y mejorar la calidad de las pasturas, reduciendo la dependencia de insumos externos y disminuyendo la contaminación de las aguas.

Particularmente, *Arachis pintoi*, se ha convertido en una opción forrajera para mejorar los sistemas ganaderos y trasformándolos en sustentables, debido a que estimula la diversidad biológica, recupera los suelos degradados y es una fuente importante de proteína metabolizable para los animales de altos requerimientos nutricionales (Bourrillon, 2007). Además, es una especie que resiste el pastoreo por la presencia de estolones, se asocia bien con gramíneas de crecimiento agresivo y es muy aceptable por los animales (Pizarro *et al.*, 1996 y Dávila *et al.*, 2004).

El maní forrajero se ha introducido en la zona superior a los 1700 m.s.n.m., creciendo sólo o asociado con gramíneas, como el pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*), el kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y *Setaria anceps*, con un manejo similar al de las gramíneas, en cuanto a días de descanso y carga animal (Álvarez *et al.*, 2006 y Urbano *et al.*, 2005).

Es conveniente conocer el efecto de la altura y frecuencia de corte sobre algunas características morfológicas de diferentes cultivares ya liberados

en otras localidades, en relación a la capacidad de rebrote, proporción hoja/tallo, área foliar, floración y producción de semillas, que permitan inferir como se asociaría con las gramíneas y como sería su manejo bajo pastoreo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Características del área de estudio

Este ensayo se llevó a cabo en la finca Borbollón, localizada en Jají, estado Mérida, a una altitud de 1.950 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 17°C y una precipitación de 1.371,7 mm, en forma bimodal. Pertenece a una zona de vida bosque húmedo montano bajo (Ewel y Madrid, 1968).

Las condiciones edáficas del sitio bajo estudio fueron: textura arcillo arenosa, con altos contenidos de fósforo, potasio, calcio y magnesio, con valores de 64 ppm, 855 ppm, 904 ppm y 260 ppm, respectivamente. El porcentaje de materia orgánica fue superior al 12,6% y con pH moderadamente ácido (5,7).

### Diseño experimental y tratamientos

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con 3 repeticiones, en un arreglo factorial de los tratamientos en parcelas sub-subdivididas, donde en la parcela principal se aleatorizaron 3 variedades de maní forrajero provenientes del CIAT (V1:17434, V2:18744 y V3:18748), en las secundarias se asignaron 2 frecuencias de corte (F1: 35 días y F2: 49 días) y en las parcelas sub subdivididas se aplicaron 3 alturas de corte (H1: 0 cm, H2: 5 cm y H3: 10 cm). La superficie total del ensayo fue de 324 m<sup>2</sup>, con una bordura de 1 m entre variedades, correspondiendo a cada sub-

parcela 6 m<sup>2</sup>. El área de muestreo fue de 2 m<sup>2</sup>. Las mediciones de las variables estudiadas se realizaron a los 7 meses de establecida, excepto la biomasa superficial y subterránea que se efectuó al final del período experimental. La duración de este ensayo fue de 2 años.

### Manejo del área

Para el establecimiento del maní forrajero, se preparó el terreno con dos pases de rastra y luego se procedió a la siembra manual usando material vegetativo de esta leguminosa, a una distancia de 0,30 m entre hilos y a chorro corrido dentro del surco. La profundidad de siembra fue de aproximadamente 5 cm y se dejaron descubiertas las últimas hojas. Se efectuaron controles de malezas en forma manual y químico. Se aplicó riego durante el establecimiento y en la estación seca.

### Evaluaciones realizadas

**Relación hoja/tallo:** una muestra de 300g de hojas fueron seleccionadas y separadas de forma manual de los tallos, seguidamente se colocaron en la estufa a 65°C por 48 horas.

**Área foliar:** se midieron 25 hojas seleccionadas al azar en cada parcela, utilizando un medidor de área foliar marca CID. Inc. Modelo CCI 202.

**Floración:** se contó el número de flores abiertas por metro cuadrado, en el momento del corte.

**Biomasa superficial y subterránea:** se tomó una muestra 25 cm x 25 cm, a una profundidad de 15 cm en cada parcela, se separó la parte superficial de la subterránea, el suelo se tamizó y se lavó el material vegetal; se pesaron los tallos superficiales, las raíces finas, raíces gruesas (mayor de 7 mm de diámetro) y las semillas, estos dos últimos componentes, también se contaron.

### Análisis estadístico

Los resultados se analizaron con el procedimiento del modelo general lineal (GLM), usando el error tipo A para variedades y bloques, el error B para frecuencia de corte y sus interacciones con variedades. Para la altura y sus interacciones se utilizó el error residual. Asimismo, se empleó la Prueba de Rango Múltiples de Duncan para detectar la significancia entre niveles de cada factor (SAS, 2000).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Relación hoja/tallo

Para el primer año, el análisis de varianza detectó diferencias estadísticas ( $P < 0,01$ ) para altura y su interacción con la frecuencia de corte, mientras que en el segundo año sólo fue significativo la altura. La relación hoja/tallo se incrementó con la altura de corte para los 2 años de estudio (Figura 1).

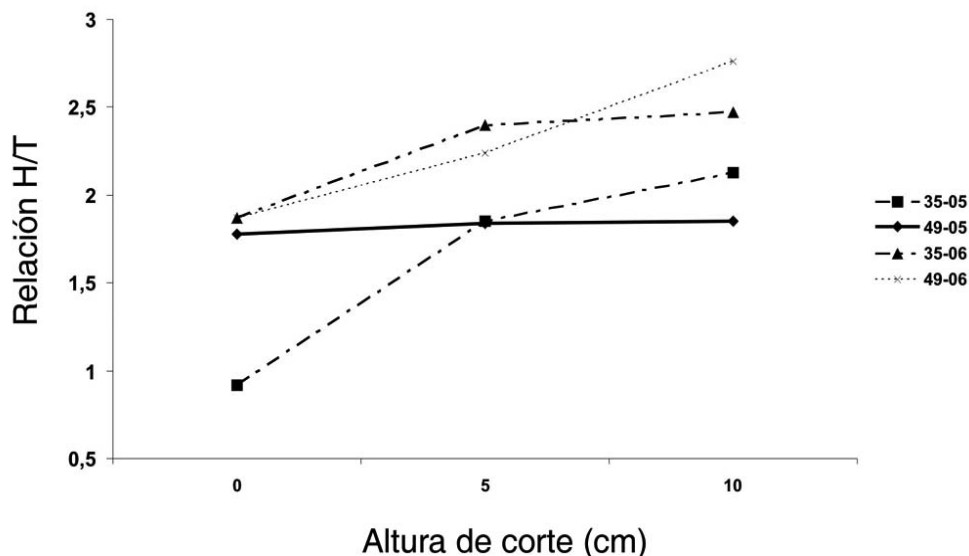


Figura 1. Efecto de las frecuencias y alturas de corte sobre la relación hoja/tallo del maní forrajero.

La interacción frecuencia de corte por altura (FxH), nos indica una mayor respuesta de esta variable en la frecuencia de 35 días, donde al ras de suelo se obtuvo una menor relación hoja/tallo (0,92), mientras que a 10 cm se alcanzó el mayor valor (2,13). Esto se puede explicar por la mayor cantidad de tallos residuales al aumentar la altura de corte y con más hojas provenientes de este material. Durante el año 2006, los valores de la proporción hoja/tallo aumentaron con la altura, pero fueron superiores al primer año, debido principalmente al incremento de la cobertura del maní forrajero.

Al respecto, Gómez *et al.* (1998), evaluaron en Colombia, en un suelo Andisol ácido degradado, las respuestas de adaptación en términos de cambios en las características morfológicas de la parte aérea y el rendimiento de materia seca de *A. pintoi* CIAT-17434, creciendo sola o asociada con *Brachiaria dictyoneura* CIAT-6133, reportaron que la relación hoja/tallo en maní forrajero no respondió significativamente a la edad de corte (16, 29 y 38 semanas), ni a los niveles de fertilización.

### Área Foliar

La altura de corte influyó ( $P < 0,01$ ), sobre el tamaño de la hoja, mientras que la frecuencia de corte y las variedades no resultaron significativas para esta variable.

En la Figura 2, se observa que a medida que se incrementa la altura de corte aumenta el área foliar, con valores promedio en los 2 años de estudio de 7,7, 10 y 10,9  $\text{cm}^2$  para 0, 5 y 10 cm, respectivamente. Es evidente la reducción del tamaño de las hojas cuando la planta se cosecha a ras de suelo, sin embargo, Urbano *et al.* (2007), evaluaron en estas mismas condiciones de estudio, reportando que a esta altura de corte los rendimientos fueron más altos, alcanzando un promedio de 17.536,4 kg MS/ha/año, por lo que se deduce que este tratamiento debió aumentar el número de hojas y tallos, para alcanzar elevadas producciones con hojas de menor tamaño.

### Floración

La altura de corte influyó ( $P > 0,05$ ), sobre esta variable, la floración incrementó de 55% al reducir la altura de 10 a 5 cm y un 182% al pasar de 5 cm a ras de suelo (Cuadro). A pesar que las frecuencias de corte y las variedades no fueron significativas, el número de flores abiertas aumentó con los días de crecimiento, observándose valores máximos de 500 y 676 flores por metro cuadrado para 35 y 49 días, respectivamente.

En cuanto a las variedades, CIAT-18744 mostró en promedio, el mayor número de flores. En Palmira, Colombia, Moreno *et al.* (1999), reportaron que esta accesión (48,2 flores/ $\text{m}^2$ ) y CIAT-18748 (47,1 flores/ $\text{m}^2$ ), duplicaron la floración, con respecto al cultivar CIAT-17434 (18,9 flores/ $\text{m}^2$ ).

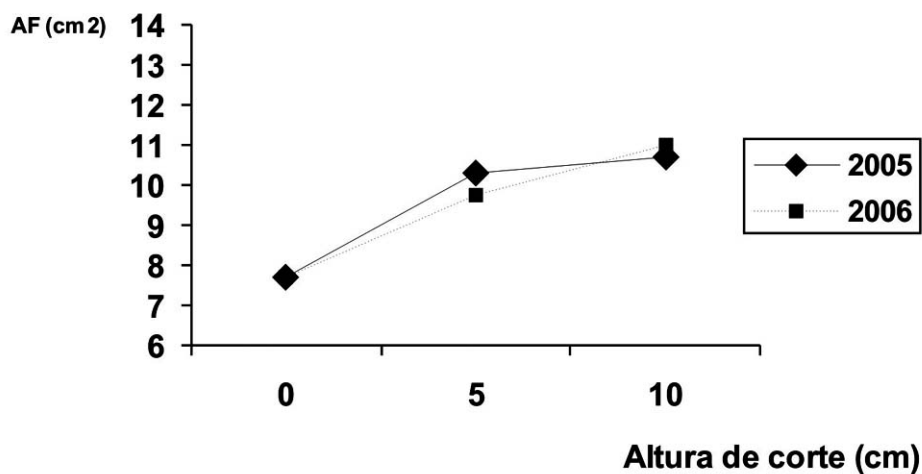


Figura 2. Efecto de las alturas de corte sobre el área foliar (AF) del maní forrajero.

Cuadro. Efecto de la altura y frecuencia de corte sobre la floración y producción de semillas del maní forrajero.

Variabes	Número de flores/m <sup>2</sup>	Producción de semillas (Kg/ha)	Número de semillas/m <sup>2</sup>
Altura (cm):			
0	232,4a	693,3b	436,8b
5	82,40b	821,3b	406,4b
10	53,14c	1459,0a	702,4a
Frecuencia de corte (días):			
35	111,89a	976,9a	521,6a
49	129,62a	1005,3a	508,8a
Variedades			
17434	118,5a	829,3a	496,0b
18744	131,5a	1150,7a	584,0a
18748	117,4a	993,3a	467,2b

En relación a la estacionalidad de la floración, se observó que para la frecuencia de 35 días, la mayor cantidad de flores se obtuvo en los meses de mayo a octubre, en cambio a los 49 días los máximos valores se reportaron de junio a septiembre.

En Veracruz, México, Rojas *et al.* (2005), evaluaron la dinámica de la floración de *Arachis pintoi* CIAT-17434, en un clima tropical húmedo, encontrando que el mayor número de flores por m<sup>2</sup> en los meses de junio y julio (765) y 5 flores/m<sup>2</sup> correspondiente a los meses de diciembre y enero. Además, señalaron que la sequía y el invierno afectaron la floración, mientras que el pisoteo incrementó notablemente la mortalidad de las plantas, sin embargo, estos efectos fueron compensados por la reserva de semillas en el suelo y la alta densidad de estolones.

### Biomasa superficial y subterránea

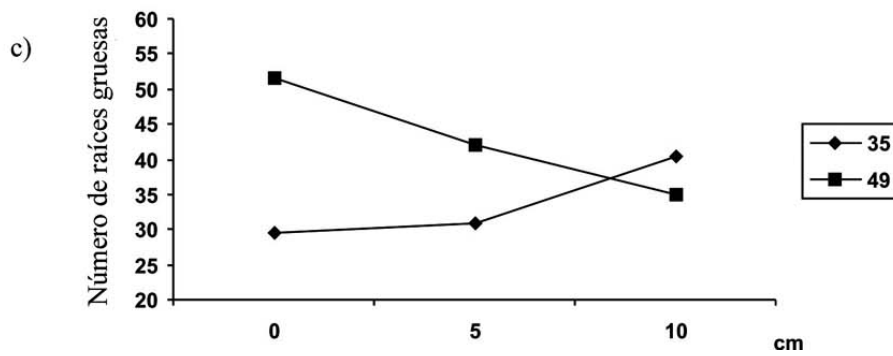
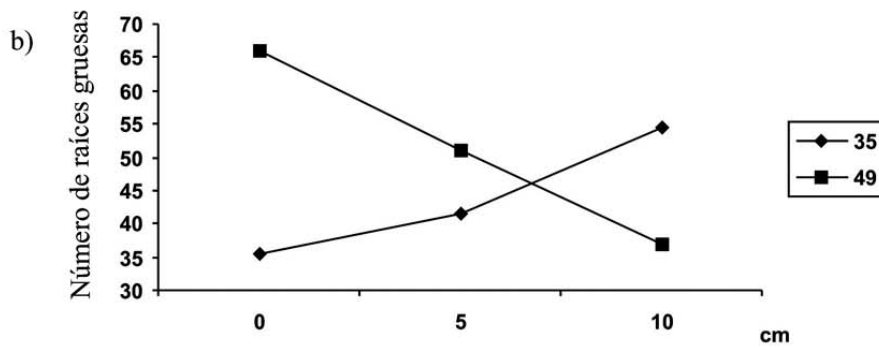
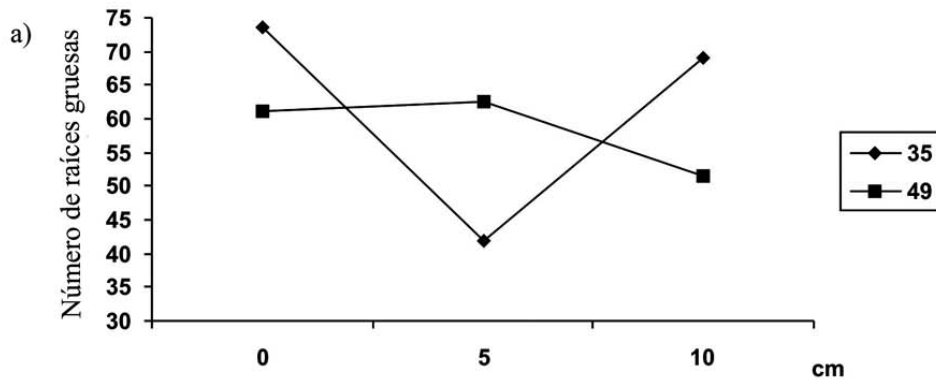
Según el análisis de varianza, no se detectaron diferencias significativas para las variables peso de las raíces finas, estolones y tallos superficiales, mientras que el número de raíces gruesas, fue afectado por las interacciones (FxH) y (VxFxH). La cantidad de raíces pivotantes se incrementó a medida que aumentaba la altura de corte para las variedades CIAT- 17434 y 18744 cuando se cortaba cada 35 días y disminuyó a los 49 días, en cambio, para la variedad CIAT- 18748, la respuesta fue al contrario con el intervalo de corte de 35 días y altura a ras de suelo (Figura 3).

Estos resultados pueden indicar que el manejo de esta leguminosa puede afectar la formación de raíces pivotantes, así como la resistencia a la sequía, dependiendo de la variedad.

En la Figura 4, se muestra la interacción FxH, observándose que el peso seco promedio de raíces gruesas se mantuvo constante para las alturas H1 y H2 en los dos intervalos de corte, en H3 y frecuencia de 35 días disminuyó ligeramente, mientras que para 49 días aumentó significativamente en un 77%; este incremento se puede atribuir a una mayor disponibilidad de energía en el proceso de fotosíntesis, causada por la combinación de más biomasa aérea y un período de crecimiento prolongado.

En base a estos resultados, se sugiere que en un manejo intensivo que contemple cortes a ras de suelo y frecuencia cada 35 días, se produce un menor número de raíces principales, en cambio en un manejo intermedio, donde se incrementa la altura o el período de descanso se aumenta la cantidad de raíces.

Los tratamientos con la mayor altura y el menor intervalo de corte, aumentaría el número de raíces, pero disminuiría el peso promedio de las mismas. Por otro lado, cuando se requiera mayor tamaño y consecuentemente más profundidad de raíces habría que proporcionarle al maní forrajero un uso menos intensivo con anterioridad al período seco.



- a) Variedad 18748
- b) Variedad 18744
- c) Variedad 17434

Figura 3. Efecto de la Interacción Vx FxH sobre el número de las raíces principales.

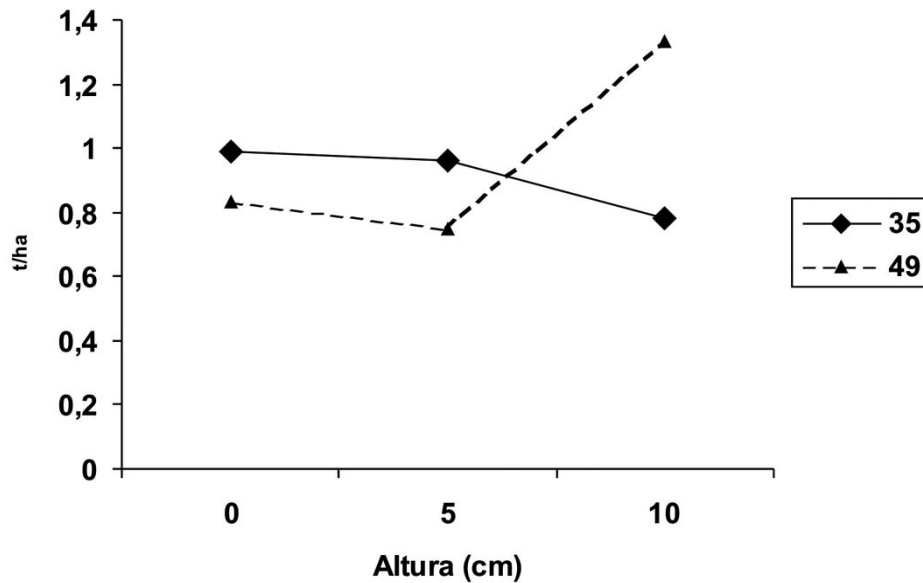


Figura 4. Efecto de la Interacción FxH sobre el peso seco de las raíces principales.

El desarrollo radical del maní forrajero obtenido en este estudio, podría explicar la persistencia de esta leguminosa cuando se asocia con gramíneas de crecimiento agresivo. Al respecto, Puerta *et al.* (2008), evaluaron en el trópico húmedo de la amazonia peruana, el establecimiento de cinco leguminosas forrajeras y reportaron que *A. pintoi* obtuvo la mayor biomasa radical (3,17 t MS/ha).

En el Cuadro, se observa la producción acumulada de semilla, siendo la altura, el factor que influyó significativamente sobre esta variable, alcanzando valores de 693, 821 y 1.459 kg/ha para 0, 5 y 10 cm, respectivamente, casi duplicándose la producción, con un pequeño incremento en el material remanente después del corte, posiblemente afectando la formación y persistencia de las mismas, ya que las parcelas con menor altura tenían la mayor floración.

En el Cerrado de Brasil, Carvalho *et al.* (2009), evaluaron 26 accesiones de maní forrajero en dos localidades y reportaron una producción promedio de semillas acumulada durante 18 meses de 768 kg/ha, además señalaron que el 99% de las semillas se encontraban en los primeros 6 cm de profundidad de suelo. En Venezuela, Pérez *et al.* (2005), evaluaron el efecto de la fertilización sobre la producción de semilla de maní forrajero y reportaron que el 85% de la semilla se encontraron en los primeros 10 cm y la fertilización no afectó esta variable.

La variedad CIAT-18744, mostró una tendencia a un mayor rendimiento de semillas por hectárea. En México, Enrique y Quero (2001), evaluaron la producción de semilla de maní forrajero de los ecotipos CIAT-17434 y 18744, encontrando que el rendimiento promedio de semilla fue de 1.623 y 1.150 kg/ha, respectivamente; este último valor fue igual al obtenido en el presente ensayo.

Por su parte, Argel y Villarreal (1997), señalaron que en Colombia (Chinchiná) el cultivar 18744, puede producir hasta 4.500 kg/ha, sin embargo en sitios fértiles en el trópico húmedo produce menos cantidad de semillas, porque la alta densidad de estolones impide el desarrollo de los carpóforos en el proceso de crecimiento para enterrar la semilla en el suelo. Asimismo, en la zona cafetera de Colombia, Ferguson *et al.* (1992), obtuvieron producciones hasta 7.280 kg/ha usando material proveniente de semillas y además señalaron que estas mismas variedades producían menos semilla cuando el material usado era vegetativo, con un promedio que oscilo entre 420 y 638 kg/ha.

En relación al número de semillas, se encontró que el mayor valor (702,4 semillas/m<sup>2</sup>) y se obtuvo a una altura de 10 cm, con respecto a cuando se cosechaba a ras de suelo (436,8 semillas/m<sup>2</sup>) y a 5 cm (406,4 semillas/m<sup>2</sup>).

## CONCLUSIONES

La relación hoja/tallo y el área foliar incrementaron con la altura de corte.

La combinación de corte cada 35 días y a ras de suelo, ocasionó menor proporción de hojas.

El incremento de la altura de corte influyó negativamente sobre la cantidad de flores abiertas.

La producción y el número de semillas incrementó con alturas de corte superiores a 5 cm.

La altura de corte con mayor período de crecimiento, disminuyó el número de raíces principales, pero con mayor peso promedio.

## LITERATURA CITADA

- Álvarez J., C. Dávila y F. Castro. 2006. Efecto de la fertilización nitrógeno-fósforo en el establecimiento de la asociación setaria-maní forrajero (*Setaria sp- Arachis pintoi*). **In:** XIII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. San Juan de Los Morros, Guárico 25-27 de septiembre de 2006. p 185 (Memorias).
- Argel P. y M. Villarreal. 1997. Cultivar Porvenir nuevo maní forrajero perenne (*Arachis pintoi* Krap y Greg. nom. nud., CIAT 18744; on-line). <http://www.ciat.cgiar.org/tropileche/documentos/articulos>.
- Bourrillon A. 2007. Ventajas y limitaciones para el uso de maní forrajero perenne (*Arachis pintoi*) en la ganadería tropical. Tejos R., Zambrano C., García W., Tobía C., Mancilla L., Valbuena N. y Ramírez F. (Eds). **In:** XI Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. Barquisimeto. Venezuela. pp. 88-99.
- Carvalho M., E. Pizarro and J. Valls. 2009. Flowering dynamics and seed production of *Arachis pintoi* and *Arachis repens* in the Brazilian Cerrados. *Tropical Grasslands* 43: 139–150.
- Dávila C., F. Castro y D. Urbano. 2004. Efecto de la presión de pastoreo y fertilización NPK en la producción de forraje de la asociación kikuyo-maní forrajero en el estado Mérida. *Zootecnia Tropical* 22(3):157-166.
- Enrique J. y A. Quero. 2001. Producción de semilla de cacahuate forrajero con siete dosis de cal y tres fechas de cosecha. *Tec. Pec. Mex.* 39 (1):31-38.
- Ewell J. y A. Madrid. 1968. Zonas de Vida de Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Caracas. pp. 176-184.
- Ferguson J., I. Cardozo y S. Sánchez. 1992. Avances y perspectivas en la producción de semillas de *Arachis pintoi*. *Pasturas Tropicales* 14(2):14-22.
- Gómez A., I. Rao, R. Beck y M. Ortiz. 1998. Adaptación de una gramínea (C4) y dos leguminosas (C3) forrajeras a un Andisol ácido degradado de Colombia. *Pasturas Tropicales* 20(1):2-8.
- Moreno, I, B. Mass M. Peters y E. Cárdenas. 1999. Evaluación de germoplasma nuevo de *Arachis pintoi* en Colombia. 1. Bosque seco tropical, Valle del Cauca. *Pasturas Tropicales* 21(1):18-32.
- Pérez M., R. Barrios, J. Méndez, J. Fariñas, y F. Barreto. 2005. Efecto de la fertilización sobre la producción de semillas de *Arachis pintoi*. *Boletín Informativo* 29. pp 1-3.
- Pizarro E., A. Ramos y M. Carvalho, 1996. Producción y persistencia de siete accesiones de *Arachis pintoi* asociadas con *Paspalum maritimum* en el Cerrado brasileño. *Pasturas Tropicales* 19(2):40-44.
- Puertas, F., E. Arévalo, L. Zúñiga, J. Alegre, O. Loli, H. Soplín y V. Baligar. 2008. Establecimiento de cultivos de cobertura y extracción total de nutrientes en un suelo de trópico húmedo en la amazonia peruana. *Ecología Aplicada* 7(1-2):23-28.
- Rojas L., B. Valles, E. Castillo y J. Jarillo. 2005. Dinámica de población de plantas de *Arachis pintoi* CIAT 17434 asociada a gramas nativas en pastoreo, en el trópico húmedo de México. *Tec. Pec. Mex.* 43(2):275-286.
- SAS, Institute Inc. 2000. Software SAS version 8, Nashville Enabled. Cary North Carolina, USA.
- Urbano D., C. Dávila y F. Castro. 2005. Efecto de la presión de pastoreo y fertilización NPK sobre la composición botánica de la asociación kikuyo-

maní forrajero en la zona alta del estado Mérida.  
*Zootecnia Tropical* 23(4):333-344.

Urbano D., C. Dávila y S. Damata. 2007. Rendimiento y contenido de proteína de las variedades CIAT 18798, CIAT 18744 y CIAT 17434 de (*Arachis*

*pinto*) a tres alturas dos frecuencias de corte en Mérida, Venezuela. **In:** XXI Reunión Latinoamericana de Producción Animal; Cusco del 22 al 25 de octubre del 2007 Perú. (Memorias).





## Biodiversidade de polinizadores em *Passiflora cincinnata* Mast. (Passifloraceae), em Ribeirão Preto, SP, Brasil

Malerbo Souza, Darcllet Teresinha\*

Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, Departamento de Ciências Agrárias, Av. Prof. Roberto Frade Monte, 389, Bairro Aeroporto, 14783-226, Barretos, SP, Brasil. \*Correo electrónico: darcllet@superig.com.br.

### RESUMO

Este experimento foi conduzido em Ribeirão Preto, SP, Brasil, de novembro de 2009 a abril de 2010, para identificar os visitantes florais e dentro deles quais são os polinizadores potenciais, em *Passiflora cincinnata*, o tipo de coleta efetuado por esses visitantes (néctar e ou pólen) e o comportamento de forrageamento dessas espécies. A frequência dos insetos e o tipo de coleta, no decorrer do dia, foram obtidos por contagem nos dez primeiros minutos de cada horário, do amanhecer ao entardecer, com cinco repetições. Os insetos observados nas flores de *P. cincinnata* foram *Oxaea flavescens* (62,7%; Hymenoptera: Andrenidae), *Euglossa* sp. (10,1%; Hymenoptera: Apidae), *Augochlora* sp. (9,8%; Hymenoptera: Halictidae), *Epicharis* sp. (9,0%; Hymenoptera: Apidae) e *Apis mellifera* (8,4%; Hymenoptera: Apidae). As espécies *O. flavescens*, *Euglossa* sp., *Augochlora* sp. e *Epicharis* sp. coletaram néctar nas flores. Apenas a espécie *A. mellifera* coletou pólen. Todas as abelhas que visitaram as flores de *P. cincinnata* foram constantes: *O. flavescens* (100%), *Euglossa* sp. (66,7%), *Augochlora* sp. (61,1%), *Epicharis* sp. (58,33%) e *A. mellifera* (58,33%). Conclui-se que os polinizadores das flores de *P. cincinnata* foram abelhas de grande porte, sendo que as espécies de menor porte visitaram a flor sem efetuar a polinização.

*Palavras-chave:* abelhas, polinização, *Passiflora cincinnata*, maracujá.

### Visitors insects on passion flowers (*Passiflora cincinnata*)

### ABSTRACT

This experiment was conducted in Ribeirão Preto, SP, Brazil, from November 2009 until April 2010, to identify the floral visitors and within them what are the potential pollinators in *Passiflora cincinnata*, the type collection made by these visitors (nectar and/or pollen) and foraging behavior of these species. The frequency and type of insect collection, during the day, were obtained by counting the first ten minutes of each hour, from dawn to dusk, with five replicates. The insects found in flowers of *P. cincinnata* were *Oxaea flavescens* (62,7%; Hymenoptera: Andrenidae), *Euglossa* sp. (10,1%; Hymenoptera: Apidae), *Augochlora* sp. (9,8%; Hymenoptera: Halictidae), *Epicharis* sp. (9,0%; Hymenoptera: Apidae) and *Apis mellifera* (8,4%; Hymenoptera: Apidae). *O. flavescens*, *Euglossa* sp., *Augochlora* sp. and *Epicharis* sp. collected nectar in the flowers. Only *A. mellifera* collected pollen. All the bees that visited flowers of *P. cincinnata* were constant: *O. flavescens* (100%), *Euglossa* sp. (66,7%), *Augochlora* sp. (61,1%), *Epicharis* sp. (58,33%) and *A. mellifera* (58,33%). It can be concluded that the pollinators of flowers of *P. cincinnata* were large bees, while the smaller species visited the flowers without effecting pollination.

*Keywords:* bees, pollination, *Passiflora cincinnata*, passion fruit.

## La biodiversidad de los polinizadores en *Passiflora cincinnata* Mast. (Passifloraceae) en Ribeirão Preto, Brasil

### RESUMEN

Este experimento se llevó a cabo en Ribeirão Preto, Brasil, desde noviembre 2009 a abril del 2010 para identificar a los visitantes de flores dentro de ellos y cuáles son los polinizadores potenciales de *Passiflora cincinnata*, la colección tipo realizada por los visitantes (néctar y/o polen) y el comportamiento de alimentación de estas especies. La frecuencia de los insectos y el tipo de colección en todo el día, se obtiene contando los primeros 10 minutos de cada hora, desde el amanecer hasta el anochecer, con cinco repeticiones. Los insectos que se encuentran en las flores de *P. cincinnata* se *Oxaea flavescens* (62,7%; Hymenoptera: Andrenidae), *Euglossa* sp. (10,1%; Hymenoptera: Apidae), *Augochlora* sp. (9,8%; Hymenoptera: Halictidae), *Epicharis* sp. (9,0%; Hymenoptera: Apidae) y *Apis mellifera* (8,4%; Hymenoptera: Apidae). La especie *O. flavescens*, *Euglossa* sp, *Augochlora* sp y *Epicharis* sp. recolectado néctar de las flores. Sólo especie *A. mellifera* recolectado polen. Todas las abejas que visitaron las flores de *P. cincinnata* fueron constantes: *O. flavescens* (100%), *Euglossa* sp (66,7%), *Augochlora* sp. (61,1%), *Epicharis* sp. (58,33%) y *A. mellifera* (58,33%). Llegamos a la conclusión de que los polinizadores de las flores de *P. cincinnata* fueron abejas grandes, mientras que las especies más pequeñas visitaron las flores sin hacer polinización.

*Palabras clave:* abejas, la polinización, *Passiflora cincinnata*, fruta de la pasión.

### INTRODUÇÃO

A família Passifloraceae apresenta cerca de 600 espécies (Oliveira e Ruggiero, 2005; Oliveira *et al.*, 2009), largamente distribuídas pelos trópicos, a maioria destas procedentes da América tropical. O Brasil, com cerca de 200 espécies nativas, é considerado o principal centro de dispersão e o que abriga a maior diversidade de passifloráceas, com cerca de 50 a 60 espécies que produzem frutos comestíveis (Lima e Cunha, 2004). Em todo o mundo, a espécie *Passiflora edulis* (maracujá amarelo) é a mais cultivada, seguida por *P. alata* (maracujá doce) e *P. quadrangulares* (Bernacci *et al.*, 2003)

*P. cincinnata* Mast., conhecida popularmente como maracujá-do-mato, maracujá-mochila ou maracujá-tubarão, é uma espécie de ampla distribuição na América do Sul, sendo registrada do leste do Brasil até o oeste da Bolívia, ocorrendo em campo rupreste, caatinga, floresta estacional e cerrado (Nunez e Queiroz, 2006). Na Venezuela, vários estudos foram realizados com *P. cincinnata* (Aponte e Jáuregui, 2004; Aular *et al.*, 2004; Pérez-Almeida *et al.*, 2009). De acordo com Lima e Cunha (2004), essa espécie é encontrada em vários estados do Brasil: Pará, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Alagoas, Pernambuco,

Bahia, Goiás, Mato Grosso, Rio de Janeiro, Santa Catarina e São Paulo.

Segundo Araujo (2007), o maracujá-do-mato apresenta potencial de mercado, principalmente em fábricas caseiras, na agricultura familiar, por ser um produto diferenciado, de sabor característico, comparado ao maracujá amarelo. É uma espécie perene, resistente à seca, e se desenvolve em diversos tipos de solo, até nos mais secos como a região semi-árida do Brasil. Além disso, apresenta resistência à patógenos sistêmicos que afetam outras espécies de *Passiflora* (Oliveira e Ruggiero, 2005). De acordo com Kiill *et al.* (2010), esses frutos, isentos de agrotóxicos e com sabor exótico, já são comercializados em feiras livres, em vários municípios do semi-árido, embora sua produtividade (9 Ton/há) seja menor comparado ao maracujá amarelo. O produto processado na forma de geléia é exportado para países da Europa, como a Alemanha e a Itália, e são consumidos em merenda escolar dos municípios de Uauá, Curaçá e Canudos, na Bahia (Araújo *et al.*, 2006, Araújo, 2007).

Embora haja um grande número de estudos envolvendo a biologia floral e polinização das espécies de *Passiflora*, existem poucas informações sobre os polinizadores de espécies nativas, como

*P. cincinnata*, principalmente no estado de São Paulo, sendo encontrados apenas trabalhos na região do semi-árido, em Petrolina, PE (Kiill *et al.*, 2010).

Portanto, este experimento teve como objetivos identificar os visitantes florais e dentro deles quais são os polinizadores potenciais, em *P. cincinnata*, o tipo de coleta efetuado por esses visitantes (néctar e ou pólen) e o comportamento de forrageamento dessas espécies, no município de Ribeirão Preto, SP, Brasil.

### MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi conduzido de novembro de 2009 até abril de 2010, período de florada de *Passiflora cincinnata*, em coleção de espécies de maracujás, no pomar experimental do campus do Centro Universitário Moura Lacerda, em Ribeirão Preto, SP, Brasil, cuja altitude é de 620 metros, com as seguintes coordenadas geográficas: 21°10'04" de latitude sul (S) e 47°46'23" de longitude oeste (W), com temperatura média anual ao redor de 21°C e média de precipitação pluviométrica anual é 1.500 m. Várias espécies de maracujá são cultivadas na área experimental do referido campus, tais como *P. edulis* f. *flavicarpa* (maracujá amarelo), *P. alata* (maracujá doce) e outras espécies silvestres.

A frequência das visitas dos visitantes florais, no decorrer do dia, bem como o tipo de coleta (néctar e/ou pólen) foi obtida por contagem nos primeiros dez minutos de cada horário, das 7:00 h às 18:00 h, com cinco repetições (5 dias distintos), em novembro de 2009. Essa contagem foi realizada percorrendo-se o campo experimental entre fileiras, em área de 200 m<sup>2</sup>, durante dez minutos, em cada horário, anotando-se os insetos presentes nas flores do maracujá-do-mato e o que eles estavam coletando. O trecho percorrido era aleatório a cada horário, evitando-se anotar os mesmos insetos, a cada coleta de dados.

Um exemplar de cada espécie foi coletado e identificado em comparação com coleção entomológica da Instituição e com coleção entomológica de abelhas da autora.

A constância (C) desses insetos foi obtida por meio da fórmula:

$$C = \frac{P \times 100}{N}$$

Onde P é número de coletas contendo a espécie estudada e N é o número total de coletas efetuadas (Silveira-Neto *et al.*, 1976).

O comportamento de forrageamento de cada espécie para cada coleta de néctar e de pólen foi avaliado através de observações visuais, no decorrer do dia, durante todo o período experimental.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC). Todos os dados foram devidamente analisados estatisticamente utilizando-se o programa ESTAT (Unesp, SF). Para a comparação de médias, quando necessária, se utilizou o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para analisar a frequência de visitação às flores dos insetos, no decorrer do dia, se utilizou a análise de regressão por polinômios ortogonais, obtendo-se assim equações adequadas aos padrões observados, nas condições do experimento e no município de Ribeirão Preto, SP, Brasil.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A florada teve início em novembro de 2009 e se estendeu até abril de 2010, durando cerca de seis meses. As flores de *P. cincinnata* se apresentaram isoladas, hermafroditas, com simetria radial e apresentaram estrutura reprodutiva típica das passifloráceas. O androceu era composto por cinco estames e o gineceu era formado por um ovário com muitos óvulos, três estiletos e três estigmas. Entretanto, concordando com os dados de Araújo (2007) e Kiill *et al.* (2010), foram observadas flores com dois, quatro e até com cinco estigmas. Araújo (2007) observou que 75% das flores apresentavam quatro estigmas. Também foram observadas flores voltadas para cima e também inclinadas.

Com relação à biologia floral, observou-se que as flores iniciaram a abertura (antese) a partir das 7:00 h, sendo, portanto, diurna. A antese se caracterizou pelo afastamento das bordas da corola e do cálice, nesta fase, as anteras estavam deiscuentes e os grãos de pólen disponíveis.

Aponte e Jáuregui (2004) observaram, na Venezuela, que as flores se abriram entre 7:30 h e 8:30 h, fecharam às 24:00 h e observaram que a deiscência da antera ocorreu antes da antese da flor. Aular *et al.* (2004) observaram, também na Venezuela, que a antese ocorreu antes das 10:00 h e a quantidade total

de grãos de pólen produzidos por flor foi  $237,143 \pm 10,459$ , apresentando viabilidade de  $94 \pm 4,0\%$  e porcentagem de germinação de  $85 \pm 3,5\%$ .

De acordo com Kiill *et al.* (2010), no momento da antese, a viabilidade do pólen chegou a 96,93%, sendo que os estigmas estavam receptivos das 4:00 h às 17:00 h, apresentando um acúmulo de pequenas quantidades de néctar (em média, inferior a 120  $\mu$ l) na base da flor e um odor característico foi exalado.

Duarte *et al.* (2009) estudando três espécies de *Passiflora*, em Uberlândia, MG, observou que, em *P. cincinnata*, as flores apresentaram cores violáceas, isoladas, grandes e vistosas, com odor adocicado, antese diurna, em torno entre 6:30 h e 7:30 h, com longevidade de um dia, fechando por volta de 19:00 h.

Conforme a flor vai se abrindo, as anteras e estiletes se movimentam. As anteras que anteriormente estavam voltadas para cima, curvam-se, ficando posicionadas para baixo. Os estigmas que inicialmente estavam na posição vertical, começam a curvar-se, ficando na posição horizontal. Aponte e Jáuregui (2004) observaram três tipos de flor: com estiletes curvados, semi-curvados e eretos, além de relataram flores com gineceu atrofiado e com estigmas sobrepostos por algumas pétalas. Esses autores observaram que o tempo entre a abertura da flor e a curvatura dos estiletes a um ângulo de 90° foi de 55 a 70 minutos. De acordo com Kiill *et al.* (2010), o processo de curvatura é sincronizado entre os estiletes de uma mesma flor, sendo que o tempo médio de curvatura foi de duas horas. As flores de *P. cincinnata* embora sejam hermafroditas e ambas as estruturas reprodutivas estejam férteis, elas apresentam hercogamia, ou seja, no início da antese, o posicionamento dos estiletes erguidos faz com que as flores se apresentem funcionalmente masculinas. Nesta situação, o pólen vai aderir no corpo das abelhas, ao visitarem as flores, porém não vão tocar os estigmas. Depois de completa a curvatura dos estiletes, a flor então seria funcionalmente hermafrodita e, nesta situação, estariam aptas a receber o pólen.

Observou-se que os estiletes de algumas flores mantinham-se erguidos ou não completavam a curvatura, permanecendo semi-erguidos. Kiill *et al.* (2010) também observaram a mesma situação, sendo esses autores observaram que 47,6% das

flores apresentaram estiletes sem curvaturas, 25% apresentaram estiletes parcialmente curvos e 27,4% apresentaram estiletes totalmente curvos. Estes dados indicaram que 72,6% das flores de *P. cincinnata* seriam funcionalmente masculinas, servindo como doadoras de pólen, contribuindo para o fluxo gênico da população, porém não formariam frutos, o que justificaria a baixa produtividade quando comparada com *P. edulis*. Segundo Siqueira *et al.* (2009) e Benevides *et al.* (2009), a proporção de flores sem curvatura em *P. edulis* não deve ser considerada um fator importante por eventuais porcentagens baixas de polinização natural, porém o mesmo não pode ser dito para *P. cincinnata*.

Kiill *et al.* (2010) observaram valores de 176  $\mu$ l a 204  $\mu$ l de produção de néctar e concentração de açúcares de cerca de 40% a 38% para os horários de 10:00 h e 12:00 h, respectivamente. Siqueira *et al.* (2009) observaram que *P. cincinnata* produziram um volume de néctar cerca de três vezes superior ao produzido por *P. edulis*, porém, sua concentração foi menor. Esta grande oferta de recurso pelas flores de *P. cincinnata* pode ter sido um dos motivos da presença elevada de pilhadores na cultura, como abelhas *Apis mellifera* e *Trigona spinipes*, o que vem sendo um dos principais problemas no manejo desta espécie, na região do semi-árido (Kiill e Siqueira, 2006).

Com relação à duração da flor, observou-se que foi aproximadamente 11 horas, sendo que as flores iniciaram a abertura após as 6:00 h e iniciaram o processo de senescência, caracterizado pelo murchamento das pétalas, filamentos da coroa e movimentação dos estiletes para cima, em torno das 16:00 h.

Com relação aos visitantes florais em Ribeirão Preto, SP, em 2009 (Figuras 1 e 2), foram observadas abelhas *Oxaea flavescens* (62,7%; Hymenoptera: Andrenidae), *Euglossa* sp. (10,1%; Hymenoptera: Apidae), *Augochlora* sp. (9,8%; Hymenoptera: Halictidae), *Epicharis* sp. (9,0%; Hymenoptera: Apidae) e abelhas africanizadas *Apis mellifera* (8,4%; Hymenoptera: Apidae). Alguns outros insetos foram observados na cultura, nos dias avaliados, como *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) e insetos da ordem Hemiptera, entretanto, esses insetos não visitavam as flores para coleta de néctar e/ou pólen, e não foram quantificados.

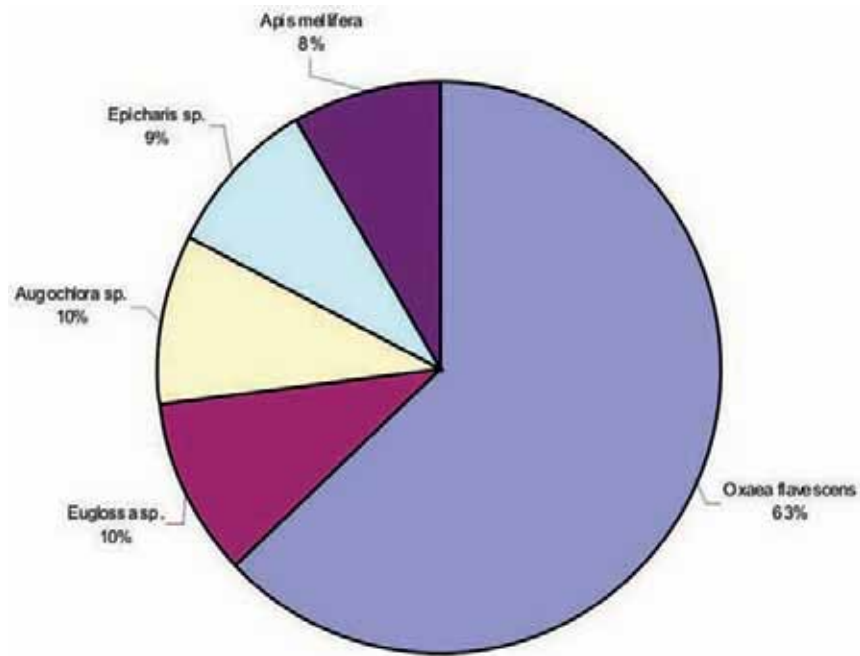


Figura 1. Espécies de abelhas visitantes das flores de *Passiflora cincinnata*, em Ribeirão Preto, SP, em 2009.

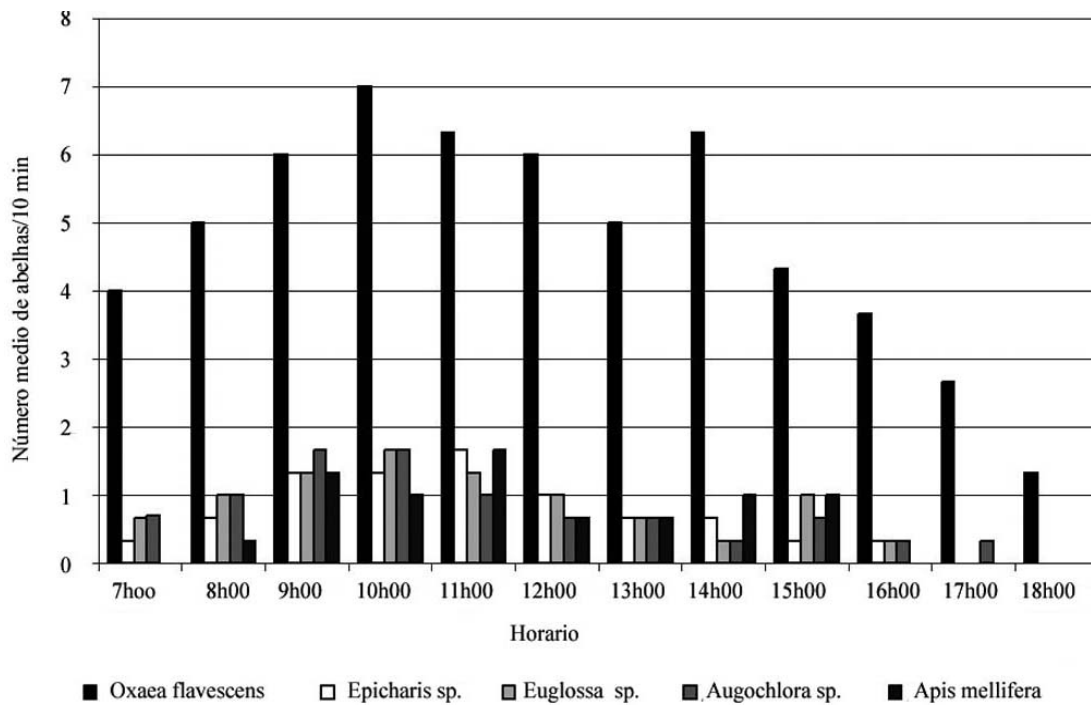


Figura 2. Número médio de abelhas coletando néctar ou pólen, nas flores do maracujá (*Passiflora cincinnata*), das 07:00 h às 18:00 h, em Ribeirão Preto, SP, em 2009.

Aponte e Jáuregui (2004) observaram, na Venezuela, a visita de abelhas de grande porte e abelhas *A. mellifera*, depois de ocorrida a antese. Duarte *et al.* (2009) observaram exemplares de *Trigona* spp visitando as flores, danificando o tecido da corola para acessar a câmara de néctar, coletando todo o pólen disponível e foram classificados como pilhadores de recursos. Esses mesmos autores relataram outras espécies de abelhas incluindo *A. mellifera*, *Epicharis* spp, *O. flavescens* e *X. frontalis*, sendo que abelhas *Epicharis* spp foram as mais freqüentes apresentando tempo médio de permanência na flor de  $28,5 \pm 20,21$  segundos e ao coletar o néctar efetuavam a polinização.

Devido ao menor porte em relação à altura do androginóforo, *A. mellifera* foi classificada como pilhadora de recurso e foi segunda espécie mais frequente com 15,15% de visitas. Kiill *et al.* (2010) observaram abelhas, vespas, mariposas e beija-flores visitando as flores de *P. cincinnata*. Esses autores, estudando dois tipos de cultivo: convencional e orgânico, em Petrolina, PE, observaram que em cultivo convencional, as abelhas *Xylocopa grisescens* foram responsáveis por 31,7% do total de visitas, seguido por *Centris* sp. com 25,4% e *Trigona spinipes* com 19,7%. Em cultivo orgânico, observaram *T. spinipes* com 92,6% do total de visitas, seguido por *X. grisescens* com 6,2%.

Nesse experimento, abelhas *T. spinipes* não foram observadas nas flores de *P. cincinnata*. Entretanto, Duarte *et al.* (2009) e Kiill *et al.* (2010) relataram presença abundante desta espécie de abelha nas flores de *P. cincinnata*, em Petrolina, PE, principalmente em cultivo orgânico. Esses autores atribuíram a essa espécie de abelha, a baixa freqüência de visitas das abelhas *X. grisescens*, não só pela pilhagem do recurso floral, como também pelos danos feitos às flores, como pequenos orifícios na região basal da corola, do lado externo da flor, para coletar o néctar, tornando-as menos atrativas aos demais visitantes.

A abelha cachorro ou irapuá, *T. spinipes* (Hymenoptera: Apidae) é observada freqüentemente visitando as flores do maracujazeiro. Essa espécie é considerada prejudicial a certas culturas, em especial aos citros, porque danifica os brotos a fim de conseguir fibras para construir seus ninhos. Dentre os meliponíneos, ela é considerada como uma das espécies mais agressivas (Gallo *et al.*, 1988).

As flores do maracujazeiro perfuradas na câmara nectarífera por *T. spinipes*, para a retirada do néctar, deixam de ser atrativas a *Xylocopa* spp., reduzindo assim o tempo e a freqüência de visita deste polinizador ao maracujazeiro (Sazima e Sazima, 1989). Segundo Johnson e Hubell (1974) e Cobert e Willmer (1980), *T. spinipes* é considerada um visitante desvantajoso em diversas culturas, devido ao seu comportamento forrageador; a defesa de recursos alimentares contra outras espécies de abelhas e sua ação pilhadora.

Os estudos de campo têm revelado que as duas principais espécies de maracujás cultivadas no Brasil, *P. alata* e *P. edulis* f. *flavicarpa*, dependem, para a formação de frutos, da polinização por abelhas de grande porte dos gêneros *Centris*, *Epicharis*, *Eulaema* e *Xylocopa*. As outras espécies de abelhas não possuem tamanho suficiente para contatarem as anteras e os estigmas durante suas visitas. Em *P. alata* apenas as abelhas com tamanho corporal acima de 15 mm atuam como polinizadoras, sendo as demais consideradas pilhadoras (Camillo, 2003). Por causa do tamanho e comportamento dessas abelhas durante a coleta de néctar e pólen, a eficiência da polinização é grande (Corbet e Willmer, 1980).

Em locais de cultivo de maracujá, pode ser vantajoso incrementar o crescimento das populações de mamangavas, por fornecimento de madeira seca como substrato adicional para nidificação (Corbet e Willmer, 1980). Garcia (1986) relatou as conseqüências desastrosas por causa da substituição de mourões de madeira por mourões de cimento, podendo resultar no declínio ou desaparecimento das mamangavas. Isso ocorreu em culturas de maracujá na região de Ribeirão Preto, SP. O mesmo autor citou a aplicação de agrotóxicos em plantações de maracujá na região de Votuporanga, SP, com conseqüente desaparecimento de mamangavas e a necessidade de polinização cruzada manual, o que seria inviável, pois, se trata de uma prática demorada e trabalhosa.

Camillo (2003) ressaltou que, embora todos esses insetos sejam encontrados visitando as flores do maracujá-amarelo, os objetivos dessas visitas são diferentes. As vespas *Polybia* e *Polistes* freqüentam as flores para capturarem presas para alimentação de suas colônias. As abelhas *Nannotrigona* e *Apis*, na maioria das vezes realizam coletas de pólen, enquanto que *Xylocopa*, *Epicharis*, *Bombus* e *Oxaea* têm como objetivo a coleta de néctar.

Por meio de Regressão Polinomial no tempo, observou-se que as abelhas *O. flavescens* visitaram as flores das 7:00 h às 18:00 h (Figura 3), aumentando sua frequência até às 11:00 h, diminuindo em seguida, obedecendo a seguinte equação de 2º. Grau:  $Y = -7,88 + 2,53X - 0,11X^2$  ( $F = 55,2539^{**}$ ,  $R^2 = 0,9084$ ), onde Y é o número de abelhas e X é o horário do dia. De acordo com Silveira *et al.* (2002), a espécie *O. flavescens* pertence à família Andrenidae, subfamília Oxaeinae, gênero *Oxaea* e tem ampla distribuição na América do Sul, chegando até o México. A maioria das espécies desse gênero apresenta metassoma verde-metálico característico.

As abelhas *Euglossa* sp. visitaram as flores de *P. cincinnata* das 7:00 h às 16:00 h (Figura 2), diminuindo sua frequência no decorrer do dia ( $Y = 2,09 - 0,10X$ ,  $F = 24,2757^{**}$ ,  $R^2 = 0,4940$ ). As abelhas do gênero *Euglossa* ocorrem em diferentes biomas mas é mais diversificado nas florestas úmidas. Reúne abelhas grandes e robustas que comumente apresentam colorido metálico vivo. Seus ninhos podem ser expostos mas, normalmente, são construídos em cavidades pré-existent em barrancos, árvores, etc. (Silveira *et al.*, 2002).

As abelhas *Augochlora* sp. visitaram as flores das 7:00 h às 17:00 h, diminuindo sua frequência no decorrer do dia ( $Y = 2,05 - 0,10X$ ,  $F = 13,8479^{**}$ ,  $R^2 = 0,5275$ ). Essa abelha pertence à família Halictidae, grupo Augochlorini, gênero *Augochlora*, de ocorrência principalmente neotropical, com a distribuição de alguns gêneros se estendendo até o sul do Canadá. Todos os gêneros possuem representantes na América do Sul, sendo que várias de suas espécies são muito comuns no Brasil. Em geral, são pouco pilosas e apresentam coloração metálica brilhante, frequentemente, verde mas, às vezes, azulada, avermelhada ou acobreada (Silveira *et al.*, 2002).

As abelhas *Epicharis* sp. visitaram as flores das 7:00 h às 16:00 h, aumentando sua frequência até às 11:00 h, diminuindo em seguida ( $Y = -2,45 + 0,64X - 0,03X^2$ ,  $F = 13,8316^{**}$ ,  $R^2 = 0,6988$ ). Pertence a um grupo de espécies moderadamente diverso que ocorre desde a Argentina e Bolívia até o México. É considerado um grupo irmão de *Centris*. As abelhas do gênero *Epicharis* são solitárias, nidificam no solo e são restritas à região neotropical.



Figura 3. Abelhas *Oxaea flavescens* coletando néctar na flor de *Passiflora cincinnata*, com o dorso repleto de pólen, em 2009.



As fêmeas são especializadas na coleta de óleos florais principalmente nas flores de Malpighiaceae, os quais são usados na alimentação das larvas e/ou na construção das células. Possuem escopas que são agrupamentos de pelos em forma de escova nas pernas posteriores (Silveira *et al.*, 2002).

O comportamento de forrageamento das abelhas *O. flavescens*, *Epicharis* sp e *Euglossa* sp às flores de *P. cincinnata* se dava da seguinte forma: o inseto sobrevoava a planta, aparentemente inspecionando-a e se aproximava de uma dada flor; em seguida, pousava na corola e, com as asas recolhidas caminhava em direção ao centro da flor, agarrando-se aos filamentos da corola com o auxílio das pernas; estando com a cabeça próxima ao opérculo da flor, a abelha firmava-se nos filamentos e introduzia as peças bucais na câmara nectarífera, vedada pelo opérculo membranoso; durante a visita, tocava as anteras e os estigmas com sua superfície dorsal, em especial o tórax; após uns 20 segundos o inseto alçava vôo e deslocava-se rapidamente para outra flor, completando assim a polinização das flores do maracujá.

Camillo (2003), considerou a abelha *E. rustica* como o polinizador mais efetivo de *P. alata*, quando a espécie apresentar alta frequência nas visitas. Mas, é provável que os polinizadores efetivos de uma mesma espécie de maracujá variem regionalmente, dada a abundância relativa desses polinizadores e a frequência de suas flores. Esse último fator é importante, pois mesmo sendo regionalmente abundante, uma espécie de abelha pode ser pouco frequente numa dada espécie de planta, devido a menor atratividade de suas flores, em relação a outras plantas que florescem na mesma época no mesmo local.

As abelhas africanizadas *A. mellifera* visitaram as flores de *P. cincinnata* entre 8:00 h e 15:00 h, coletando apenas pólen, aumentando sua frequência até as 12:00 h, diminuindo em seguida ( $Y = -4,08 + 0,87X - 0,04X^2$ ,  $F = 24,7284^{**}$ ,  $R^2 = 0,5990$ ). As visitas de abelhas *A. mellifera* foram observadas unicamente para retirada de pólen.

Para a coleta de pólen (Figura 4), essas abelhas pousavam diretamente nas anteras e, com as pernas médias e posteriores, fixavam-se em posição ventral em relação à antera.

Agarradas às tecas com os últimos pares de pernas, coletavam o pólen com o primeiro par e auxílio do aparelho bucal. Após alguns minutos de coleta, saíam da flor e, no ar ou pousadas em uma folha, realizavam movimentos de limpeza, juntando o pólen aderido ao corpo e transferindo-o para as corbículas. Nessas visitas, foi observado que o corpo dessa abelha não contata os estigmas.

Esse comportamento também foi observado por Siqueira *et al.* (2009). Esses autores pesaram a carga de pólen carregada por essas abelhas ( $20 \pm 20$  mg) e a presente na antera de *P. edulis* ( $7,8 \pm 4,1$  mg), indicando que as abelhas africanizadas podem retirar, em uma única visita, o equivalente ao pólen disponibilizado por duas anteras.

A família Apidae contém apenas o gênero *Apis* e é mais diversificada nas regiões tropicais da Ásia e África e era restrita ao Velho Mundo até que *A. mellifera* fosse introduzida nos demais continentes para a produção comercial de mel.

Suas espécies são médias a grandes e pilosas e seus ninhos são expostos ou em cavidades pré-existentes. No Brasil, é representada por híbridos de várias subespécies europeias e uma subespécie africanizada, ocorrendo em todo o país (Silveira *et al.*, 2002).

Akamine e Girolami (1957) citam que as abelhas *A. mellifera* também atuam como polinizadores. Entretanto, Carvalho e Teófilo Sobrinho (1973), observaram que essas abelhas retiram praticamente todo o pólen dos botões florais semi-abertos, antecipando a abertura das flores e ocasionando a ausência de pólen e conseqüente redução de polinização dos estigmas.

Na Malásia, Mardan *et al.* (1991) consideraram que as abelhas *A. cerana* e *A. dorsata*, que geralmente coletam somente pólen, foram nocivas, pois, o pólen foi removido antes que a polinização efetiva pela *Platys opoda latipes* pudesse ocorrer.

Salis (1987) relatou que a abelha *A. mellifera* foi considerada como inseto praga pelos produtores de maracujá-amarelo em Araguari (MG) e que devido ao desmatamento e uso de agrotóxicos nos horários de visitas dos insetos, a população de mamangavas tem diminuído, afetando assim a polinização e conseqüentemente a frutificação.



Figura 4. Abelha africanizada *Apis mellifera* coletando pólen na flor de *Passiflora cincinnata*, em 2009.

Já Malerbo-Souza (1996) estudando diferentes variedades de maracujá em Jaboticabal (SP), observou que as abelhas *A. mellifera* preferiram visitar flores de calabura (*Muntingia calabura*), plantadas próximas à área experimental, deixando de visitar as flores de maracujá, podendo ser uma alternativa para as regiões onde esta abelha tem apresentado comportamento pilhador excessivo. Entretanto, a calabura é uma árvore de crescimento lento, não resolvendo o problema dos agricultores ao curto prazo. Malerbo-Souza e Soares (1999) estudando uma espécie vegetal alternativa para atrair as abelhas *A. mellifera* obtiveram resultado positivo utilizando *Cosmos sulphureus* (falso picão), planta muito comum em São Paulo, de crescimento rápido, fornecedora de néctar e pólen e que as abelhas preferem comparado às flores do maracujá.

Foram também observadas visitas esporádicas de uma espécie de percevejo, coletando néctar nas flores de *P. cincinnata*. Essa mesma espécie foi observada utilizando as flores, como local de acasalamento.

As abelhas *Augochlora* sp. devido ao seu tamanho reduzido, comparado às outras espécies, coletava o néctar das flores mas sem tocar os estigmas e estames, não sendo considerada, por esse comportamento de forrageamento, um agente polinizador.

De acordo com o índice de constância desenvolvido por Silveira-Neto *et al.* (1976), todas as abelhas que visitaram as flores de *P. cincinnata* foram constantes: *O. flavescens* (100%), *Euglossa* sp. (66,7%), *Augochlora* sp. (61,1%), *Epicharis* sp. (58,33%) e *A. mellifera* (58,33%).

## CONCLUSÕES

Baseado nos resultados obtidos nas condições em que o experimento foi conduzido conclui-se que várias espécies de abelhas visitam as flores de *Passiflora cincinnata*.

As espécies *Oxaea flavescens*, *Euglossa* sp., *Augochlora* sp. e *Epicharis* sp. coletaram néctar nas flores. Apenas a espécie *Apis mellifera* coletou pólen.

A espécie *O. flavescens* é a espécie mais freqüente e constante nas flores de *P. cincinnata*. Portanto, os polinizadores das flores de *P. cincinnata* foram abelhas de grande porte, sendo que as espécies de menor porte visitaram a flor sem efetuar a polinização.

## LITERATURA CITADA

- Akamine, E.K. and G. Girolami. 1957. Problems in fruit set in yellow passion fruit. Hawaii Farm Sci., v.17 (2): 3-4.
- Aponte, Y. and D. Jáuregui. 2004. Algunos aspectos de La biologia floral de *Passiflora cincinnata* Mast. Rev. Fac. Agron., Caracas, Venezuela, v. 21, (3): 211-219.
- Araújo, F.P. 2007. Caracterização da variabilidade morfo-agronômica de maracujazeiro (*Passiflora cincinnata* Mast.) no semi-árido brasileiro. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, SP. p 94.
- Araújo, F.P.; L.H.P. Kiill, e K.M.M Siqueira. 2006. Maracujá do mato: alternativa agroindustrial para o semi-árido. Embrapa CPATSA, Petrolina, PE. Folder.
- Aular, J.; J. Parés, P. Iade y Y. Rodriguez. 2004. Crecimiento reproductivo de *Passiflora cincinnata* Mast. Bioagro, v. 16m (3): 205-212.
- Benevides, C.R.; M. C. Gaglianone, e M. Hoffmann. 2009. Visitantes florais do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg., Passifloraceae) em áreas de cultivo com diferentes proximidades a fragmentos florestais na região Norte Fluminense, RJ. Revista Brasileira de Entomologia, v. 53 (3): 415-421.
- Bernacci, L.C., L. M. M. Meletti, e M. D. Soares-Scott. 2003. Maracujá-doce: o autor, a obra e a data de publicação de *Passiflora alata* (Passifloraceae). Revista Brasileira de Fruticultura, v. 25 (2): 355-356.
- Camillo, E. 2003. Polinização do maracujá. Holos Editora, Ribeirao Preto, SP p 44.
- Carvalho, A M. De e J. Teófilo Sobrinho. 1973. Efeito nocivo de *Apis mellifera* L. na produção do maracujazeiro. **In:** Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2, Viçosa. Anais...pp.32-39.
- Corbet, S.A. and P. G. Willmer.. 1980. Pollination of the yellow passionfruit: nectar, pollen, and carpenter bees. Journal of Agriculture Science, v.95 (3): 655-666.
- Duarte, M.O.; M. F. Alves, L. O. Silva, M. Yamamoto, A. A. A. Barbosa, P. E. A. M. Oliveira, e S. M. Sano. 2009. Biologia reprodutiva de três espécies de *Passiflora* L. (Passifloraceae) em Uberlândia, MG, Brasil. **In:** Congresso de Ecologia do Brasil, 9, São Lourenço, MG, 2009. Acesso em 01 dez 2009. Disponível em: [http://www.seb-ecologia.org.br/2009/resumos\\_ixceb/1267.pdf](http://www.seb-ecologia.org.br/2009/resumos_ixceb/1267.pdf)
- Gallo, D., O. Nakano, S. Silveira Neto, R.P.L. Carvalho, G.C. De Batista, E. Berti Filho, J.R.P. Parra, R.A. Zucchi, S.B. Alves, e J.D. Vendramim. 1988. Manual de entomologia agrícola. 2ed. São Paulo, Agronômica Ceres, p 649.
- Garcia, J. 1986. Polinização: A maravilhosa dança da fertilidade. Revista Globo Rural, v.1 (12): 30-45.
- Johnson, L.K., and S.P. Hubbel. 1974. Aggression and competition among stingless bees: field studies. Ecology, v.55, pp 120-127.
- Kiill, L. H. P. e K. M. M. Siqueira de (Coord.). 2006. Diagnóstico de polinizadores no Vale do São Francisco: estratégias de manejo de polinizadores de fruteiras no Sub-Médio do Vale do São Francisco. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; PROBIO. CD-ROM.
- Kiill, L.H.P.; K. M. M. Siqueira, F. P. De Araújo, S.P.M. Trigo, E. De A. Feitoza. and I. B. Lemos. 2010. Biologia reprodutiva de *Passiflora cincinnata* Mast. (Passifloraceae) na regioao de Petrolina (Pernambuco, Brasil). Oecologia Australis, v. 14 (1): 115-127.

- Lima, A.A. e M. A. P. Cunha. (Eds) 2004. Maracujá: produção e qualidade na passicultura. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA, p 396.
- Malerbo-Souza, D.T. 1996. Efeitos de atrativos e repelentes sobre o comportamento forrageiro da abelha *Apis mellifera*. Jaboticabal (Tese de Doutorado). FCAV-UNESP.
- Malerbo-Souza, D.T., y P. F. Soares. 1999. Estudo de uma alternativa para afastar a abelha africanizada (*Apis mellifera*) das flores do maracujá amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa flavicarpa* Deg.). Revista Mensagem Doce, v. 51, Disponível em: <http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/51/artigo.htm>
- Mardan, M.; J. M. Yatim and R. M. Khalid. 1991. Nest biology and foraging activity of carpenter bee on passion fruit. In: International Symposium Of Pollination, 6, 1990, Tilburg, The Netherlands. Proceedings. pp127-132.
- Nunes, T.S. and E L. P. Queiroz. 2006. Flora da Bahia: Passifloraceae. Sitientibus, Série Ciências Biológicas, v. 6 (3): 194-226.
- Oliveira, T.G.S. 2009. Biometria e teor de umidade de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast em cerrado no norte de Minas Gerais. **In:** Congresso de Ecologia do Brasil, 9, São Lourenço, MG, 2009. Acesso em 1 dez 2009. Disponível em: [http://www.seb-ecologia.org.br/2009/resumos\\_ixceb/1562.pdf](http://www.seb-ecologia.org.br/2009/resumos_ixceb/1562.pdf)
- Oliveira, J. C. e C. Ruggiero. 2005. Espécies de Maracujá com potencial agrônômico. **In :** Faleiro, F. G. Junqueira, N. T. V. Braga, M. F. (eds). Maracujá: Germoplasma e melhoramento genético. Embrapa Cerrados, pp 141-158.
- Pérez-Almeida, I.; S. V. Garcia, D. Pérez, O. De La Rosa and E. Salazar. 2009. Huella genética de genótipos silvestres e comerciais de *Passiflora* spp. utilizando padrones RAPD. Bioagro, v. 21 (3): 203-208.
- Sazima, I. e M. Sazima. 1989. Mamangavas e irapuás (Himenoptera, Apoidea): visitas, interações e consequências para a polinização do maracujá (Passifloraceae). Revista Brasileira de entomologia, v.33 (1): 09-118.
- Salis, M.C. 1987. A cultura do maracujá na região de Araguari, MG. O problema da polinização. Jaboticabal, (Trabalho apresentado a FCAV-UNESP - Campus de Jaboticabal, para graduação em Agronomia), p 36.
- Silveira Neto, S.; O. Nakano, D. Barbin e N. A. Villa Nova. 1976. Manual de Ecologia dos Insetos. São Paulo: Agronômica Cêres.
- Silveira, F.A.; G. A. R. Melo, e E. A. B. Almeida 2002. Abelhas Brasileiras: Sistemática e Identificação. Belo Horizonte: Fernando A. Silveira.
- Siqueira, K.M.M.; L. H. P. Kiill, C. F. Martins, I. B. Lemos, S. P. Monteiro e De A. Feitoza. 2009. Ecologia da polinização do maracujá-amarelo, na região do vale do submédio São Francisco. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 31 (1): 1-12.



## Caracterización bioecológica y poblacional de tres comunidades de crustáceos decápodos en la costa Noroccidental del estado Sucre, Venezuela

Carlos Moreno<sup>1\*</sup>, César Graziani<sup>2</sup>, José G. Núñez<sup>3</sup> y Elvis Villaroel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Sector La Manaca, vía el Zamuro, Tucupita 6401, estado Delta Amacuro. \*Correo electrónico:cmoreno@inia.gob.ve.

<sup>2</sup>Universidad de Oriente (UDO), Escuela de Ciencias, Departamento de Biología, Cumaná 6101, estado Sucre, Venezuela.

<sup>3</sup>UDO. Instituto Oceanográfico de Venezuela, Postgrado en Ciencias Marinas. Cumaná 6101, estado Sucre, Venezuela.

---

### RESUMEN

El desarrollo sustentable de la industria pesquera de un país, requiere necesariamente del conocimiento biológico, ecológico y económico de sus recursos pesqueros. En este sentido, durante 13 meses, se estudiaron los crustáceos decápodos en las comunidades de Punta Araya, Chacopata y Playa Patilla del estado Sucre, Venezuela. Se colectó un total de 1.826 crustáceos decápodos pertenecientes a 16 especies y 1 subespecie, distribuidos en 7 familias. Se estudió la abundancia, diversidad, equitabilidad, dominancia, riqueza, constancia, afinidad entre comunidades, proporción sexual y estructura poblacional de las 3 especies más representativas de cada comunidad. La diversidad total de crustáceos fue de 1,22 bits/ind. con valores de equitabilidad que oscilaron entre 0,16 y 0,85 y la riqueza total fluctuó entre 0,27 y 1,36. *Callinectes ornatus* resultó ser la única especie constante y la más abundante en las 3 comunidades estudiadas, con promedio de 79,63 % y con proporción sexual que no se alejó de la relación 1:1. El ancho del caparazón promedió  $65,12 \pm 22,03$  mm y la masa promedio fue de  $20,91 \pm 18,87$  g, siendo ambos valores mayores en los machos. La comparación de las pendientes de sus ecuaciones potenciales mostró que esta especie posee un gran crecimiento alométrico y se reproduce durante todo el año, con dos picos de máxima reproducción en los meses marzo y octubre. Las tres comunidades estudiadas presentaron valores fisicoquímicos estables, salvo durante los períodos de vientos y surgencias en la zona que ocasionan aumento del fitoplancton, lo cual favorece la alimentación de las larvas de decápodos y otros organismos. En el oriente venezolano, el cangrejo *C. ornatus* podría constituirse en un elemento importante de las pesquerías básicas y contribuir a mejorar la situación socio-económica de las comunidades pesqueras allí establecidas; sin embargo, para ello es necesario realizar más estudios biológicos a fin de desarrollar su pesquería de forma sustentable.

*Palabras clave:* *Callinectes ornatus*, cangrejo, decápodos, bioecología, dinámica poblacional.

---

### Characterization bioecological and population of three communities of crustaceans decapods on the coast north-west of the state Sucre, Venezuela

### ABSTRACT

The development of a fishery industry in any country requires biological, ecological and marketing studies about the natural source to be exploited. In this sense, decapods crustaceans in the communities of Punta Araya, Chacopata and Playa Patilla in Sucre State-Venezuela were studied for thirteen months. A total of 1826 crabs, belonging to 7 families, including 16 species and 1 subspecies, were collected. Crab biodiversity, equivalence, abundance, dominance, permanence and affinity amongst the 3 localities, as well as the gender proportion and population recruitment of the 3 main crab species present at each locality were analyzed. Crab total biodiversity was 1,22 bits/ind., equivalence oscillated between 0,16 y 0,85; abundance varied from 0,27 to 1,36. The species

*Callinectes ornatus* was the unique species constantly found on the communities studied and also the more abundant on each locality; showing an average value of 79,63% and a gender proportion of 1:1. The average crab-shells length and biomass were 65,12 mm  $\pm$  22,03 and 20,91g  $\pm$  18,87, respectively; both parameters showed higher for the male than female gender. A comparison of the growth equation obtained indicate that *C. ornatus* has a major allometric growth with recruitment all over the year but showing two main peaks on March and October. The physic-chemical parameters were similar for the three localities studied, except during the upwelling periods where the phytoplankton blooms providing higher food availability not only for crab larvae development but also for many other organisms. The crab *C. ornatus* might become an important element of basic fisheries that could contribute to improve the socio-economic status of the fishery communities settled on the east coast of Venezuela; however, it is necessary to carry out additional biological studies in order to achieve potential steady fisheries.

*Keywords:* *Callinectes ornatus*, crab, decapods, bioecology, population dynamics.

## INTRODUCCIÓN

La península de Araya del estado Sucre, es considerada una región de gran importancia biológica y socioeconómica gracias a las características ambientales que presenta, las cuales proporcionan nichos y alimentos a una gran comunidad de animales vertebrados e invertebrados. Así, Cervigón y Gómez (1986) indican la importancia de esta región costera para el cumplimiento de los ciclos biológicos de innumerables especies; como también es una zona que posee características especiales para el desarrollo de las actividades pesqueras y turísticas.

Ecólogos e investigadores especializados en estudio del bentos han manifestado que un amplio espectro de crustáceos bentónicos cumplen dentro de las comunidades un papel vital en los niveles tróficos y ciclos de energía (McLaughling, 1980). Siendo por lo general organismos dependientes de los sistemas lagunares, poseen ciclos de vida complejos que comprenden estadios planctónicos, nectónicos y bentónicos, los cuales se desarrollan entre los sistemas lagunares y la zona marina, donde existe una gran variedad de hábitats (Graziani *et al.*, 2003; García, 2006).

Uno de los macroinvertebrados más abundante en dichos sistemas son los cangrejos, los cuales pueden soportar pesquerías comerciales y/o domésticas importantes, y juegan un papel primordial en la cadena trófica, ya que son presa para muchas especies y, a su vez, son voraces depredadores de otras (Buitrago *et al.*, 2009).

Los cangrejos y camarones, son organismos con una amplia distribución, siendo muy abundantes en las regiones tropicales debido a la estabilidad de las condiciones térmicas y a la diversidad de nichos ecológicos existentes en estos ambientes. Ello permite establecer comparaciones biogeográficas y ecológicas entre las distintas taxa de crustáceos (Taissoun, 1973).

Junto con los peces, constituyen los principales grupos de las comunidades marinas susceptibles de ser explotados con éxito como recursos pesqueros. El desarrollo de la industria pesquera de cualquier país, pasa necesariamente por el conocimiento de sus recursos pesqueros, no sólo desde el punto de vista taxonómico sino también de su biología y ecología.

Como las observaciones y los datos disponibles sobre los crustáceos del Caribe venezolano es limitado, proviniendo en su mayor parte de institutos universitarios en la modalidad de tesis, canjes con museos y colecciones institucionales, se hizo importante la necesidad de identificar las especies de crustáceos, en tres localidades de la plataforma nor-occidental del estado Sucre, con el objetivo fundamental de comparar la estructura ecológica y dinámica poblacional que nos permitiera hacer una evaluación del estado en que se encuentra este recurso.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de Estudio

Para este estudio se fijaron tres estaciones, correspondiendo a las comunidades de Punta Araya, Chacopata y Playa Patilla, ubicadas aproximadamente en áreas equidistantes de la costa nor-occidental de estado Sucre, Venezuela (Figura 1).

**Punta Araya:** PA ( $10^{\circ} 38' 25,06''$  N y  $64^{\circ} 17' 30,67''$  O): presenta playas de arena fina con abundantes partículas de conchas de moluscos, la zona sublitoral tiene una profundidad que varía entre los 0 a 5 m, con praderas aisladas de *Thalassia testudinum* y de *Padina* sp. El oleaje generalmente es suave en las mañanas y fuerte en las tardes. **Chacopata:** CH ( $10^{\circ} 39' 30,67''$  N y  $63^{\circ} 49' 50,66''$  O): esta estación se ubicó cerca de la desembocadura de la laguna de Chacopata la cual presentó sustrato areno-fangoso, con presencia de praderas de *Thalassia*, y una profundidad que iba desde los 0 a 2 m.

El oleaje casi nulo en horas matinales, pero fuerte a partir de mediodía. **PLAYA Patilla:** PP ( $10^{\circ} 41' 02,2''$  N y  $63^{\circ} 21' 42,9''$  O): es una bahía que presenta playa arenosa con pendiente suave, sustrato sublitoral de arena fina blanca formada de sedimentos de tipo conchífero, profundidad entre 0-3 m y oleaje fuerte durante todo el día.

Se realizaron muestreos mensuales desde septiembre de 1990 hasta septiembre de 1991. Para las capturas, se utilizó un chinchorro playero de 80 m de longitud, de 4 m de altura, con orificio de malla de 0,6 cm en el copo y de 2,52 cm en las mangas, realizando los calados hacia la playa desde los 1,80 m aprox. de profundidad.

A cada estación, se le determinaron los siguientes parámetros fisicoquímicos: temperatura, salinidad y oxígeno disuelto. Para los dos primeros se utilizó un equipo YSI de apreciación  $0,1^{\circ}\text{C}$  y  $0,1\%$  respectivamente, mientras que el oxígeno disuelto, se determinó por el método de titulación de Winkler (Strickland y Parsons, 1972).

La identificación de los crustáceos fue realizada utilizando las claves de Rathbun (1925; 1930), Williams (1965; 1974; 1984), los trabajos de Rodríguez (1980) y Hernández (1992). Mientras que el sexo se determinó en base a las características establecidas para ambos géneros.

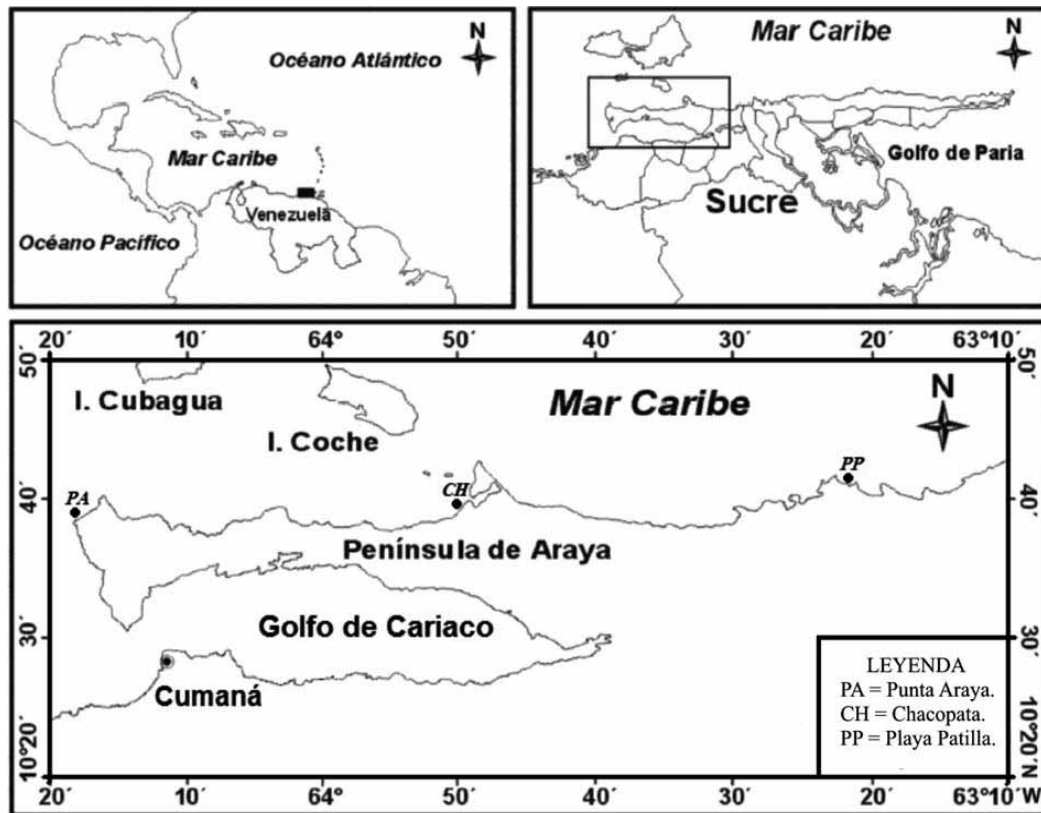


Figura 1. Ubicación geográfica de las áreas de captura de crustáceos en la Península de Araya.



Para el cálculo de la diversidad de especies se utilizó el índice de Shannon-Wiener (1963); para la equitabilidad el índice de Lloyd y Ghelardi (1964); para la dominancia el índice de McNaughton (1968); como también la abundancia relativa, y la frecuencia de especies (constancia) propuesta por Bohdenheiner (1965; según Krebs, 1989), En función del valor calculado, se establecieron tres categorías:

(C) = Constante: Especie presente en más del 50 % de los muestreos.

(A) = Accesorio: Especie presente entre el 25 - 50 % de los muestreos.

(a) = Accidental: Especie presente en menos del 25 % de los muestreos.

Se calcularon los índices de riqueza y de afinidad de Jaccard, según Margalef (1974). Así, como la proporción de sexos, para comprobar si la relación era 1:1, a través de la prueba de Chi cuadrado (Zar, 1984). Por otro lado, se determinó la Estructura Poblacional (Jv-Ad-Ov): la cual refiere a la composición de cada especie, en cuanto a individuos juveniles (Jv), adultos (Ad) y hembras portadoras de masa ovígera (Ov). Las hembras de camarones peneidos con gónadas maduras fueron designadas con (Hm).

También se analizaron los aspectos biométricos de la especie *Callinectes ornatus* (por ser la especie más abundante), en función de la relación talla-peso, en donde el ancho del caparazón y el peso de los ejemplares procesados, permitió determinar la composición de la talla y el peso de la muestra, estableciéndose las tallas y pesos mínimos y máximos, así como el promedio de cada parámetro.

La estimación de la relación de la longitud del ancho del caparazón con el peso, se realizó mediante el ajuste de estos parámetros a la ecuación potencial  $P = a * L^b$  (Teissier, 1948; Ricker, 1975). Las pendientes "b" e interceptos "a" de las ecuaciones de machos y hembras se compararon a través del Test de proporciones de Likelihood de Kimuras (1980), para establecer posibles diferencias entre las mismas.

Una prueba t-Student a la constante "b" permitió determinar el tipo de crecimiento de la especie (Zar, 1996). Si el valor de la constante "b" (pendiente), es igual a tres (b=3), el crecimiento es isométrico, caso contrario el crecimiento es alométrico, mayorante (b>3) o minorante (b<3; Ricker, 1975).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Ubicación taxonómica de las especies

Durante los trece meses de muestreo, fueron capturados un total de 1.826 ejemplares de crustáceos decápodos, correspondientes a 16 especies y 1 subespecie, las cuales se distribuyeron de la siguiente manera: 13 especies en la estación Punta Araya (PA), 11 en Chacopata (CH) y 4 en Playa Patilla (PP). Cuadro 1.

Las especies encontradas en cada estación, se ajustan al patrón de distribución de acuerdo al tipo de sustrato que poseen, así, *Callinectes*, *Portunus* y *Farfantepenaeus* son característicos de sustratos areno-fangosos, mientras que *Arenaeus* y *Calappa* prefieren fondos arenosos; en tanto que *Mithrax* y *Microphrys* habitan en sustratos areno-fangosos con rocas, praderas de fanerógamas marinas y abundantes macroalgas (Guinot, 1968; Taissoun, 1972; Robleto, 1982; Soler, 1984; Maza, 1986; Marcano, 1987).

En relación a la abundancia de individuos por especie en la estación PA se observó que *Callinectes ornatus* fue la más abundante con 85,08 % del total de 13 especies capturadas, le siguió en importancia *Farfantepenaeus brasiliensis* con 7,72 %, *Portunus spinimanus* con 2,88 % y *Calappa cinerea* representó el 0,93 %; en tanto que las 9 especies restantes representaron el 3,39 % del total.

Para la estación CH de igual manera la especie más abundante fue *C. ornatus* con 74,84 % del total de 11 especies capturadas, le siguió el camarón *F. brasiliensis* con 13,85 %, el cangrejo *Microphrys bicornutus* con 4,96 % y *P. spinimanus* con 2,67 %; las restantes 7 especies figuraron con el 4,82 %. Por su parte, en la estación PP sólo se detectaron 4 especies, donde *C. ornatus* siguió siendo la especie más abundante con el 56,72 %; *P. spinimanus* fue la segunda con 28,36 %, seguido de *F. brasiliensis* con 13,43 % y la última fue *Hepatus pudibundus* con el 1,49 %.

Considerando las tres comunidades en su conjunto, *C. ornatus* resultó ser la especie de cangrejo capturada en mayor abundancia, representando el 79,63 % de las capturas totales. Por su parte, el camarón *F. brasiliensis* constituyó la segunda especie, con el 10,57 %.

En tanto que el cangrejo *P. spinimanus* y *M. bicornutus*, representaron el 3,72 y 2,30 % respectivamente (Figura 2).

Cuadro 1. Ubicación taxonómica, constancia por estación, porcentaje total de las especies y distribución espacial de crustáceos encontradas en tres localidades en la Península de Araya.

Clasificación taxonómica	Punta Araya (PA)	Chacopata (CH)	Playa Patilla (PP)	Total (%)	Cat.
Suborden Pleocyemata					
Infraorden Brachyura					
Sección Brachyrhyncha					
Superfamilia Portunoidea					
Familia Portunidae (jaibas)					
<i>Callinectes ornatus</i>	C	C	C	76,92	C
<i>C. danae</i>	a	A	-	17,95	a
<i>C. arcuatus</i>	a	a	-	15,38	a
<i>C. bocourti</i>	-	a	-	2,56	a
<i>C. sapidus acutidens</i>	-	a	-	5,13	a
<i>Portunus spinimanus</i>	A	a	A	25,64	A
<i>Arenaeus cribarius</i>	A	-	-	12,82	a
Superfamilia Xanthoidea					
Familia Xanthidae (cangrejos)					
<i>Leptodius floridanus</i>	-	a	-	2,56	a
<i>Panopeus herbstii</i>	a	-	-	2,56	a
Sección Oxystomata					
Superfamilia Caloppoidea					
Familia Calappidae (cangrejos cajeta)					
<i>Calappa cinerea</i>	A	-	-	10,26	a
<i>C. ocellata</i>	a	-	-	2,56	a
<i>Hepatus pudibundus</i>	a	-	a	10,26	a
Sección Oxyrhyncha					
Superfamilia Majoidea					
Familia Majidae (cangrejos araña)					
<i>Mithrax forceps</i>	a	a	-	10,26	a
<i>Microphrys bicornutus</i>	a	A	-	17,95	a
Infraorden Anomura					
Superfamilia Paguridea					
Familia Paguridae (ermitaños)					
<i>Paguristes puncticeps</i>	-	a	-	2,56	a
Superfamilia Hippidea					
Familia Hippidae (abuelitas)					
<i>Emerita brasiliensis</i>	a	-	-	2,56	a
Suborden Dendrobranchiata.					
Infraorden Natantia.					
Superfamilia Penaeidea.					
Familia Penaeidae (camarones).					
<i>Farfantepenaeus brasiliensis</i>	a	A	a	12,82	a

Cat: categorías: C: constante, A:= accesoria y a: accidental.

Estos resultados difieren de los informados por Matute (1988), para el saco del Golfo de Cariaco, donde *C. danae* fue la especie más abundante con 62,94 %, con mucha menor abundancia encontró a *C. ornatus* con 19,90 % y *C. bocourti* la tercera con 11,96 %.

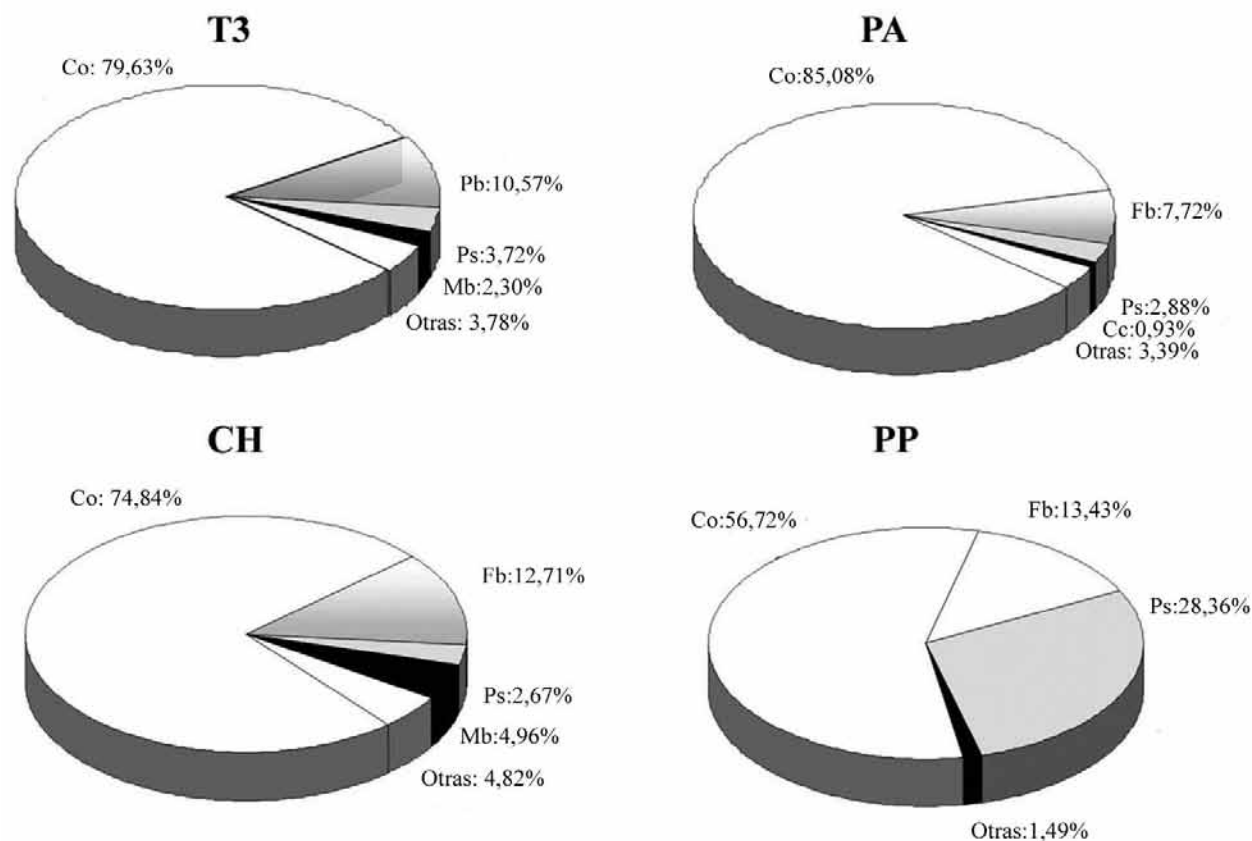
La aparición de las especies en los muestreos realizados en las tres estaciones, no fue continua, ya que la presencia o ausencia de estos organismos, durante los muestreos en algunos meses, no sólo está relacionada con migraciones reproductivas, sino también por el arte de pesca utilizado, hora y número de muestreos, así como por la fase lunar imperante durante la fecha del muestreo.

En este sentido, Briceño *et al.* (1990), afirman que las capturas de postlarvas de *Litopenaeus schmitti* son más abundantes en noches de luna llena. Mientras

que González (1988), señala que en los braquiuros, las variaciones estacionales y épocas reproductivas son los factores determinantes en la abundancia de las especies dominantes de una comunidad.

Por otro lado, la diversidad mensual para las tres comunidades, osciló entre 0,16 y 1,69 bits/ind, con diversidad total de 1,22 bits/ind. (Cuadro 2). En el comportamiento estacional, se observa que para PA, los valores mensuales oscilaron entre 0 y 1,46 bits/ind, con fluctuaciones bien marcadas y diversidad total de 0,96 bits/ind. CH fluctuó entre 0,19 y 1,39 bits/ind, con diversidad total de 1,30 bits/ind. Mientras que PP los valores oscilaron entre 0 y 1,32 bits/ind, con diversidad total de 1,46 bits/ind. (Figura 3).

En Venezuela, Matute (1988), registró también bajas diversidades en comunidades de crustáceos, hallando así para el saco del Golfo de Cariaco, valores



Co: *Callinectes ornatus*

Fb: *Farfantepenaeus brasiliensis*

Ps: *Portunus spinimanus*

Mb: *Microphrys bicornutus*

Cc: *Calappa cinerea*.

Figura 2. T3: Abundancia total relativa (%) de las especies más representativas en las tres estaciones estudiadas, PA: Punta Araya, CH: Chacopata y PP: Playa Patilla.

Cuadro 2. Parámetros ecológicos mensuales de las tres estaciones estudiadas: Diversidad (H), Equitabilidad (E), Dominancia (D), Riqueza (R), Número de individuos (N), Número de especies (O).

Año	MES	H	E	D	R	N	O
1990	Sep	1,21	0,43	89,29	1,27	112	7
	Oct	1,34	0,85	91,07	0,50	56	3
	Nov	1,32	0,66	91,49	0,78	47	4
	Dic	1,29	0,50	86,27	1,27	51	6
	Ene	1,25	0,54	88,57	1,13	35	5
	Feb	1,69	0,73	84,21	1,36	19	5
	Mar	0,59	0,37	94,74	0,68	19	3
	Abr	1,11	0,56	89,13	0,78	46	4
1991	May	0,60	0,20	95,39	1,16	412	8
	Jun	0,16	0,16	100,00	0,27	42	2
	Jul	0,49	0,19	96,25	0,89	267	6
	Ago	1,15	0,41	97,49	1,02	358	7
	Sep	0,85	0,28	96,13	1,19	362	8
Total		1,22	0,30	90,20	2,13	1826	17

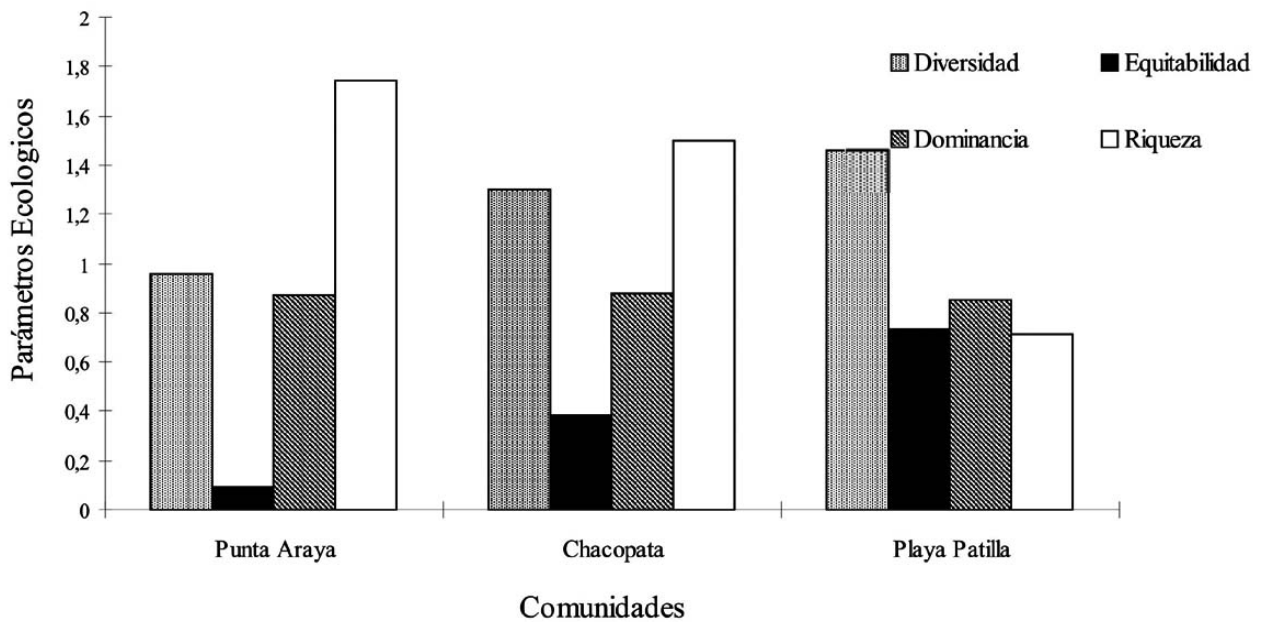


Figura 3. Parámetros ecológicos totales en las tres localidades estudiadas en la Península de Araya.

que oscilaron entre 0,55 y 1,91 bits/ind.; Morao (1983), en la Laguna de La Restinga, con valores entre 1,27 y 2,80 bits/ind. Estos valores de diversidad, así como los encontrados en este trabajo se alejan del valor de 5 bits/ind propuesto por Margalef (1980). De acuerdo a la hipótesis de estabilidad-diversidad (Margalef, 1968; citado por Felder, 1979), se podría inferir, que entre los factores que influyeron en las variaciones y bajas diversidades mensuales en las estaciones estudiadas, estarían el tipo de sustrato presente en cada una de ellas, la inestabilidad del medio ante los fuertes vientos y corrientes reinantes en la zona, las variaciones de temperatura y salinidad, así como las migraciones alimenticias y reproductivas estacionales.

La equitabilidad total para las tres comunidades fue de 0,30 con valores mensuales fluctuantes entre 0,16 y 0,85 (Cuadro 2). En cuanto a cada localidad, se observó que en la estación PA, los valores oscilaron entre 0 y 0,91 con valor total de 0,09. Para la estación CH, estuvieron entre 0,19 y 0,88 con valor total de 0,38. Mientras que en la estación PP, variaron entre 0,73 y 1,00 con total de 0,73.

De acuerdo a estos resultados, la equitabilidad fue mayor en la estación PP (Figura 3), lo que nos indica que a pesar de tener sólo cuatro especies, el número de ejemplares/especie estuvo más uniformemente repartido. Esto es evidente, si se tiene en cuenta que en las otras dos estaciones *C. ornatus* constituyó el mayor porcentaje de capturas. En este sentido, Abele (1974), plantea que las diferencias de sustrato son suficientes para provocar diferencias en la distribución de las especies y con ello incidir en los valores de equitabilidad.

La dominancia total para las tres comunidades fue de 90,20 representada por la especie *C. ornatus*, con valores mensuales entre 84,21 y 100 (Cuadro 2), observándose que la dominancia de esta especie fue similar en las tres estaciones (Figura 3). Desde el punto de vista estacional, se observa que en PA, los valores de dominancia variaron entre 84,62 y 100 con valor total de 87,09. En CH esta se situó entre 86,36 y 100 con un total de 88,69. En tanto que en PP, sus valores fluctuaron entre 88,0 y 100 con total de 85,07. Al respecto, Margalef (1980), plantea que las especies dominantes son características de las comunidades con baja densidad, lo que concuerda con los bajos valores de diversidad obtenidos en las comunidades

estudiadas. No obstante, Odum y Heald (1972) indican que, independientemente de la existencia de especies dominantes, en una comunidad todos los organismos son igualmente importantes y caracterizadores de ella.

La riqueza total para las tres comunidades, fue de 2,13 oscilando sus valores entre 0,27 y 1,36 (Cuadro 2), donde se observó una relación directamente proporcional con el número de especies por estación (Figura 3). Para la estación PA, los valores de riqueza oscilaron entre 0 y 1,16 con total de 1,74. En la estación CH variaron entre 0,20 y 0,97 con valor total de 1,50. Para la estación PP, fluctuaron entre 0 y 0,87 con un valor total de 0,71. Estos valores concuerdan con la abundancia de especies en las comunidades estudiadas, correspondiendo el valor "0" cuando sólo había una especie e incrementándose a medida que aumentaba el número de especies.

En cuanto a la constancia de las especies en las tres comunidades (Cuadro 1), *Callinectes ornatus* fue la única especie constante, estando presente en el 76,92 % de los muestreos; *P. spinimanus* resultó ser la única especie accesoria, consiguiéndose en el 25,64 % de los muestreos y el resto de las especies se ubicaron en la categoría de especies accidentales. Desde el punto de vista de las comunidades, en la estación PA, *C. ornatus* fue la especie constante y *P. spinimanus*, *A. cribarius* y *C. cinerea* se situaron en la categoría de accesorias.

En la estación CH, *C. ornatus* fue también la especie constante y *C. danae*, *M. bicornutus* y *F. brasiliensis* fueron las accesorias. En la estación PP, *C. ornatus* resultó la especie constante y *P. spinimanus* la accesoria. Estos valores indican que una especie que se encuentre frecuentemente en los muestreos de una localidad, es la que está mejor adaptada a ese ambiente. En este sentido, Fretwer-Lucas (en Fraser y Sise, 1980) plantean que cada especie encuentra diferentes valores de aptitud en distintas unidades de hábitat, lo cual depende de factores tales como alimento, depredadores, refugios, así como de la densidad poblacional.

El índice de afinidad entre comunidades (Figura 4), mostró valores bajos, pero se pudo observar que la mayor afinidad estuvo entre las estaciones PA-CH, con un valor de 0,41. Las siguientes en afinidad fueron las estaciones PA-PP, con 0,31 y por último entre las estaciones CH-PP, con 0,25.

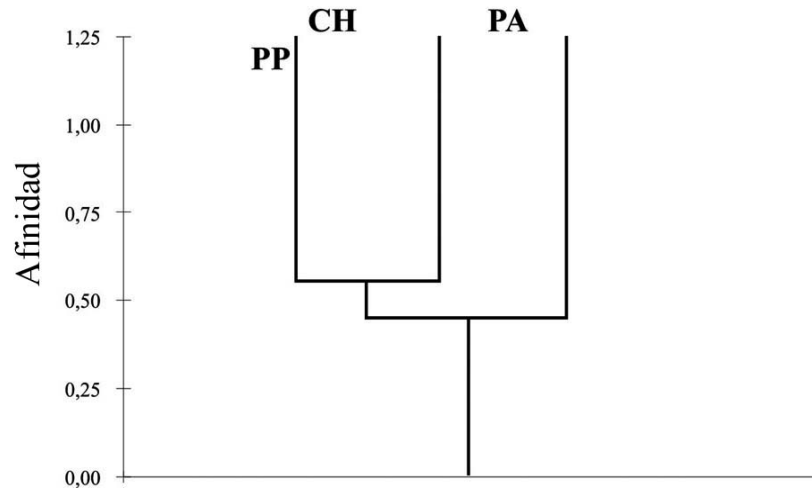


Figura 4. Afinidad (índice de Jaccard) entre las tres comunidades estudiadas. Punta Araya (PA), Chacopata (CH) y Playa Patilla (PP).

Esto resulta lógico, si tenemos en cuenta que la afinidad entre comunidades viene dada por el número de especies que poseen y las comunes a ellas. Así tenemos que las estaciones PA y CH presentaron mayor número de individuos y mayor número de especies comunes, ocurriendo algo similar pero en menor grado con las comunidades PA y PP.

La proporción sexual, según Wenner (1972), es de interés biológico, ya que, muestra fluctuaciones poblacionales, migraciones reproductivas o alimenticias y la utilización de diferentes hábitats por organismos de diferentes sexos. En este sentido, los resultados del análisis de la composición sexual de las tres especies más abundantemente capturadas por comunidad, fue la siguiente: en la estación PA, para *C. ornatus* se observaron diferencias significativas en las proporciones sexuales de mayo, julio, agosto y septiembre '91, de las cuales en agosto y septiembre hubo mayor número de machos; para *P. spinimanus* la proporción sexual sólo mostró diferencias significativas en septiembre '90 con mayor número de machos y para *F. brasiliensis* las proporciones sexuales no se alejaron significativamente de la relación 1:1.

En la estación CH, para *C. ornatus* solamente existieron diferencias significativas en agosto - septiembre '91, ambos meses con mayor número de machos; mientras que para *M. bicornutus* y *F. brasiliensis* no se obtuvo diferencias significativas entre machos y hembras.

En la estación PP, sólo para *C. ornatus* se observó mayor significancia de machos en el mes

de septiembre '91, mientras que no se apreciaron diferencias significativas en las proporciones sexuales de *P. spinimanus* y *F. brasiliensis* (Cuadro 3). Estos resultados serían indicativos de que, en los meses donde se observó mayor número de machos de los cangrejos *C. ornatus* y *P. spinimanus*, las hembras habrían migrado para cumplir con su ciclo reproductivo. Al respecto, Williams (1971) y Norse (1978; citado por Haefner, 1990), plantean que *C. ornatus* presenta un ciclo reproductivo donde las hembras, que habitan normalmente en aguas con salinidades entre 18 y 35 ‰, migran hacia aguas oceánicas para que allí se realice la eclosión de los huevos.

De la misma manera, Moreno (1988), atribuye las diferencias en proporción sexual de *P. spinicarpus* al comportamiento diferencial entre machos y hembras, donde las últimas migran buscando salinidades y temperaturas adecuadas para la eclosión de los huevos y desarrollo de las larvas, las cuales según Bookhout y Costlow (1974), serían en combinación de 20-25 °C con 35 ‰, similares a las encontradas para las estaciones objetos de este estudio. En cuanto a la no existencia de diferencias significativas en las proporciones sexuales del camarón *F. brasiliensis*, puede ser atribuido a que en esta especie, tanto machos como hembras, habitan en aguas con salinidad oceánica, donde se lleva a cabo el desove y eclosión de los huevos, siendo luego las larvas y postlarvas las que migran hacia lagunas costeras de aguas hipersalinas, para regresar al mar como juveniles (Lares, 1976).

Cuadro 3. Proporción sexual de las tres especies más abundantes en cada una de las estaciones (Punta Araya, Chacopata y Playa Patilla), sólo para los meses en que se capturaron.

Punta Araya (PA)							
Especies	Año	Mes	M	H	Prop. sexual	X <sup>2</sup>	
<i>Callinectes ornatus</i>	1990	Sep, Oct y Dic			1 : 1	X <sup>2</sup> <sub>Exp</sub> < 3,84	Ns
	1991	Ene, Feb y Jun			1 : 1	X <sup>2</sup> <sub>Exp</sub> < 3,84	Ns
		May	90	130	1 : 1,44	7,27	**
		Jul	17	33	1 : 1,94	5,12	*
		Ago	51	37	1,38 : 1	4,55	*
		Sep	94	36	2,61 : 1	25,88	***
	<i>Portunus spinimanus</i>	1990	Sep	11	3	3,67 : 1	4,57
		Oct	4	1	4 : 1	1,8	Ns
1991		Jul	3	3	1 : 1	0	Ns
<i>Farfantepenaeus brasiliensis</i>	1991	Ago y Sep			1 : 1	X <sup>2</sup> <sub>Exp</sub> < 3,84	Ns
Chacopata (CH)							
Especies	Año	Mes	M	H	Prop. Sexual	X <sup>2</sup>	
<i>Callinectes ornatus</i>	1990	Sep, Oct y Dic			1 : 1	X <sup>2</sup> <sub>Exp</sub> < 3,84	Ns
	1991	Ene, Feb, Jun, May y Jul.			1 : 1	X <sup>2</sup> <sub>Exp</sub> < 3,84	Ns
		Ago.	27	14	1,93 : 1	4,12	*
		Sep.	96	55	1,75 : 1	11,13	***
<i>Microphrys bicornutus</i>	1990	Nov y Dic			1 : 1	X <sup>2</sup> <sub>Exp</sub> < 3,84	Ns
	1991	May, Jun, Jul y Sep			1 : 1	X <sup>2</sup> <sub>Exp</sub> < 3,84	Ns
<i>Farfantepenaeus brasiliensis</i>	1990	Oct.			1 : 1	X <sup>2</sup> <sub>Exp</sub> < 3,84	Ns
	1991	May, Ago y Sep			1 : 1	X <sup>2</sup> <sub>Exp</sub> < 3,84	Ns
Playa Patilla (PP)							
Especies	Año	Mes	M	H	Prop. Sexual	X <sup>2</sup>	
<i>Callinectes ornatus</i>	1990	Dic, Ene y Mar			1 : 1	X <sup>2</sup> <sub>Exp</sub> < 3,84	Ns
	1991	Abr, Jun y Ago			1 : 1	X <sup>2</sup> <sub>Exp</sub> < 3,84	Ns
		Sep.	12	3	4 : 1	5,4	*
<i>Portunus spinimanus</i>	1990	Dic.			1 : 1	X <sup>2</sup> <sub>Exp</sub> < 3,84	Ns
	1991	Ene, Feb, Abr, Jun, Ago y Sep			1 : 1	X <sup>2</sup> <sub>Exp</sub> < 3,84	Ns
<i>Farfantepenaeus brasiliensis</i>	1991	Ago y Sep			1 : 1	X <sup>2</sup> <sub>Exp</sub> < 3,84	Ns

M: Machos, H: hembras X<sup>2</sup>: Ji cuadrado, Ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo, \*\*\*: altamente significativo.

Según Wenner *et al.* (1987) y Donaldson (1981), el desarrollo gonadal es indicativo del estado reproductivo de una especie en un tiempo y lugar determinado. En este sentido, (para las tres especies más abundantes/estación), la estructura poblacional arrojó los siguientes resultados: en la estación PA, el análisis de 596 ejemplares de *C. ornatus* mostró la presencia de individuos juveniles durante casi todo el año, con los mayores valores en septiembre 90 y mayo 91 (Figura 5), lo cual hace suponer que el mayor desove ocurrió en los meses precedentes más fríos y con fuertes vientos, algo que resulta lógico, ya que, las surgencias que ocurren en esa época (Bonilla y Benítez, 1972) provocan la renovación de nutrientes y con ello al aumento del fito y zooplancton.

Al respecto, Barnes (1989), informa que las larvas de Braquiuros y camarones se alimentan de zooplancton. Para *P. spinimanus* se analizaron los 28 ejemplares capturados, cifra muy escasa para hacer afirmaciones concluyentes; sin embargo, se observaron algunas hembras ovadas en septiembre 90 (Figura 5) e individuos juveniles en julio 91, lo que permite decir que al menos antes de julio ocurrió algún proceso reproductivo. En el caso del camarón *F. brasiliensis* se estudiaron 75 ejemplares, capturados en los meses junio - julio - agosto 91, observándose hembras con gónadas poco desarrolladas, posiblemente debido a que ya hubiera ocurrido la reproducción, lo cual parece confirmarse con la presencia de abundantes juveniles (Figura 5), que debieron haber regresado de las lagunas costeras donde realizan su desarrollo larval y postlarval (Lares, 1976).

Para la estación CH, se analizaron 533 ejemplares de *C. ornatus*, siendo los juveniles abundantes durante todos los meses de muestreo (Figura 6), lo que parece indicar que se reproduce durante todo el año; mientras que las hembras ovadas aparecieron en los meses octubre 90 y marzo 91, coincidiendo con los períodos donde se observó menor cantidad de juveniles, aparentemente siendo estos meses cuando ocurre la mayor reproducción. Para *M. bicornutus* se analizaron 39 individuos, con presencia de hembras ovadas en los meses noviembre 90 y mayo - julio - septiembre 91 (Figura 6), al parecer para esta especie existen al menos dos períodos reproductivos, siendo uno antes de noviembre., ya que se observaron individuos juveniles en los muestreos de ese mes.

Para el camarón *F. brasiliensis* se estudiaron 109 ejemplares, detectándose algunas hembras con gónadas maduras en agosto 91; sin embargo, la presencia de abundantes juveniles en los meses octubre 90 y agosto 91 (Figura 6), permite intuir que durante y previo a estos meses ocurre reproducción. Para la estación PP, se analizaron 38 ejemplares de *C. ornatus*, detectándose hembras ovígeras en los meses enero - septiembre 91; sin embargo, la abundancia de juveniles durante todos los meses en que fue capturada esta especie, hace presumir que se reproduce durante todo el año, con picos reproductivos antes en abril y septiembre, que fueron los meses cuando se observó la mayor cantidad de juveniles (Figura 7).

Por su parte, en 19 ejemplares de *P. spinimanus*, se detectaron hembras ovadas en los meses diciembre 90 y febrero - abril 91 (Figura 7), no obstante, por no haberse observado individuos juveniles y debido al bajo número de ejemplares analizados, sólo se podría decir que al menos durante estos meses se llevan a cabo procesos reproductivos y los juveniles ausentes estarían en aguas más profundas.

Según Moreno (1988), *P. spinicarpus* migra para reproducirse en aguas de menor temperatura y salinidad, donde las larvas al nacer encontrarán las condiciones adecuadas para su desarrollo. Sólo 9 camarones de la especie *F. brasiliensis* fueron capturados en esta estación en los meses julio - agosto - septiembre 91; sin embargo, la mayoría fueron individuos juveniles (Figura. 7), lo que induce a pensar que el proceso de reproducción ocurrió previo a estos meses.

En términos generales, se puede afirmar que en las tres comunidades estudiadas, el braquiuro *C. ornatus* se reproduce durante todo el año, con dos picos de máxima reproducción alrededor de los meses marzo y octubre. Mientras que para el cangrejo *P. spinimanus* y el camarón *F. brasiliensis*, es conveniente profundizar y mejorar los muestreos antes de hacer alguna aseveración acerca de sus épocas reproductivas. A pesar de que *F. brasiliensis* abunda en la zona es un organismo nadador que huye rápidamente, es posible que por lo lento en que se realizaron los calados y los diámetros de orificios de la red utilizada, no se capturara en la proporción debida. En todo caso, las deficiencias en los muestreos no hace sino reforzar aún más la posible importancia pesquera del recurso *C. ornatus*.



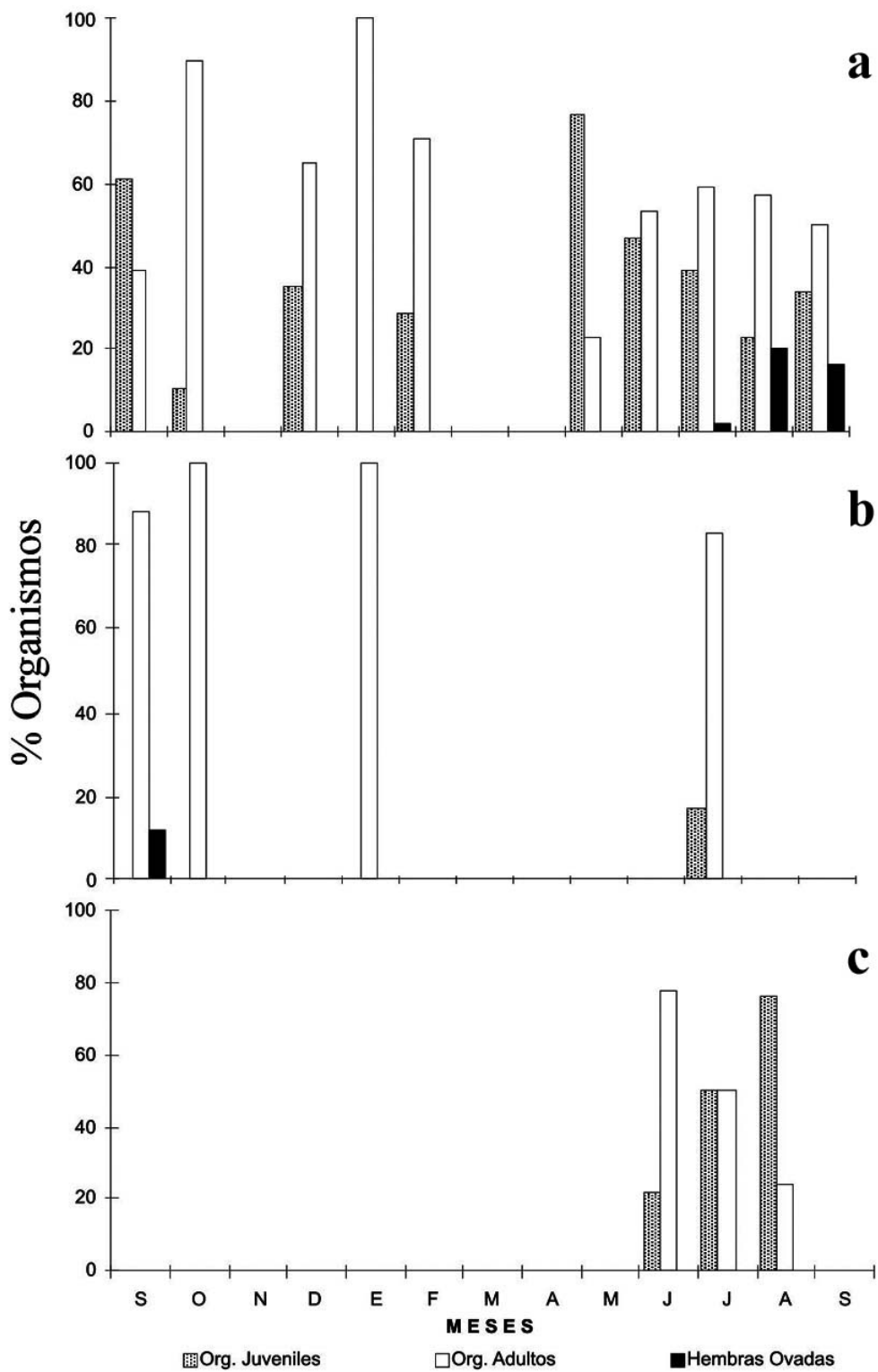


Figura 5. Estructura poblacional mensual de las tres especies más representativas en la estación Punta Araya: a= *Callinectes ornatus*, b = *Portunus spinimanus*, c = *Farfantepenaeus brasiliensis*.

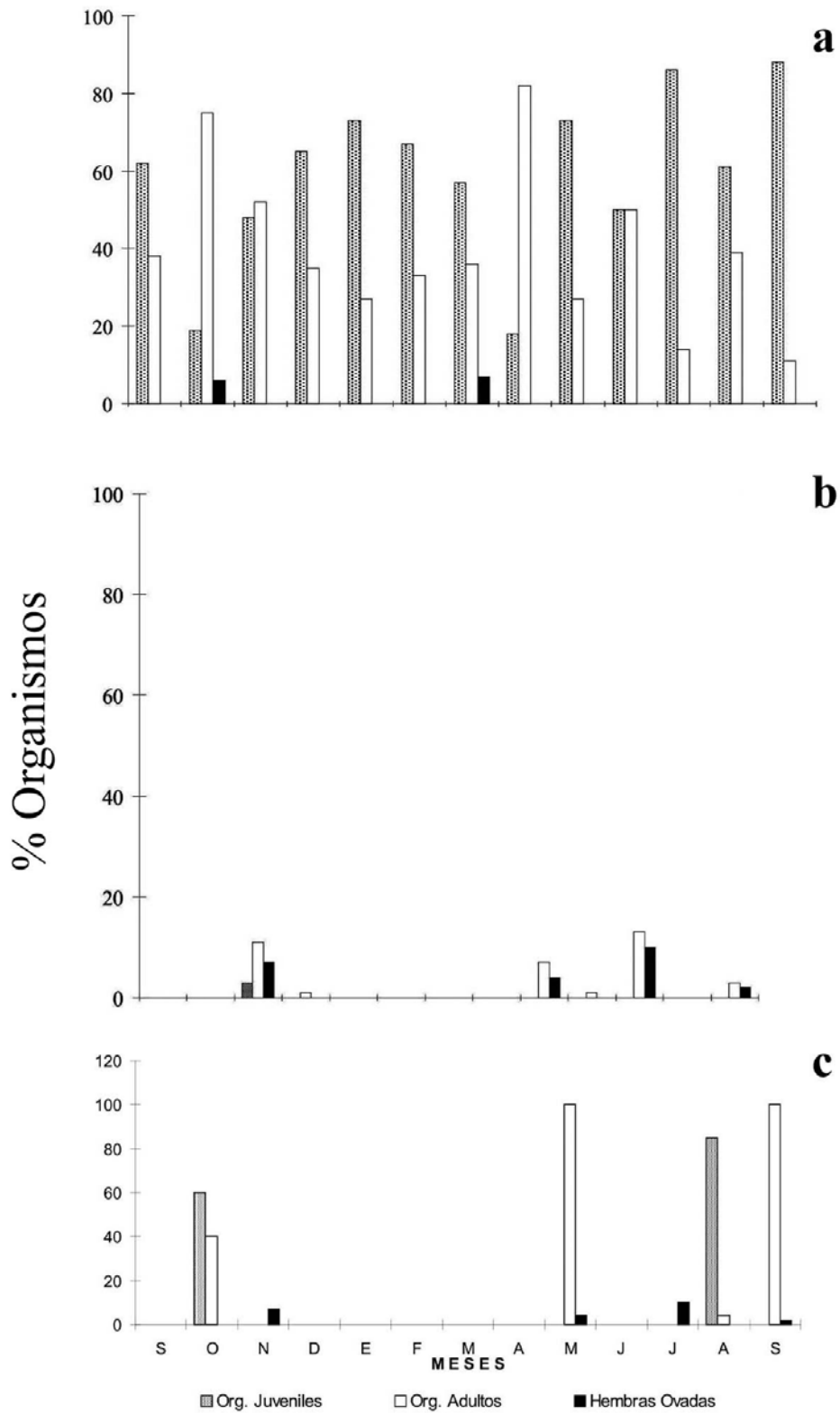


Figura 6. Estructura poblacional mensual de las tres especies más representativas en la estación Chacopata: a = *Callinectes ornatus*, b = *Microphrys bicornutus*, c: = *Farfantepenaeus brasiliensis* (para esta última especie las hembras ovadas son las sexualmente maduras).

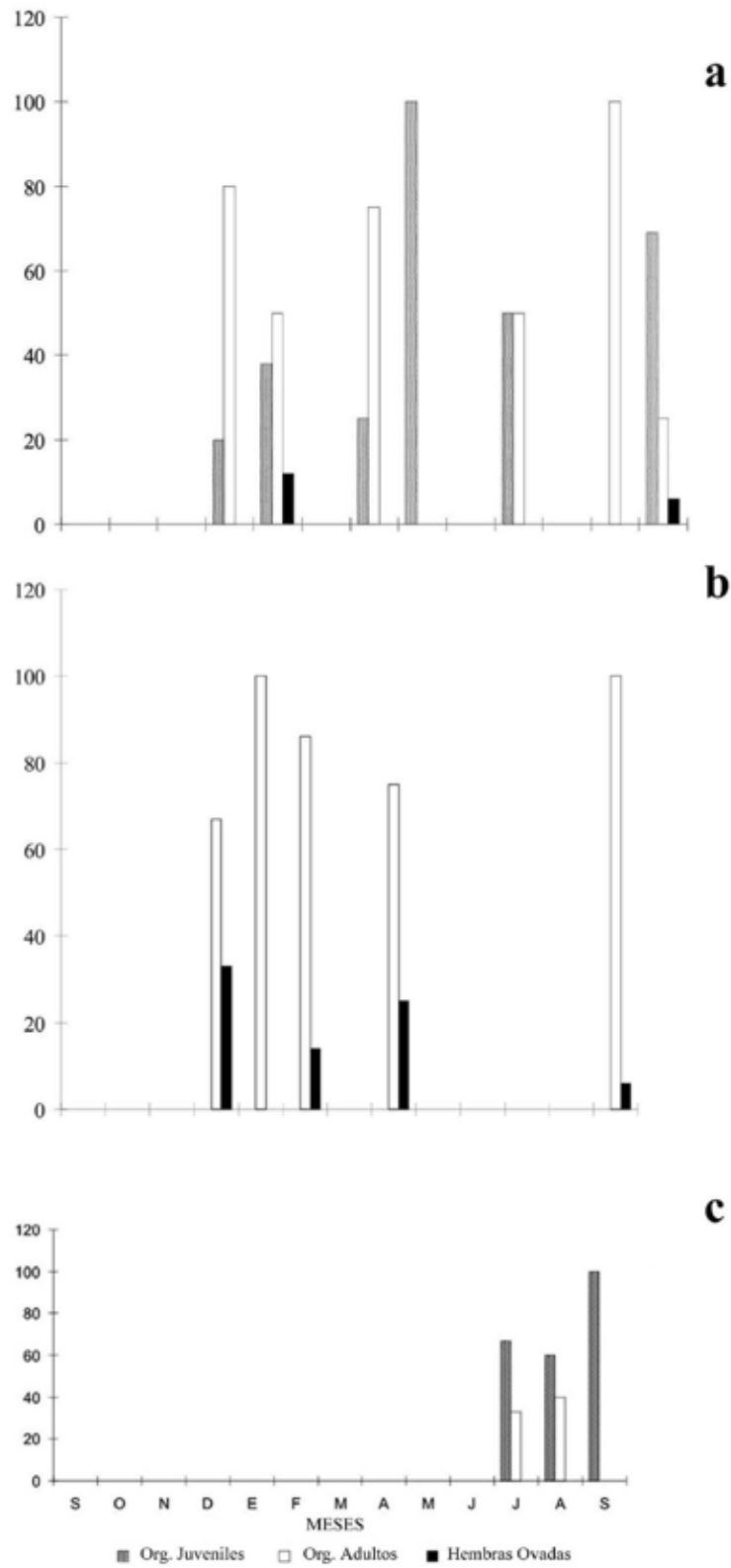


Figura 7. Estructura poblacional mensual de las tres especies más representativas en la estación Playa Patilla a = *Callinectes ornatus*, b = *Portunus spinimanus*, c = *Farfantepenaeus brasiliensis*.

En cuanto a los parámetros fisicoquímicos estudiados, se observaron los valores extremos de temperatura en la estación PA, fluctuando entre 29,4 y 21,0 °C en los meses octubre 90 y marzo '91 respectivamente. Para las tres estaciones, las menores temperaturas ocurrieron entre los meses enero y mayo 91, coincidiendo con lo indicado para el área por Fokuoka y Ballester (1964), que es cuando se producen los fuertes vientos y la surgencia.

Los valores promedios de salinidad fueron estables durante todo el período de muestreo, ubicándose entre 34 y 37‰. Por su parte, el oxígeno disuelto para las tres estaciones, mostró su mayor valor en el mes de julio, lo que concuerda con la explosión de fitoplancton que ocasiona la surgencia de los meses precedentes (Bonilla y Benítez, 1972).

La especie que presentó un número de ejemplares, como para permitir realizar análisis poblacionales, fue *Callinectes ornatus*, la cual estuvo representada por 867 individuos de los cuales el 58,36% resultaron machos y 41,64% hembras.

En general, esta especie presentó longitudes del ancho del caparazón que oscilaron entre los 13,60 mm y 117,70 mm, con un promedio de 65,12 ± 22,03 mm; su peso varió de 0,09g hasta los 86,10g, con un promedio de 20,91 ± 18,87g. El intervalo de longitudes del ancho del caparazón de las hembras fluctuó entre 21,60 mm y 97,40 mm, con un promedio de 60,31 ± 18,73 mm, y una masa corporal que varió de 0,40 g a 61,10 g, con promedio de 15,84 ± 13,55g. Por otro lado, el intervalo de longitudes del ancho del caparazón de los machos osciló entre 13,6 mm y 117,7 mm, con un promedio de 68,54 ± 23,54 mm Lt, y una masa corporal que varió de 0,09g a 86,10 g, con promedio de 24,53 ± 21,17 g (Figuras 8 a, b y 9 a, b). Para *C. ornatus*, colectados en la Bahía de Mochima y en la costa norte del estado Sucre, Matute (1993), observó tallas del ancho del caparazón y masa corporal en un rango de 26,7 y 100,6 mm y 2,7 a 142,8 g, respectivamente para la primera localidad y 17,5 y 88 mm y 0,4 a 81,7 g, respectivamente para la segunda, indicando la mayor talla y peso que alcanzaban los machos en ambas localidades.

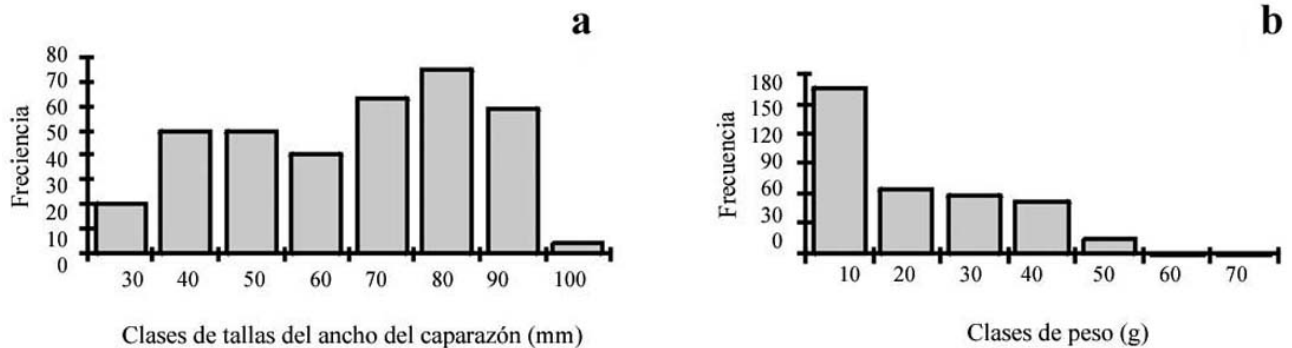


Figura 8. Estructura de frecuencias de longitudes del ancho del caparazón (a) y pesos (b) de *Callinectes ornatus* hembras, capturadas en tres comunidades de crustáceos decápodos en la costa nor-occidental del estado Sucre Venezuela.

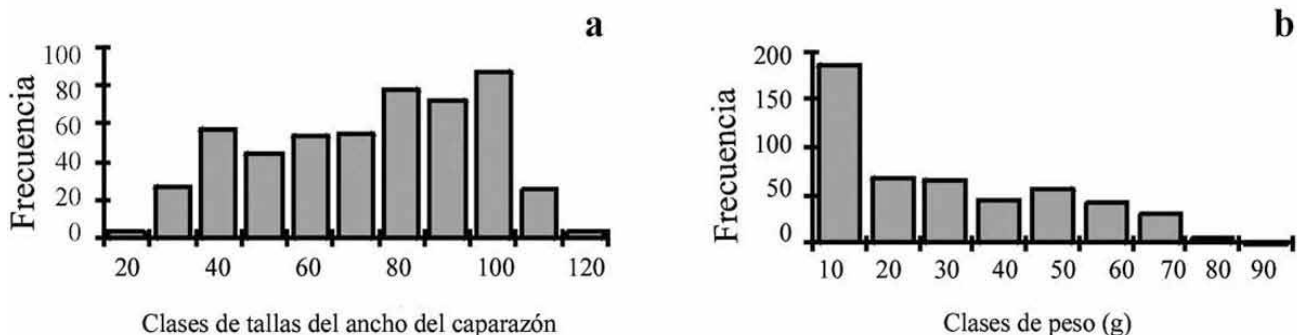


Figura 9. Estructura de frecuencias de longitudes del ancho del caparazón (a) y pesos (b) de *Callinectes ornatus* machos, capturados en tres comunidades de crustáceos decápodos en la costa nor-occidental del estado Sucre, Venezuela.

Al respecto, en Brasil, Negreiros-Franzoso *et al.* (1999), para esta misma especie en la localidad de Ubatuba, informaron que alcanza menores tallas, variando en un rango de 9,3 a 84,6 mm.

En el oriente de Venezuela, la pesca del cangrejo *C. ornatus* se realiza de manera artesanal y ocasional, siendo su destino el mercado local; su pesquería no está desarrollada y es muy escasa la información sobre su producción, biología y dinámica poblacional, sólo aparece puntualmente en estudios ecológicos de comunidades, en donde esta especie aparece bien representada. Por el contrario, para el occidente del país se consiguen algunos estudios en la especie *Callinectes sapidus*, la cual si posee una importante pesquería artesanal desarrollada en el Lago de Maracaibo, pues luego de procesado posee un elevado valor comercial, destinándose más del 95% de la producción al mercado estadounidense (Villasmil, 1994).

La producción promedio de *C. sapidus*, para los años 1984 y 1985 se mantuvo entre 3.000 y 4.000 Tm, en los años 1986 y 1995 las capturas sobrepasaron las 5.000 Tm (Villasmil *et al.*, 1996 y 1997). A partir de 1997 las capturas disminuyeron marcadamente ubicándose por debajo de 3.000 Tm anuales, lo que fue atribuido a un aumento sostenido y desproporcionado del esfuerzo pesquero, al pasar de 70.000 nasas en 1984 a más de 270.000 en 1997 (Mendoza, 1999), obligando a establecer políticas de explotación del recurso (Villasmil y Mendoza, 2001).

Recientemente, Morillo (2006), informa que las capturas se incrementaron progresivamente desde 6.482 Tm en el año 1999, hasta 10.902 Tm en el 2003, lo cual pone en evidencia la efectividad de establecer una regulación del esfuerzo pesquero basándose en el conocimiento bioecológico y poblacional de la especie, así como la necesidad de profundizar dichos estudios para nuestras especies en el oriente venezolano. La comparación de los interceptos y las pendientes mostró la existencia de diferencias estadísticamente significativa entre machos y hembras ( $Chi^2 = 181,37$ ;  $p = 0,0000$  y  $Chi^2 = 16,167$ ;  $p = 0,0001$ , respectivamente), la ecuación potencial que describe la relación entre la longitud del ancho del caparazón y el peso en *Callinectes ornatus* para hembras fue:  $\text{Peso} = 1E-05 \text{ Longitud}^{3,3894}$ , ( $r^2 = 0,9388$ ;  $n = 361$ ) y para machos fue:  $\text{Peso} = 1E-05 \text{ Longitud}^{3,3188}$ , ( $r^2 = 0,954$ ;  $n = 506$ ; Figuras 10 (a, b; Cuadro 4).

De acuerdo con la prueba *t-student*, aplicada al valor de la pendiente *b*, se aceptó la hipótesis alterna ( $t_s = 7,10$   $P < 0,001$ ), dado que el valor fue superior a 3, es decir, *C. ornatus* presentó un crecimiento de tipo alométrico mayorante. Igualmente a lo encontrado en este estudio, Matute (1993), determinó que la relación entre la longitud del ancho del caparazón-peso de *Callinectes ornatus* fue de tipo potencial para ambos sexos, con diferencias significativas entre las pendientes de las curvas de regresión y con un crecimiento alométrico mayorante.

## CONCLUSIONES

Para las tres comunidades estudiadas de la costa nor-occidental del estado Sucre, fueron identificadas 16 especies y 1 subespecie de crustáceos decápodos, las cuales desde el punto de vista ecológico y económico son muy importantes. En orden de abundancia de crustáceos capturados, el mayor número fue para la comunidad de PA (972), luego CH (787) y PP (67).

La mayor afinidad fue entre las comunidades PA y CH, condicionada por la diversidad de especies que poseen, las especies comunes y la similitud de sustrato. En tal sentido, aunque los valores de diversidad determinados pudieran parecer bajos, se corresponden con los referidos para otras comunidades tropicales con sustratos areno-fangosos.

*Callinectes ornatus* fue la especie más abundante, constante y dominante en las tres comunidades estudiadas, los machos son más grandes y en ambos sexos el crecimiento es alométrico mayorante, se reproduce durante todo el año, con dos picos de máxima reproducción durante los meses marzo y octubre. Todo ello convierte al cangrejo *Callinectes ornatus* en un recurso con alto potencial para la pesquería; sin embargo, a pesar de su posible importancia comercial y social, sus pesquerías y estudios poblacionales son muy escasos.

## AGRADECIMIENTOS

Al Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Investigación (FONACIT) y al Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente, por haber cofinanciado parcialmente este trabajo, a través del Proyecto de Investigación S1-2136. A los ecólogos Elizabeth Méndez de Elguezabal y Antulio Prieto por la lectura crítica del manuscrito.

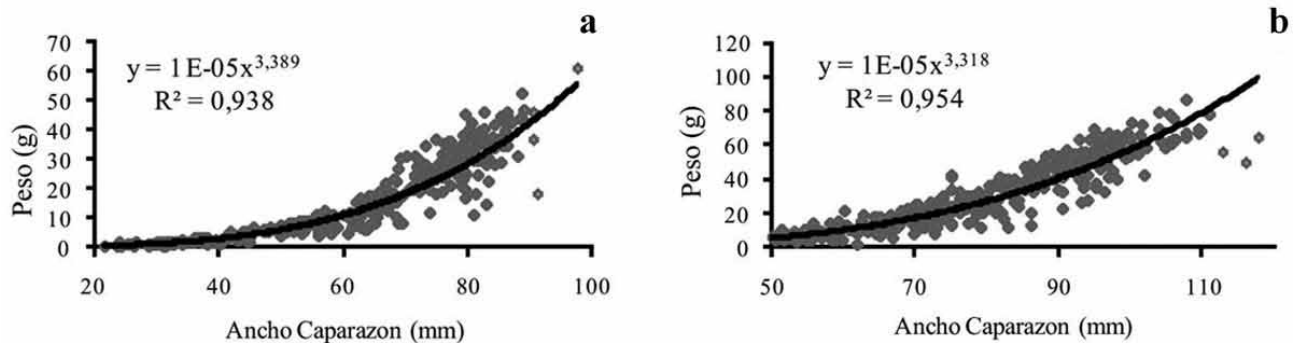


Figura 10. Relación longitud-peso de hembras (a) y machos (b) de *Callinectes ornatus*, capturados en tres comunidades de crustáceos decápodos en la costa nor-occidental del estado Sucre, Venezuela.

Cuadro 4. Parámetros de la regresión longitud - peso de *Callinectes ornatus*, capturados en tres comunidades de crustáceos decápodos en la costa nor-occidental del estado Sucre, Venezuela.

Sexos	Intervalos (cm)	Nº	a	b	r <sup>2</sup>	Chi <sup>2</sup> (Pendientes)	Chi <sup>2</sup> (Interceptos)
Hembras	21,6 – 97,4	361	1E-05	3,3894	0,9388		
Machos	13,6 – 117,7	506	1E-05	3,3188	0,9540		
						16,17 *** (P = 0,0001)	181,37 *** (P = 0,0000)
Combinados	13,6 – 117,7	867	1E-05	3,3415	0,9493		

Nº: número de ejemplares, a: intercepto, b: pendiente, r<sup>2</sup>: coeficiente de relación, Chi<sup>2</sup>: prueba de Ji cuadrado.

#### LITERATURA CITADA

- Abele, L. 1974. Species diversity of decapod crustaceans in marine habitats. *Ecology*, 55: 156-161.
- Barnes, R. 1989. Zoología de los invertebrados. 5<sup>ta</sup> Edic. Editorial Interamericana, México, p 957.
- Bonilla, J. y A. Benítez. 1972. Variación mensual de nitrógeno y fosfato en la Laguna Las Marites. *Bol. Inst. Oceanogr. UDO*, 11 (2): 121-126.
- Bookhout, C. y J. Costlow. 1974. Larval development of *Portunus spinicarpus* reared in the laboratory. *Bull. Mar. Sci.*, 24 (1): 20-51.
- Briceño, L., D. Altuve, J. Alió y A. Guevara. 1990. Captura y traslado de reproductores de camarón blanco, *Litopenaeus schmitti*, en la región nororiental de Venezuela. In: LX Convención Anual AsoVAC, Cumaná, p. 3.
- Buitrago, E., J. Buitrago, L. Freitas y C. Lodeiros. 2009. Identificación de factores que afectan al crecimiento y la supervivencia de la ostra de mangle, *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828), bajo condiciones de cultivo suspendido en la laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. *Zootecnia Trop.*, 27: 79-90.
- Cervigón, F. y A. Gómez. 1986. Las lagunas litorales de la Isla de Margarita. Fundación Científica Los Roques, Caracas, p 89.
- Donaldson, W. 1981. Growth, age and size at maturity of tanner crab *Chionoecetes bairdi* (Rathbun) in northern of Alaska (Decapoda: Brachyura). *Crustaceana*, 40 (3): 287-302.
- Felder, D. 1979. Decapod crustacean fauna of seven and onehalf fathom reef, Texas species composition, abundance, and species diversity. *Contrib. in Mar. Sci.*, 22: 1-29.
- Fokuoka, J. y A. Ballester. 1964. Un análisis de las condiciones hidrográficas del Mar Caribe. III *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 23 (65): 132-142.

- Fraser, D. and T. Sise. 1980. Observations on stream minnows in a patchy environment: a test of a theory of habitat distribution. *Ecology*, 61: 790-797.
- García, M. 2006. Aspectos reproductivos y poblacionales del camarón (*Macrobrachium carcinus*) (Linnaeus, 1758) (Decapoda, Palaemonidae) en el río Morocoto, municipio Benítez, estado Sucre. Tesis de Grado. Universidad de Oriente. Cumaná, p 52.
- González, E. 1988. Estudio de la comunidad de crustáceos decápodos (Brachyura) en la Ría de Arousa (Galicia, España). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 2: 223-254.
- Graziani, C., C. Moreno, E. Villarroel, T. Orta, C. Lodeiros and M. De Donato. 2003. Hybridization between the freshwater shrimp *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) and *M. carcinus* (L.). *Aquaculture*, 217 (1-4): 81-91.
- Guinot, D. 1968. Recherches préliminaires sur les groupements naturels chez les crustacés décapodes brachyours. IV. Observations sur quelques genres de Xanthidae. *Bull. Mus. Nat. Hist. Natur., Paris, series 2*, 39 (4)(1967): 695-727.
- Haefner, P. 1990. Morphometry and size at maturity of *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae) in Bermuda. *Bull. Mar. Sci.*, 46 (2): 274-286.
- Hernández, G. 1992. Crustáceos decápodos bentónicos de la Laguna de Las Marites, Isla de Margarita. Tesis Maest. Cienc. Mar., UDO, Cumaná. p 227.
- Kimura, D. 1980. Likelihood methods for the von Bertalanffy growth curve. *Fishery Bulletin*, 77: 765-776.
- Krebs, C. 1989. *Ecological Methodology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Harper & Row, Nueva York. p 654.
- Lares, L. 1976. Estudio sobre madurez y fecundación del langostino rosado *Farfantepenaeus brasiliensis*. Latreille 1817 (Crustacea: Natantia). Tesis Maest. Cienc. Mar., UDO, Cumaná. p 48.
- Marcano, J. 1987. Cangrejos Brachyura de la Isla de Margarita, Estado Nueva Esparta. Tesis Maest. Cienc. Mar., UDO, Cumaná. p 124
- Margalef, R. 1974. *Ecología*. Editorial Omega, Barcelona, España. p 951.
- Margalef, R. 1980. *La Biosfera*. Ed. Omega, Barcelona, España, p 236.
- Matute, M. 1988. Aspectos ecológicos de la comunidad de los decápodos (Brachyura) del saco del Golfo de Cariaco, Estado Sucre, Venezuela. Tesis Lic. Biol., UDO, Cumaná. p 91.
- Matute, M. 1993. Aspectos sobre la biología y ecología de *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae) en la Bahía de Mochima y la Costa Norte del Estado Sucre, Venezuela. Tesis M.Sc. en Cienc. Mar., UDO. Cumaná. p 168.
- Maza, M. 1986. Taxonomía, distribución y abundancia de los crustáceos de la Laguna del Morro, Isla de Margarita, Edo. Nueva Esparta, Vzla. Tesis Lic. Biol., UDO, Cumaná. p 94.
- Mendoza, J. 1999. Análisis de la pesca artesanal marítima en Venezuela: Situación actual y perspectivas. Informe técnico. Inst. Interamericano de Coop. Agrícola. Caracas. p 119.
- Morao, A. 1983. Diversidad y fauna de moluscos y crustáceos asociados a las raíces sumergidas del mangle rojo *Rhizophorae mangle* en la Laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. Tesis Lic. Biol., UDO, Cumaná. p 92.
- Moreno, M. 1988. Contribución al conocimiento de la biología de la especie *Portunus spinicarpus* (Crustacea: Decapoda). Tesis Lic. Biol., UDO, Cumaná. p 100.
- Morillo, N. 2006. Manual de procesamiento industrial del cangrejo azul. Maracay, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. p.112 (Serie B, N° 7).
- McLaughling, P. 1980. *Comparative Morphology of Recent Crustacea*. W.H. Freeman Co., San Francisco, p 177.
- Negreiros-Franzoso, M., L. Fernando, A. Mantelatto and A. Fransozo. 1999. Population biology of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae) from Ubatuba (SP), Brazil. *Scientia Marina*, 63(2): 157-163.

- Odum, W. and E. Heald. 1972. Trophic analyses of an estuarine mangrove community. *Bull. Mar. Sci.*, 22: 671-738.
- Rathbun, M. 1925. The spider crabs of America. *Bull. U.S. Nat. Mus.*, 129: 1-613.
- Rathbun, M. 1930. The cancrroid crabs of America of the families Euryalidae, Portunidae, Atelecyclidae, Cancridae, and Xanthidae. *Bull. U.S. Nat. Mus.*, 152: 1-609.
- Ricker, W. 1975. Computation and interpretation of biological statistics fish populations. *J. Fish. Res. Bd.*, 191:382
- Robleto, F. 1982. Algunas observaciones biológicas sobre los camarones del género *Penaeus* (Crustacea: Decapoda) en la Laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. Tesis Lic. Biol., UDO, Cumaná. p 93.
- Rodríguez, G. 1980. Crustáceos decápodos de Venezuela. IVIC, Caracas, p 496.
- Soler, M. 1984. Crustáceos decápodos de la Laguna La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. Tesis Lic. Biol., UDO, Cumaná. p 140.
- Strickland, J. and T. Parsons. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *J. Fish. Res. Board Can.*, 167: 1-311.
- Taissoun, E. 1972. Estudio comparativo, taxonómico y ecológico entre los cangrejos (Decapoda, Brachyura, Portunidae) *Callinectes maracaiboensis*; *C. bocourti* y *C. rathbunae* en el Golfo de Venezuela, Lago de Maracaibo y Golfo de México. *Bol. Cen. Invs. Biol.*, 6: 9-77.
- Taissoun, E. 1973. Los cangrejos de la familia Portunidae (Crustacea, Decapoda, Brachyura) en el occidente de Venezuela. *Bol. Cent. Invs. Biol.*, 15: 49-66.
- Teissier, G. 1948. La relation d'Allometrie. La signification statistique et biologique. *Biometrics*, (1): 14-53.
- Villasmil, L. 1994. Aspectos taxonómicos y biológico-pesqueros del recurso cangrejo del genero *Callinectes* Stimpson, 1880 (Crustacea, Portunidae) en el Lago de Maracaibo, Venezuela. Tesis Maest. Cienc. Mar., UDO, Cumaná. 115 pp.
- Villasmil, L., J. Mendoza y O. Ferrer. 1996. Análisis de las estadísticas de captura y esfuerzo para la pesquería del cangrejo azul, *Callinectes sapidus*, en el Lago de Maracaibo para el período 1973-1993. *Ciencia*, 4: 293-307.
- Villasmil L., J. Mendoza y O. Ferrer. 1997. Crecimiento y mortalidad del cangrejo azul, *Callinectes sapidus*, Rathbun, 1896, del Lago de Maracaibo. *Ciencia*, 5: 7-15.
- Villasmil, L. y J. Mendoza. 2001. La pesquería del cangrejo *Callinectes sapidus* (Decapoda: Brachyura) en el Lago de Maracaibo, Venezuela. *Interciencia*, 26(7): 301-306.
- Wenner, E. 1972. Sex ratio as a function of size in marine crustacea. *The Amer. Nat.*, 106 (949): 321-330.
- Wenner, E., G. Ulrich and J. Wise. 1987. Exploration for golden crab, *Geryon fenneri*, in the South Atlantic bight: distribution, population structure, and gear assessement. *U.S. Fish. Bull.*, 85 (3): 547-560.
- Williams, A. 1965. Marine decapod crustaceans of the Carolinas. *U.S. Fish. Bull.*, 65 (3): 1-298.
- Williams, A. 1974. The swimming crabs of the genus *Callinectes* (Decapoda: Portunidae). *U.S. Fish. Bull.*, 72: 685-798.
- Williams, A. 1984. Shrimps, Lobsters, and Crabs of the Atlantic Coast of the Eastern United States, Maine to Florida. Smithsonian Institution Press, 550 pp.
- Zar, J. H. 1984. Biostatistical analysis. Pentice Hall, Englewoods Cliff, N. J. p 699.
- Zar, J. 1996. Biostatistical análisis. Third Edition. Prentice Hall, New Jersey, p 918.





## **Análisis comparativo de los grupos genéticos Holstein, Jersey y algunos de sus cruces en un hato lechero del Norte de Antioquia en Colombia**

Julián Echeverri Z.<sup>1</sup>, Victoria Salazar R.<sup>2</sup> y Jaime Parra S.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Producción Animal, Sede Medellín, Grupo BIOGEM, AA 1779, Colombia. \*Correo electrónico: jeparrasu@unal.edu.co.

<sup>2</sup>Corporación Universitaria Lasallista. Empresas Agropecuarias.

---

### **RESUMEN**

El sector lechero en Colombia, presenta mayor desarrollo en los últimos años y es importante en cuanto a su aporte al producto interno bruto total. Los grupos genéticos que cuentan con el mayor inventario son: Holstein y Jersey, siendo a su vez las de mayor volumen de producción y mayor porcentaje de componentes de la leche, respectivamente. El objetivo de este trabajo fue comparar los grupos genéticos Holstein y Jersey con algunos de sus cruces y evaluar su desempeño productivo, reproductivo y económico. El trabajo se realizó en un hato lechero ubicado en el municipio de Belmira (Antioquia), el cual contaba con la información productiva histórica (7 años previos a la investigación). Se utilizaron un total de 582 animales con 2.316 lactancias distribuidos de la siguiente manera: Holstein, Jersey, F1 Holstein x Jersey, 75% Holstein y 75% Jersey. Las diferencias entre los parámetros productivos, reproductivos y económicos de cada uno de los grupos genéticos fueron analizados mediante el Proc GLM del paquete estadístico SAS. Los animales 75% Jersey presentaron los mayores ingresos económicos debido a la mejor composición de la leche en términos de porcentaje de proteína y grasa; a sus costos de producción más bajos y al número de crías vendidas por año. Los individuos 75% Jersey deben ser considerados al momento de definir la composición racial de las explotaciones ganaderas. Estos resultados generan un conocimiento de gran interés en cuanto al enfoque genético que debe darse a la ganadería en Colombia. Sin embargo, se recomienda ampliar la investigación para aumentar la confiabilidad de los resultados.

*Palabras Clave:* Holstein, Jersey, comportamiento productivo.

---

### **Comparative análisis of genetic groups Holstein Jersey and some crosses in a herd in north of Antioquia Colombia**

#### **ABSTRACT**

The dairy sector in Colombia has increased its development in recent years and is important in terms of its contribution to total gross domestic product. Genetic groups that have the largest inventory are Holstein and Jersey, they have the largest volume of production and higher percentage of milk components, respectively. The aim of this study was to compare the genetic groups Holstein and Jersey and some of its crosses and evaluate productive, reproductive and economic performance. The study was conducted in a dairy herd located in the municipality of Belmira (Antioquia), which had historic production information of seven years preceding the survey. We used a total of 582 animals with 2,316 lactations distributed as follows: Holstein, Jersey, F1 Holstein x Jersey, 75% Holstein and 75% Jersey. The differences between the parameters productive, reproductive and economic of each genetic group were analyzed using Proc GLM of SAS. Jersey 75% animals had the highest income due to improved milk composition in terms of percentage of protein and fat, to lower production costs

and the number of kids sold per year. Jersey 75% of individuals should be considered when defining the racial composition of livestock holdings. These findings raise a very interesting knowledge about the genetic approach to be given to farming in Colombia. However, further research is recommended to increase the reliability of the results.

*Keywords:* Holstein, Jersey, productive performance.

## INTRODUCCIÓN

Colombia cuenta con un área disponibles cercana a 40 millones de hectáreas, 30 en pastos y 10 en rastrojos, y un hato ganadero que puede estar alrededor de 25 o 26 millones de cabezas, entre *Bos taurus* y *Bos indicus* (Perry y Rosas, 2002). De acuerdo con cifras del Departamento Nacional de Estadística (DANE), el 60% del hato se destina a la producción de carne (cría, levante y ceba), el 38% al doble propósito y el 2% restante a lechería especializada. Los grupos genéticos que representan la mayor proporción del país en bovinos de leche especializados son la Holstein y la Jersey, siendo a su vez las de mayor producción y composición láctea, y son ellas hacia donde se ha enfocado el mejoramiento genético de los bovinos.

La Holstein ha sido el grupo genético más popular en muchos países, lográndose grandes ganancias en la producción de leche, grasa y proteína debido al éxito de los programas de selección genética (AIPL, 2006). Los cambios en las prácticas de manejo de los hatos han provocado una más baja vida productiva (Hare *et al.*, 2006); además de un grave descenso de la fertilidad de la vaca (Nebel y McGilliard, 1993). Estas tendencias de la fecundidad y la vida productiva, junto con las preocupaciones por facilidad de parto y los cambios en precios de la leche que hacen mayor hincapié en grasa y proteínas, generando interés en el cruzamiento (McAllister 2002; Weigel y Barlass 2003; VanRaden y Sanders 2003; Heins *et al.*, 2006).

Con respecto a los parámetros reproductivos, el grupo genético Jersey se caracteriza por tener grandes ventajas como son su superioridad en fertilidad, excelente facilidad de parto y mayor longevidad (Campos *et al.*, 1994; VanRaden y Sanders 2003; VanRaden *et al.*, 2007; Washburn *et al.*, 2002; Urbano *et al.*, 2000; Heins *et al.*, 2008; Garcia-Peniche *et al.*, 2005). Sin embargo, la supervivencia de terneros es más baja en comparación con el grupo genético

Holstein, además de una mayor susceptibilidad a mastitis (Caraviello *et al.*, 2005).

Para los parámetros productivos el grupo genético Jersey tiene como ventaja la calidad de la leche, existiendo gran diferencia entre Jersey y Holstein para este parámetro (Bailey *et al.*, 2005; Teodoro y Madalena, 2005; Vanraden y Sanders, 2003), lo que es de gran importancia para la industria quesera y determina el precio de la leche en varios mercados. Esto hace el cruzamiento más beneficioso en mercados donde hay un interés sustancial para porcentaje de grasa y proteína. Tanto el cruzamiento entre grupos genéticos, como la selección de los reproductores, permiten aprovechar las ventajas de cada grupo genético participante, como ocurre en el cruzamiento de Holstein y Jersey.

Las dos principales estrategias de mejoramiento genético son la selección y el cruzamiento, siendo este último la estrategia que permite lograr resultados a mayor velocidad cuando se desea mejorar características de baja heredabilidad. El cruzamiento es un sistema de apareamiento que involucra dos o más grupo genéticos buscando una alternativa de mejora para algunas de las características de importancia económica, a través de la heterosis o vigor híbrido.

Las principales características reproductivas como días abiertos (DA) e intervalos entre partos (IEP) tienen una heredabilidad baja y no se pueden mejorar en poco tiempo mediante la selección. Sin embargo, el mejoramiento genético por cruzamiento podría reducir los costos a largo plazo. Por el contrario las características productivas como producción de leche (PL), tienen una heredabilidad media y las características de calidad de producto como el porcentaje de proteína y grasa de la leche tienen altas heredabilidades, haciéndolas más susceptibles al mejoramiento mediante la selección de progenitores (Legates y Warwick, 1992).

Por tal motivo, el precio internacional de la leche está regido por su calidad en términos composicionales, es decir porcentaje de grasa y proteína, y se encuentra en la actualidad en 30 centavos de dólar, lo que está muy cercano a los costos de producción de las ganaderas de leche especializadas en Colombia, que en promedio es de 25 centavos de dólar.

Dickerson (1970) citado por Ruiz (2002), abordó el tema de análisis económico de los programas de mejoramiento genético, resultando que el costo tiene tres componentes principales: a) Producción de la hembra, b) Reproducción de la hembra y c) Crecimiento de las crías. Desde entonces se eliminó de la ecuación el costo asociado con los machos, ya que es mínimo comparado con los otros elementos.

Según el mismo autor para calcular la importancia económica de los programas de mejoramiento genético debemos considerar, no sólo la inversión en semen y material genético, sino todos aquellos gastos que nos permiten realizar las evaluaciones (control de producción, determinación de componentes de la leche, calificación de conformación del ganado, entre otros) y los costos que transcurren desde la inversión hasta el retorno producto del programa de mejoramiento genético.

Por todo lo descrito anteriormente, esta investigación tiene como objetivo realizar una evaluación comparativa técnica y económica de los grupos genéticos Holstein, Jersey y algunos de sus cruces en un hato lechero del departamento de Antioquia, Colombia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización

El trabajo de investigación se llevó a cabo en un hato lechero ubicado en el Departamento de Antioquia (Colombia), municipio de Belmira, Vereda el silencio, a una altura de 2.200 m.s.n.m. El hato cuenta con el manejo propio de la lechera especializada con consumos de forraje de alta calidad y suplementos concentrados en alto porcentaje.

### Tamaño muestral

El trabajo se realizó con base en la información productiva, reproductiva y sanitaria histórica y actual de 7 años previos a la investigación. Además, se incluyó el total de individuos de los grupos genéticos en estudios existentes en la finca durante este período. Por ser animales, las unidades experimentales en esta investigación, los grupos genéticos se encontraron ampliamente desbalanceados principalmente en el caso de 75% Holstein y 75% Jersey, por tanto en los análisis se profundizó de manera más amplia en los resultados para los otros tres grupos genéticos.

El número de individuos totales por grupo genético y sus respectivas lactancias son resumidas en el Cuadro 1.

### Diseño experimental

Para la determinación de cada una de las variables, se utilizó la información histórica de 7 años previos y actual.

Cuadro 1. Número de individuos y lactancias totales evaluadas por grupo genético.

Grupo Genético	No lactancias	No Individuos
Holstein	1555	383
Jersey	403	100
F1 <sup>1</sup>	296	77
75%Hols <sup>2</sup>	19	5
75%Jer <sup>3</sup>	43	17
Total	2316	582

<sup>1</sup>F1: Holstein\*Jersey; <sup>2</sup>75% Holstein 25% Jersey; <sup>3</sup>75% Jersey 25% Holstein

### **Producción de leche (PL)**

Fue calculada mediante el programa SAS® 9.1 con base en información de producción diaria y luego ajustada para los demás cálculos a 305 días de lactancia mediante un análisis de regresión lineal simple entre las variables producción de leche y días de lactancia.

### **Composición de la leche**

Determinada mediante luz infrarroja con Milkoscan FT 120® y como promedio de mínimo cuatro muestreos por lactancia en la mañana y tarde.

### **Consumo de alimento**

El consumo de forraje verde fue determinado mediante las fórmulas avaladas por el NRC (2001), con base en el peso de los individuos, y su producción de grasa y proteína. El consumo de alimento concentrado fue medido en la finca de acuerdo a la producción de leche, condición corporal y etapa de lactancia de la vaca.

### **Eventos sanitarios**

Se analizó con base en los registros de la finca y expresado como porcentaje de vacas afectadas en una lactancia.

### **Número de Lactancia por vaca año**

Fueron calculadas teniendo en cuenta los parámetros reproductivos como días abiertos e intervalo entre partos.

### **Capacidad de carga (CC)**

La capacidad de carga (CC), fue estimada mediante la determinación del forraje disponible en el hato, mediante la realización de aforos previos y posteriores a la entrada de los animales a cada uno de los potreros en la unidad de producción.

### **Lactancias por hectárea año**

Calculadas como el producto entre en la capacidad de carga y el número de lactancias por año.

### **Producción por hectárea año**

Calculada con base en la CC y PL por lactancia de cada grupo genético.

### **Ingresos por hectárea año**

Estimada con base en la PL (L) por año y los parámetros de pago por L de leche vigentes en el momento de la realización de la investigación.

### **Ingresos por cría hectárea año**

Determinada con base en el precio de las crías al momento de la ejecución de la investigación.

### **Costos del alimento concentrado**

Se utilizó el dato promedio del costo de 1 kg de alimento concentrado comercial al momento de la ejecución del proyecto.

### **Costo del forraje**

Se calculó desglosando los gastos para el mantenimiento de la pradera como fertilización, mano de obra, herbicidas y plaguicidas, y con base en aforos realizados para determinar la cantidad de forraje por hectárea producido en el hato.

### **Egresos por manejo sanitario de enfermedades**

Se calculó con base en el costo promedio del tratamiento veterinario de cada uno de los eventos sanitarios y teniendo en cuenta el valor de la leche pérdida por disminución de la producción o por presencia de antibióticos.

### **Comparación económica**

La comparación económica se realizó teniendo en cuenta las tendencias de pago actuales de la leche y las bonificaciones que para composición maneja la cooperativa COLANTA.

### **Proyección y análisis económico**

Se realizaron dos análisis, el primero estuvo basado en los datos arrojados por la investigación, y el segundo se basó en la información obtenida en este trabajo para proyectar un hato de 10 hectáreas y calcular los ingresos y egresos causados de acuerdo con todos los parámetros estimados durante 5 años. Finalmente, se determinó la rentabilidad económica con cada uno de los grupos genéticos.

### **Análisis estadístico**

El análisis estadístico de los datos obtenidos, fue desarrollado utilizando un modelo de efectos fijos para cada una de las características a comparar. el procedimiento Proc GLM del paquete estadístico SAS® 9.1 (2006). Las diferencias entre las medias de los tratamientos fueron determinadas por mínimos cuadrados y analizadas por GLM mediante SS3 para datos desbalanceados. Además se utilizó una prueba de Tukey para detectar significancia ( $P < 0,05$ ).

El modelo estadístico al cual se le atribuyó el total de la variación se representa como:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + NP_j + b_1(X_{ijk} - X) + e_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Característica analizada.

$\mu$  = Media para la característica analizada.

$G_i$  = Efecto fijo del grupo genético  $i$  ( $i= 1...5$ ).

$NP_j$  = Efecto fijo del número de parto  $j$ , ( $j: 1-11$ ).

$X_{ij}$  = Duración de la lactancia con relación a las características observadas.

$X$  = Promedio de duración de la lactancia de todos los animales.

$e_{jk}$  = Error aleatorio.

Además, se determinaron los factores de corrección para los efectos significativos en cada una de las características, y se realizó la comparación entre grupos con base en las medias ajustadas para las características en las cuales hubo resultados significativo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Parámetros productivos

#### Peso corporal e inicio de función reproductiva

En el Cuadro 2 se presentan los resultados de peso corporal e inicio de función reproductiva de los 5 grupos genéticos. Los individuos Holstein y 75% Hols presentaron el mayor peso adulto (532 y 511kg, respectivamente), en relación a los demás grupos genéticos ( $P<0,05$ ), mientras que los individuos del grupo genético Jersey y 75% Jersey fueron los más livianos (392 y 398kg, respectivamente).

Sin embargo, los animales Holstein presentan un peso corporal menor al reportado por Hoffman, (1996) y Washburn *et al.*, 2001 (621 y 568 kg, respectivamente). Esto puede deberse quizás al origen genético de los individuos. Los animales de grupo genético Jersey y 75% Jer presentaron un peso muy similar al reportado por Washburn *et al.* (2001) de 387 kg. Según Dematawewa y Berger, (1998) la fertilidad medida como la edad al primer parto es una importante medida del desempeño reproductivo. Para la variable días primera concepción, los animales 75% Hols y 75% Jer presentaron los menores valores ( $P<0,05$ ).

#### Producción de leche (PL)

Los animales Holstein presentaron la mayor PL ( $P<0,05$ ), mientras que los 75% Jer presentaron la menor PL. Sin embargo, el grupo genético Jersey, F1 y 75% Hols presentaron una PL muy cercana al grupo genético de mayor producción. Los resultados se resumen en el Cuadro 3. En este trabajo la PL estuvo muy por debajo de la reportada por otros autores (Rodríguez *et al.*, 1996; Van Tassell *et al.*, 1999; Welper y Freeman, 1991; West y Hill, 1990; Washburn *et al.*, 2001; Bitman *et al.*, 1996; Dematawewa y Berger, 1998), para los animales Holstein (9.760, 8.258, 9.076.8, 8.662, 8.687, 9.912 y 6.928 L, respectivamente) y Jersey (6.862,5, 5.376, 5.510,8, 6.374,5, 6.375 y 6.344 L, respectivamente). Lo anterior puede deberse a que estos trabajos han sido realizados con animales bajo condiciones ambientales diferentes, en confinamiento y con una alimentación basada en raciones totalmente mezcladas.

#### Composición de la leche

Los animales Holstein presentaron el menor porcentaje de proteína y grasa ( $P<0,05$ ), mientras que los animales Jersey y 75% Jer el mayor porcentaje de proteína y grasa.

Cuadro 2. Parámetros productivos para los grupos genéticos en estudio.

Grupo genético	peso adulto (kg)	días primera concepción
Holstein	532a	832a
Jersey	392b	749b
F1	466c	719b
75% Hols	511a	671c
75% Jer	398b	644c

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

Cuadro 3. Producción de leche de los grupos genéticos en estudio.		
Grupo genético	litros/día	litros/lactancia
Holstein	14,9a	4.482a
Jersey	12,2b	3.806b
F1	13,2b	4.186b
75% Hols	12,7b	3.626c
75% Jers	11,0c	2.995d
Letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa (P<0,05).		

No obstante, para la variable kg de proteína se presentaron valores significativamente diferentes (P<0,05) entre los grupos genéticos, donde los animales 75% Jer obtuvieron el menor valor para dicha variable. Para la variable kg de grasa no se presentaron diferencias estadísticamente significativas (P>0,05) entre los diferentes grupos genéticos Holstein, F1 y 75% Hols. Al igual que para la variable kg de proteína, los animales 75% Jer presentaron el menor valor para kg de grasa (Cuadro 4). Los resultados obtenidos en este trabajo no concuerdan con los datos reportados por otros autores (Rodríguez *et al.*, 1996; Van Tassell *et al.*, 1999; Welper y Freeman, 1991; West y Hill, 1990; Washburn *et al.*, 2001; Bitman *et al.*, 1996; Dematawewa y Berger, 1998), para producción (kg) de proteína y grasa para los animales del grupo genético Holstein ( 224,4 y 363,1; 261 y 300; 295,4 y 328,9; 268,4 y 326,75; 287,9 y 381,6; 204 y 245 kg, respectivamente) y para los animales Jersey (271,1 y 356,2; 191 y 203; 204,9 y 259,8; 256,2 y 341,6; 282,7 y 324,2 kg, respectivamente).

### Parámetros Reproductivos

Los animales Jersey presentaron los mayores DA (P>0,05). Sin embargo, los DA para los animales Jersey fueron mayores que el promedio (128 días) reportado para este grupo genético por Washburn *et al.* (2001); y Dematawewa y Berger, (1998). No obstante, los DA para los animales Holstein se encuentran dentro del rango reportado por los mismo autores (139,4 y 169,3 días, respectivamente). Los resultados son presentados en el Cuadro 5. Para la variable DL los animales 75% Hols y 75% Jer presentaron los menores DL (P>0,05). Para la variable SC, Dematawewa y Berger (1998), reportan para las vacas del grupo genético Holstein 1.9 SC, mientras que Washburn *et al.* (2001) obtuvieron 2.29 SC para el grupo genético Jersey y 2.37 para la Holstein.

Al respecto, Campos *et al.* (1994), afirma que el IEP es ligeramente más alto en el grupo genético Holstein que en la Jersey, siendo este último parámetro de 19 días mayor que el promedio del grupo genético Jersey. No obstante, en este trabajo, la diferencia fue más alta (68 días). Esto puede deberse posiblemente a las condiciones de manejo a las que fueron sometidos los animales en estudio.

### Consumo de Alimento

Se presentó diferencia estadística significativa para el consumo de forraje (P<0,05) entre los individuos 75% Jersey con los demás grupos genéticos. Además, se encontró diferencia estadística significativa en el consumo de alimento concentrado (P<0,05), donde los animales del grupo genético Holstein presentaron los mayores valores, mientras que los animales 75% Jersey presentaron el menor valor (Cuadro 6). Sin embargo, estos datos no son congruentes con los obtenidos por Rodríguez *et al.*, 1996 quienes obtuvieron que el consumo de forraje (kg/día) para animales del grupo genético Holstein es de 23,2 (kg/día) y de 18 (kg/día) para las vacas Jersey.

### Análisis económico

En el Cuadro 7 se muestran algunos parámetros productivos de cada uno de los grupos genéticos. Para la variable LA, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas (P>0,05) entre los distintos grupos genéticos. Sin embargo, para CC se presentaron diferencias estadísticas (P<0,05) entre los disímiles grupos genéticos, donde los individuos del grupo genético 75% Jersey obtuvieron la mayor CC (5,26), mientras que el grupo genético Holstein presentó la CC más reducida (3,95). Además, los animales 75% Jer presentaron la mayor LH (P<0,05).

Cuadro 4. Composición de la leche de los grupos genéticos en estudio.

Grupo genético	Proteína		Grasa	
	%	kg	%	kg
Holstein	3,16a	141a	3,37a	151a
Jersey	3,73b	141a	4,53b	174b
F1	3,41a	142a	3,89c	162a
75%Hols	3,35a	121b	4,09c	159a
75%Jers	3,65b	109c	4,46b	133a

abc. Medidas dentro de literales distintos son diferentes estadísticamente ( $P < 0,05$ ).

Cuadro 5. Parámetros reproductivos de los grupos genéticos en estudio.

Grupo Genético	DA <sup>1</sup>	DL <sup>2</sup>	SC <sup>3</sup>	IEP <sup>4</sup>
Holstein	141a	306a	2,0a	417a
Jersey	199b	338a	2,7b	485b
F1	152a	338a	2,3a	453b
75%Hols	145a	278b	2,6b	427a
75%Jers	134a	254b	1,8c	402c

abc. Medidas dentro de literales distintos son diferentes estadísticamente ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup>DA: días abiertos. <sup>2</sup>DL: días lactancia. <sup>3</sup>SC: Servicio por concepción. <sup>4</sup>IEP: intervalo entre partos.

Cuadro 6. Consumo de alimento de los grupos genéticos en estudio.

Grupo genético	kg forraje verde lactancia	kg concentrado lactancia
Holstein	32,954a	1,324a
Jersey	29,361a	1,154b
F1	32,539a	1,251c
75% Hols	28,319a	1,218c
75% Jers	21,197b	0,956d

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

Cuadro 7. Parámetros básicos generales de los grupos genéticos en estudio.

Grupo genético	LA	CC	LH
Holstein	0,88	3,95a	3,46a
Jersey	0,75	4,85b	3,65a
F1	0,81	4,32b	3,48a
75% Hols	0,85	4,24b	3,62a
75% Jers	0,90	5,26c	4,73b

abc. Medidas dentro de literales distintos son diferentes estadísticamente ( $P < 0,05$ ).

LA: lactancia vaca/año. CC: capacidad de carga. LH: lactancia hectárea/año.



Por lo antes expuesto, en todos los parámetros productivos y reproductivos obtenidos en este trabajo, fueron estimados los ingresos y egresos en un período de un año. El resumen de este análisis es presentado en los Cuadros 8, 9, 10 y 11.

Según se ha venido observando, que el grupo genético de mayor peso es el Holstein, lo que implica que estos animales presenten más consumo de forraje y concentrado, una menor capacidad de carga, y por ende mayores costos de mantenimiento. Sin embargo, este grupo presentó el mejor desempeño en producción de leche, mientras que los animales de grupo genético 75% Jersey tuvieron el mayor porcentaje de sólidos por lactancia.

Al respecto, Ford y Yonkers (1992), el sistema de pago por componentes incrementa el precio para la leche de las vacas Jersey mejorando su competitividad con respecto a los animales Holstein.

En resumen los animales de los grupos genéticos 75% Jersey presentan los mayores ingresos económicos debido a la mejor composición de la leche en términos de porcentaje de proteína y grasa, a sus costos de producción más bajos, y además, por el número de crías vendidas por año.

### Proyección 5 años

En el Cuadro 12 se presentan los resultados de la proyección técnico económica de un hato de 10 hectáreas con alguno de los grupos raciales mencionados anteriormente en su inventario. Posteriormente, se calcularon los ingresos y egresos causados de acuerdo con todos los parámetros estimados durante 5 años. Finalmente, se determinó la rentabilidad económica con cada uno de los grupos genéticos.

Cuadro 8. Precio de pago de la leche y parámetros de calidad.

Grupo genético	bonificación grasa (\$)¹	bonificación proteína (\$)¹	Precio (\$/l)¹
Holstein	0,700a	1,60a	575a
Jersey	12,30b	7,30b	735b
F1	5,900c	4,10c	646c
75% Hols	10,70d	3,50c	654c
75% Jers	11,60b	6,50b	716b

Basado en la metodología de pago al momento de realizar la investigación.

¹Datos presentados en pesos (\$) Colombianos.

abcd Medidas dentro de literales distintos son diferentes estadísticamente (P<0,05).

Cuadro 9. Ingresos de producción hectárea año.

Grupo genético	producción ha/año (l)	ingresos ha/año (\$)¹
Holstein	15,496a	8'907.227a
Jersey	13,892b	10'213.325b
F1 Holstein Jersey	14,571c	9'406.784a
75% Holstein 25% Jersey	13,142d	8'589.555a
75% Jersey 25% Holstein	14,163b	10'146.236b

¹Datos presentados en pesos (\$) Colombianos

abcd Medidas dentro de literales distintos son diferentes estadísticamente (P<0,05).

Cuadro 10. Ingresos por crías hectárea año.

Grupo genético	crías ha/año	ingresos por crías ha/año (\$)¹
Holstein	3,46a	864,359a
Jersey	3,65a	912,500b
F1	3,48a	870,199a
75% Holstein	3,62a	906,089b
75% Jersey	4,73b	1'182,204c

¹Datos presentados en pesos (\$) Colombianos.

abc. Medidas dentro de literales distintos son diferentes estadísticamente (P<0,05).

Cuadro 11. Costos de alimentación por año.

Grupo genético	Concentrado (\$)¹	Forraje (\$)¹
Holstein	2'977.196a	929,732a
Jersey	2'738.153b	874,511b
F1	2'748.972b	924,214a
75% Holstein	2'869.403c	837,545c
75% Jersey	2'940.809a	817,929c

¹Datos presentados en pesos (\$) Colombianos.

abc. Medidas dentro de literales distintos son diferentes estadísticamente (P<0,05).

Cuadro 12. Proyección técnico- económica a 5 años.

Grupo genético	CC	#	LHA	LP	IPP (\$)¹	ICP (\$)¹	ITP (\$)¹	ETP (\$)¹	D (\$)¹
Holstein	3,95a	39,5a	3,46a	173,0a	445,361a	43,217a	488,579a	195,346a	293,232a
Jersey	4,85b	48,5b	3,65b	182,5a	510,666b	45,625a	556,291b	180,633b	375,658b
F1	4,32c	43,2c	3,48a	174,0a	470,339c	43,509a	513,849c	183,659c	330,189c
75% Hols	4,24c	42,4c	3,62b	181,0a	429,477a	45,304a	474,782a	185,347cd	289,434a
75% Jers	5,26d	52,6d	4,73c	236,5b	507,311b	59,110b	566,422b	181,936d	384,486d

¹Datos presentados en pesos (\$) Colombianos

abcd. Medidas dentro de literales distintos son diferentes estadísticamente (P<0,05; \$\*1000)

CC: capacidad de carga. #: número de animales en 10 Ha. LHA: lactancia ha/año. LP: lactancia proyección.

IPP: ingresos producción proyección. ICP: ingresos crías proyección. ITP: ingresos totales proyección. ETP: egresos totales proyección (correspondientes a los egresos de consumo de alimento concentrado y forraje). D: diferencia entre ingresos y egresos.

Según los resultados del Cuadro 12, el grupo genético que menos egresos genera es el 75% Jersey, debido posiblemente a su bajo peso corporal y a la alta capacidad de conversión de alimento en proteína y grasa láctea. No obstante, estos individuos presentaron parámetros reproductivos menores con respecto a lo reportado por la literatura, debido posiblemente a las condiciones de manejo específicas de la finca en las cuales no había diferenciación en el manejo de los grupos genéticos.

### CONCLUSIONES

El análisis económico resalta la importancia del grupo genético Jersey, pues en el largo plazo los hatos Jersey tendrán mayores ingresos en todos los ítems, menores egresos y por tanto la rentabilidad aumentará con base en los hatos de los demás grupos genéticos.

Estos resultados indican que en términos generales el grupo genético 75% Jersey es más eficiente que el grupo genético Holstein y que el F1 (Holstein x Jersey). Esta eficiencia fue medida en términos económicos y se debe a la alta capacidad de carga que permite este grupo racial, capacidad de conversión de alimento, alto porcentaje de componentes lácteos y su nivel de eficiencia reproductiva.

Aunque el grupo genético 75% Jersey presentó el mejor desempeño económico sobre los demás grupos genéticos, es importante anotar que este trabajo sólo se realizó en un hato lechero, por tanto se recomienda ampliar la investigación a otras explotaciones para aumentar la confiabilidad de los resultados obtenidos.

### LITERATURA CITADA

- AIPL (Animal Improvement Programs Laboratory) 2006 Genetic and phenotypic trend. <http://aipl.arsusda.gov/eval/summary/trend.cfm> Accessed De.13
- Bailey K W, C. M. Jones and A. J. Heinrichs 2005. Economic Returns to Holstein and Jersey Herds Under Multiple Component Pricing. *Journal of Dairy Science* 88 (6): 2269-2280 <http://jds.fass.org/cgi/reprint/88/6/2269>
- Bitman, J., D. L. Wood, R. H., Miller, H. F., Tyrrel, C. K., Reynolds, and H. D. Baxter. 1996. Comparison of milk and blood lipids in Jersey and Holstein cows fed total mixed rations with or without whole cottonseed. *J Dairy Sci.*, 79:1596-1602.
- Campos, M.S., C. J. Wicov, C. M. Becerril, and A. DIZ. 1994. Genetic Parameters for Yield and Reproductive Traits of Holstein and Jersey Cattle in Florida.
- Caraviello, D. Z., K. A. Weigel, G. E. Shook and P. L. Ruegg 2005 Assessment of the Impact of Somatic Cell Count on Functional Longevity in Holstein and Jersey Cattle Using Survival Analysis Methodology. *Journal of Dairy Science* 88 (2): 8704-811 <http://jds.org/cgi/reprint/88/2/804>
- DAME Departamento Administrativo Nacional de Estadística disponible en:[http://www.dane.gov.co/daneweb\\_V09/index.php?option=com\\_content&view=article&id=240&Itemid=73](http://www.dane.gov.co/daneweb_V09/index.php?option=com_content&view=article&id=240&Itemid=73), Acceso Diciembre 2010.
- Dematawewa, C. M. B. and P. J. Berger. 1998. Genetic and phenotypic parameters for 305-Day yield, fertility, and Survival in Holsteins. *J Dairy Sci.*, 81:2700-2709. 1998.
- Ford, S. A. and R. D. Yonkers. 1992. Profitability of Jerseys vs. Holsteins under component milk pricing. *Jersey J.*, 39(12):27.
- García-Peniche. T. B., B. G. Cassell, R. E. Pearson and I. Misztal. 2005 Comparisons of Holsteins with Brown Swiss and Jersey Cows on the Same Farm for Age at First Calving and First Calving Interval. *Journal of Dairy Science* 88 (2): 790-796
- Hare E, H D Norman and J R Wright 2006. Survival rates and productive herd life of dairy cattle in the United States. *Journal of Dairy Science* 89 (9): 3713-3720 <http://jds.fass.org/cgi/reprint/89/9/3713>
- Heins B. J., L. B. Hansen and A. J. Seykora 2006. Production of pure Holsteins versus crossbreds of Holstein with Normande, Montbeliarde, and Scandinavian Red. *Journal of Dairy Science* 89 (7): 2799-2804 <http://jds.fass.org/cgi/reprint/89/7/2799>
- Heins B. J., L. B. Hansen, A.J. Seykora, D. G. Johnson, J. G.Linn, J. E. Romano and A.R. Hazel 2008. Crossbreds of Jersey x Holstein Compared with

- Pure Holsteins for Production, Fertility, and Body and Udder Measurements During First Lactation. *Journal of Dairy Science* 91: 1270-1278 <http://jds.fass.org/cgi/reprint/91/3/1270>
- Hoffman, P. C. 1996. Optimun body size of Holstein replacement heifers. *J Dairy Sci.*, 75:836-845. 1996
- Legates, J. E. y E. . Warwick. 1992. Cría y Mejora del Ganado". 8a Edición. Interamericana. McGraw Hill. p 342.
- Nebel R. L. and M. L. McGilliard 1993 Interactions of High Milk Yield and Reproductive Performance in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 76 (10): 3257-3268 <http://jds.fass.org/cgi/reprint/76/10/3257>
- McAllister A. J. 2002. Is crossbreeding the answer to questions of dairy breed utilization? *Journal of Dairy Science* 85:2352-2357 <http://jds.fass.org/cgi/reprint/85/9/2352>
- Perry, R.S. y V.G. Rosas. 2002. Algunos aspectos de la competitividad del ganado y la carne en Colombia, ed Efege, Bogota D.C. pp. 19-28
- NRC, National Research Council. 2001. The nutrient requirement of dairy cattle. Seventh edition. National Academy Press, Washington, D. C. p 381
- Rodríguez, L. A., C. C. Stallings, J. H. Herbein, and M. L. McGilliard. 1996. Effect of degradability of dietary protein and fat on ruminal, blood, and milk components of Jersey and Holstein cows. *J Dairy Sci.*, 80:353-363.
- Ruíz, L.F. 2002. Impacto económico de los programas de mejoramiento genético. **In:** Memorias III seminario Internacional Competitividad en Carne y leche, Medellin, Colombia.pp. 17-25.
- SAS®.2006. SAS/STAT User's Guide. Institute Inc. Statistical Analysis Systems Institute. Version 9.1th Ed. Cary, NC.: SAS Institute Inc.
- Teodoro R L and F.E. Madalena 2005. Evaluation of crosses of Holstein, Jersey or Brown Swiss sires x Holstein-Friesian/Gir dams. 3. Lifetime performance and economic evaluation. *Genetics and Mololecular Research* 4 (1): 84-93 [http://www.fernandomadalena.com/site\\_arquivos/002.pdf](http://www.fernandomadalena.com/site_arquivos/002.pdf)
- Urbano D., A. Rodríguez, C. Dávila, O. Verde,R. Crroz, M. E. Rodríguez y W. Berbin 2000. Comportamiento de hembras Holstein, Jersey y mestizas en el estado de Mérida. *Fonaiap Divulga*, junio \_ Septiembre 2000. 67: 35-37
- Van Tassel, C. P., G. R. Wiggans, and H. D. Norman. 1999. Method R estimates of heritability for milk, fat, and protein yields of United States dairy cattle. *Jl Dairy Sci.* 82:2231-2237.
- VanRaden, P. M. and A.H. Sanders 2003. Economic Merit of Crossbred and Purebred US Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* 86 (3): 1036-1044 <http://jds.fass.org/cgi/reprint/86/3/1036>
- VanRaden P. M., M. E. Tooker, J. B. Cole, G.R. Wiggans and J. H. Megonigal 2007. Genetic Evaluations for Mixed-Breed Populations. *Journal of Dairy Science* 90 (5): 2434-2441 <http://jds.fass.org/cgi/reprint/90/5/2434>
- Washburn, S. P., W. J. Silvia, C. H. Brown, B. T. McDanielL, and A. J. Mcallister. 2001. Trends in reproductive performance in southeastern Holstein and Jersey DHI herds. *J Dairy Sci.*, 85:244-251.
- Washburn S. P., S. L. White, J. T. Green and G. A. Benson 2002. Reproduction, mastitis, and body condition of seasonally calved Holstein and Jersey cows in confinement or pasture systems. *Journal of Dairy Science* 85 (1): 105-111 <http://jds.fass.org/cgi/reprin/85/1/105?ck=nck>
- Weigel K A and K. A. Barlass 2003. Results of a producer survey regarding crossbreeding on US dairy farms. *Journal of Dairy Science* 86 (12): 4148-4154 <http://jds.fass.org/cgi/reprint/86/12/4148>
- Welper, R. D. and A. E. Freeman. 1991. Genetic parameters for yield traits of Holsteins, including lactose and somatic cell score. *J Dairy Sci.* 75:1342-1348.
- West, J. W., and G. M. Hill. 1990. Effect of a protected fat product on productivity of lactating Holstein and Jersey cows. *J Dairy Sci* 73:3200-3207.



**Supervivencia de *Dendrocephalus spartaenovae*  
(Crustacea: Anostraca: Thamnocephalidae) alimentado  
con un cultivo mixto de microalgas**

Diagnora Brito<sup>1\*</sup>, Renato Brito<sup>2</sup> y Guido Pereira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Oriente (UDO), Nucleo Monagas, Campo los Guaritos, Maturín estado Monagas, Venezuela.

\*Correo electrónico: diagnorajb@yahoo.es.

<sup>2</sup>Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez (UNESR), Baruta, Caracas, Venezuela.

<sup>3</sup>Universidad Central de Venezuela (UCV), Facultad de Ciencias, Caracas, Venezuela.

---

**RESUMEN**

En la alimentación del zooplancton se han utilizado varias especies de microalgas seleccionadas por su tamaño, digestibilidad de la pared celular y valor nutricional, los cuales influyen en la supervivencia, crecimiento y metamorfosis de larvas de crustáceos. El objetivo de esta investigación fue determinar la supervivencia de *Dendrocephalus spartaenovae* de 1-6 y de 6-32 días de edad en diferentes condiciones de cultivo y alimentado a una concentración de  $5 \times 10^5$  células/ml. Se evaluó la supervivencia de larvas de *D. spartaenovae* de 1-6 días de vida considerando la edad y densidad poblacional. La supervivencia de los organismos de 6-32 días de vida, se midió en relación a la edad, densidad poblacional y condición sexual. La supervivencia de larvas de *D. spartaenovae* disminuyó con la edad, alcanzando una supervivencia de 78,33% a los 6 días de vida. La menor mortalidad de larvas registrada fue para las densidades poblacionales de 10 y 20 individuos/100 ml con porcentajes de 93,75% y 94,79%, respectivamente. En los anostráceos de 6-32 días de vida la supervivencia disminuyó con la edad del individuo, hallándose la menor supervivencia a los 32 días con 46,53%. En cuanto a la densidad poblacional los valores más altos de supervivencia en adultos fueron de 80,79% y 83,33% obtenidos en las densidades de 4 y 10 individuos/l, respectivamente. Las hembras mostraron mayor supervivencia que los machos con promedios de 87,5% y 72,94%, respectivamente.

*Palabras clave:* Supervivencia, anostráceos, microalgas.

---

**Survival of *Dendrocephalus spartaenovae*  
(Crustacea: Anostraca: Thamnocephalidae)  
fed with a microalgae mixed culture**

**ABSTRACT**

In the nourishment of the zooplankton several species of microalgae have been in used selected by their size, digestibility of the cellular wall and nutritional value since they influence the survival, growth and metamorphosis of crustaceans larvae. The purpose of this research was to determine the survival of *Dendrocephalus spartaenovae* from 1 to 6 and from 6 of 32 days of age in different conditions of culturing and fed to a concentration of  $5 \times 10^5$  cells/ml. The survival of larvae was evaluated of *D. spartaenovae* from 1 to 6 days of life considering the age and population density. The survival of the organisms from 6 to 32 days of life, it measured up in relation to the age, population density and sexual condition. The survival of larvae of *D. spartaenovae* diminished with the age, reaching a survival of 78,33 % to 6 days of life. The minor mortality of larvae registered was for the

population densities from 10 to 20 individuals/100 ml with percentages of 93,75% and 94,79%, respectively. In the anostraceos from 6 to 32 days of life; the survival diminished according to the age of individuals, the lowest rate of survival was found at 32 days with 46,53%. Concerning to the population density, higher values of survival in adults population was 80,79% and 83,33% obtained in densities of 4 and 10 individuals/L, respectively. Females showed higher survival rates than the males with averages of 87,5% and 72,94%, respectively.

*Keywords:* survival, anostraceos, microalgae.

## INTRODUCCIÓN

El éxito de los cultivos de zooplancton depende de la calidad de las microalgas, y su éxito como alimento de su calidad nutricional. Muchas investigaciones, se han orientado para sustituir a los alimentos vivos por alimentos particulados, sin embargo, sigue siendo el alimento vivo, principalmente algas y algunas especies de zooplancton con alto valor nutricional y costos razonables, los más utilizados en las primeras fases de desarrollo de muchas especies acuáticas, para que sobrepasen con éxito la etapa larvaria (Korstad *et al.*, 1995; Voltolina *et al.*, 1998).

En la actualidad una gran cantidad de información está disponible sobre los efectos del medio de cultivo y el alimento en el crecimiento, supervivencia y producción de quistes en varias especies de zooplancton (Anaya-Soto *et al.*, 2003). En lo referente al cultivo de anostráceos se han utilizado principalmente como alimento algas (Leal, 1998).

En la alimentación del zooplancton la combinación de microalgas de distintos contenidos nutricionales, forma y tamaño mejoran la percepción del organismo, contribuyendo al incremento de la capacidad filtrante y al consumo de alimento. Al respecto, D'Abramo (1979), encontró que la mezcla de microalgas clorofitas produjo valores más altos en las tasas de ingestión, asimilación, supervivencia y reproducción.

Algunos trabajos de investigación utilizan la mezcla de microalgas de alta calidad nutricional suministrándoselas a los organismos herbívoros para aumentar sus atributos nutricionales como alimento (Abu-Rezg y James 1989). La finalidad de esta investigación fue determinar la supervivencia de *Dendrocephalus spartaenovae* en distintos grupos de edades (1-6 y 6-32 días de vida), alimentados con un cultivo mixto de microalgas clorofitas a una concentración de  $5 \times 10^5$  células/ml en diferentes condiciones de cultivo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Captura y recolección de los animales en el campo

Se utilizaron quistes deshidratados de *D. spartaenovae*, obtenidos de hembras ovadas colectada de charcas temporales en la localidad de Tenería (10° 08' 34" N y 69° 33' 05" W) Barquisimeto, estado Lara, Venezuela. Para la recolección de hembras se utilizó una red de mano de 0,5 mm de luz de malla; las cuales fueron transportadas hasta el laboratorio dentro de una cava isotérmica con aireación continua mediante un compresor portátil. Una vez en el laboratorio, se colocaron en acuarios con agua del ambiente de origen, proporcionándoles aireación continua y alimento a base de algas hasta que liberaran los quistes. Estos se mantuvieron allí por una semana, luego se cosecharon los quistes haciéndolos pasar por diferentes tamices (con diámetros de poros de 627, 390, 315 y 117  $\mu\text{m}$ ) y lavándolos con agua de grifo, después se filtraron en un filtro de fibra de vidrio (47  $\mu\text{m}$ ) y se llevaron a la estufa con temperatura de 28,0°C por una semana. Una vez transcurrido este tiempo, se colocaron en viales al vacío y conservados en un desecador hasta su utilización en los experimentos.

### Eclosión de huevos de *D. spartaenovae*

El material inicial fueron los quistes de *D. spartaenovae*, desecados y almacenados al vacío; éstos se hidrataron por 1 hora con agua destilada en cápsulas de Petri antes de su incubación. Para la incubación, se colocaron los quistes hidratados en un recipiente con agua dulce aireada, los cuales se mantuvieron a temperatura ambiente de  $25,0 \pm 2^\circ\text{C}$ , aireación continua e iluminación de aproximadamente 4000 lux para acelerar el proceso de eclosión (Murugan y Dumont 1995). Después de la eclosión, se colectaron los nauplios durante la fase de máxima eclosión (24 – 28 h de incubación), para usar

nauplios de la misma edad (1 ó 6 días de nacidos) en los experimentos.

### Cultivo de microalgas

Para la alimentación de los anostráceos se estableció un cultivo mixto de algas (*Pseudokirchneriella subcapitata* y *Chlorella vulgaris*), siguiendo las técnicas utilizadas para algas de agua dulce (Stein, 1973). Se utilizó como medio de crecimiento el denominado Woods Hole MBL de pH 7,2 desarrollado por Guillard 1972. Para montar el cultivo se emplearon recipientes de vidrio, iniciando en tubos de ensayos, luego en matríz de Erlermeyer de 250 ml, hasta cultivarlos finalmente en envases de 1 y de 4 L inoculándolos con  $5 \times 10^4$  células/ml de cada una de las especies de algas empleadas. Estos recipientes fueron colocados sobre repisas de un estante metálico, en cuyo borde superior se colocó una fuente de luz que consistió de una lámpara fluorescente de 4 tubos. La repisa estuvo cubierta con papel de aluminio, así como los bordes superiores y laterales del nivel. Además, se le suministró al cultivo aireación continua con un compresor de aire (TL6-04-93), manteniendo así las algas en suspensión. El cultivo se cosechó en su fase de crecimiento exponencial (entre 4 a 7 días), luego se centrifugaron y se almacenaron las microalgas en botellas de vidrio en el refrigerador, para su posterior utilización, dentro de un período máximo de 2 semanas.

### Supervivencia de larvas

**Experimento 1:** Supervivencia de las larvas de *D. spartaenovae* a partir de 1 hasta 6 días de edad

Para este experimento se usaron nauplios de 24 horas de nacidos. Los mismos fueron colocados 4 densidades (10, 20 y 40 nauplios/100 ml), en recipientes de vidrio con capacidad de 200 ml y un volumen funcional de 100 ml de agua dulce aireada, mantenidos en baño a temperatura controlada a 28,0 °C, con aireación  $\pm 3$  burbujas/segundo e iluminación constante. La concentración utilizada de microalgas fue  $5 \times 10^5$  células/ml, valor para el cual se obtuvieron las máximas tasas de ingestión (previo ensayo). El experimento se realizó con cuatro réplicas, con una disposición aleatoria de los recipientes y la cuantificación de las larvas sobrevivientes se contó diariamente hasta los 6 días de edad. El recambio total del medio de crecimiento se hizo diariamente. Para el análisis estadístico se utilizó un análisis de varianza

de dos vías para detectar el efecto de la edad y la densidad animal sobre la supervivencia de juveniles de *D. spartaenovae*. En caso de existir diferencias en el análisis de varianza de los factores simples, se les aplicó una prueba de Duncan  $\sigma 0,05$  para determinar diferencias entre los promedios.

**Experimento 2:** Supervivencia a partir de juveniles de *D. spartaenovae* de 6 hasta 32 días de edad.

Este experimento se inició empleando juveniles de *D. spartaenovae* de 6 días de edad. Se midió la supervivencia hasta los 32 días de vida. Los envases experimentales fueron beakers de vidrio con capacidad de 1 L y volumen funcional de 1 L de agua de grifo aireada. Los individuos juveniles fueron seleccionados aleatoriamente al igual que la disposición de los envases de experimentación. Los envases se mantuvieron con aireación continua, temperatura ambiente y luz constante. El medio fue renovado diariamente y se mantuvo una concentración constante de algas de  $5 \times 10^5$  células/ml. En cuanto a la densidad poblacional, se utilizó 4, 10 y 30 animales/L. El volumen del medio de cultivo fue ajustado solamente por mortalidad y la proporción sexual utilizada fue 1:1. La supervivencia se midió diariamente a través de la cuantificación del número de animales vivos. Se utilizó un análisis de varianza para detectar el efecto de las variables edad, densidad animal y sexo en la variable de respuesta supervivencia; después se aplicó una prueba de Duncan  $\sigma 0,05$  para determinar diferencias entre los promedios.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Experimento 1

#### Efecto de la edad sobre la supervivencia de *D. spartaenovae*

En la medida que avanzó la edad del animal la supervivencia disminuyó (Cuadro 1), observándose los mayores porcentajes de supervivencia, 100 y 96,88%, en las edades comprendidas entre 1-2 días y los menores porcentajes, 80,63 y 78,33%, para juveniles de 5 y 6 días de edad respectivamente, mostrando diferencias estadísticas entre los promedios (Duncan  $\sigma 0,05$ ). El análisis de varianza detectó un efecto significativo ( $P < 0,0001$ ), de la edad sobre la supervivencia de larvas de *D. spartaenovae*.



Cuadro 1. Supervivencia de larvas *Dendrocephalus spartaenovae* con respecto a la edad en el cultivo mixto de microalgas.

Edad (Días)	N	Supervivencia (%)	DS
1	12	100,00a	±0,00
2	12	96,88a	±6,14
3	12	93,75ab	±7,94
4	12	88,33b	±12,26
5	12	80,63c	±13,86
6	12	78,33c	±15,09

Medias con iguales letras no difieren estadísticamente entre sí. Duncan  $\alpha$  0,05.  
N = número de observaciones.

La disminución de la supervivencia de larvas de camarones duende en función de la edad, probablemente sea producto de la mortalidad natural de las poblaciones de *D. spartaenovae* durante esta etapa de desarrollo (1-6 días de vida), asociado a las continuas mudas con metamorfosis en los apéndices cefálicos de las larvas, que tienen lugar durante este período y quizás se produzcan cambios en el aparato filtrador de alimento como es citado para la especie *Artemia salina* entre los 3-6 días de desarrollo (Mason, 1963). Otras posibles causas de esas mortalidades son: el poco desarrollo de sus órganos sensoriales y locomotrices, la capacidad genética y fisiológica de adaptación de la especie a las condiciones ambientales. Este resultado concuerda con los hallados por Urabe (1991), en un estudio experimental con *Bosmina logirostris* (Cladocera) señala que las tasas de supervivencia disminuye con el tiempo.

Al respecto, Zarattini y Mura (2004) hacen la misma acotación para el anostráceos *Chirocephalus ruffoi*; ellos encontraron tasas de supervivencia de, aproximadamente, 58, 47 y 38%, con diferentes dietas, en los 8 primeros días de vida de las larvas. Por su parte, Godínez *et al.* (2003), encontraron una disminución gradual en la supervivencia de larvas de camarón azul *Litopenaeus stylirostris* en la medida que los organismos se desarrollan a estadios larvales más avanzados.

#### Efecto de la densidad poblacional sobre la supervivencia de larvas *D. spartaenovae*

En el Cuadro 2, se observa que los mayores porcentajes de supervivencia de 93,75 y 94,74%, corresponden a las densidades poblacionales de 10 y 20 individuos/100ml, respectivamente. Notándose diferencias significativas en relación a la densidad de 40 individuos/100ml con un promedio de 80,42% (Duncan  $\sigma$ 0,05). El análisis de varianza determinó que la densidad poblacional afectó significativamente ( $P < 0,0001$ ) a la variable supervivencia.

El efecto negativo de la densidad poblacional en la supervivencia de larvas de *D. spartaenovae* hasta los 6 días de edad, sugiere utilizar densidades poblacionales de 10 y 20 individuos/100ml en condiciones similares de cultivo. Es de esperarse que al aumentar el número de organismo por L, disminuya la disponibilidad de alimento, espacio, calidad de agua y exista mayor competencia en la obtención de alimento, lo que conlleva al incremento de mortalidad de anostráceos.

Por su parte, Abreu-Grobois *et al.* (1991) en cultivos de *Artemia franciscana* bajo un régimen de cultivo estático, indicaron que la supervivencia final fue de 87%  $\pm$ 2 en densidades de 16 individuos/ml. Rodríguez-Almaraz *et al.* (2006), en un estudio de poblaciones naturales de *Artemia* determinaron que la densidad poblacional fluctúa entre 6-55 especímenes por L.

Cuadro 2. Supervivencia de larvas *Dendrocephalus spartaenovae* con respecto a la densidad poblacional en el cultivo mixto de microalgas.

Densidad (Individuos/100ml)	N	Supervivencia (%) promedios	DS
10	24	93,75a	±10,13
20	24	94,79a	±5,61
40	24	80,71b	±15,96

Medias con iguales letras no difieren estadísticamente entre si. Duncan  $\alpha$  0,05.

N= número de observaciones.

## Experimento 2

### Efecto de la edad en la supervivencia de *D. spartaenovae*

La edad mostró un efecto significativo ( $P < 0,0001$ ) en la supervivencia de *D. spartaenovae*. En la Figura se observa que a medida que los camarones duendes envejecen el porcentaje de supervivencia decrece. Los porcentajes más altos se ubicaron entre las edades de 6-19 días con promedios que oscilaban entre 100-86,11% y el promedio más bajo fue obtenido a los 32 días de vida con valor de 46,53%. En este ensayo se demuestra que la edad del individuo, es un factor que repercute directamente en la supervivencia de la especie.

Esta respuesta es la esperada; porque en la medida que cualquier individuo envejece las posibilidades de muerte aumentan, debido a varias causas: disminución de las actividades fisiológicas, condición genética, problemas en la adaptación a las condiciones ambientales, enfermedades y otros. Al respecto, López (1998), encontró resultados similares en la especie de *Thamnocephalus venezuelensis* llegando a valores entre 88 y 20% de supervivencia a los 27 días de desarrollo. De igual forma, García (1997) reportó el mismo comportamiento en la supervivencia de *Dendrocephalus geayi* con 76,7-63,3% en edades comprendidas entre 8-16 días de vida, respectivamente.

### Efecto de la densidad poblacional en la supervivencia de *D. spartaenovae*

En el Cuadro 3 se observa que el menor porcentaje de supervivencia en adultos fue para la densidad de 30 individuos/L con un promedio 76,54%, y los valores más altos de 80,79 y 83,33 % se encontraron en las menores densidades poblacionales de 4 y 10 individuos/L respectivamente.

El análisis de variancia detectó diferencias significativas ( $P < 0,0060$ ) de la densidad poblacional en la supervivencia de *D. spartaenovae* de 6-32 días de desarrollo. La supervivencia en *D. spartaenovae*, disminuyó en la medida en que se incrementó la densidad poblacional. Este aumento en el número de organismos muertos, quizás sea el producto de los cambios conductuales estresantes de los organismos ante la disminución del espacio físico, disminución de la cantidad de alimento, deterioro de la calidad del alimento y aumento de metabolitos en el medio. En poblaciones naturales de *Dendrocephalus geayi*, se han reportado densidades poblacionales de 0,4- 6 individuos/L (García, 1997). La abundancia poblacional expresada en individuos/L en dos especies de anostráceos del estado Lara, las cuales comparten el mismo hábitat fue entre 0,006-0,097 y 2-4 individuos/L para las especies de *Thamnocephalus venezuelensis* y *D. spartaenovae*, respectivamente (López, 1998).

### Efecto del sexo en la supervivencia de *D. spartaenovae*

Las hembras mostraron mayor supervivencia a las condiciones ambientales expuestas con 87,5%±20,83 que los machos con promedio de 72,92%±34,35. La variable sexo tuvo un efecto significativo ( $P < 0,0001$ ), en la supervivencia de los anostráceos. Los resultados observados en la Cuadro 4, muestran que los machos de *D. spartaenovae* son más susceptibles a las condiciones ambientales expuestas que las hembras, por lo tanto presentaron los menores porcentajes de supervivencia. Esto quizás refleje una condición genética de los machos a una mayor predisposición a la muerte y nos da información para ser considerada en condiciones de cultivo, tal y como aumentar la proporción de machos para evitar el detrimento en la producción de quistes.

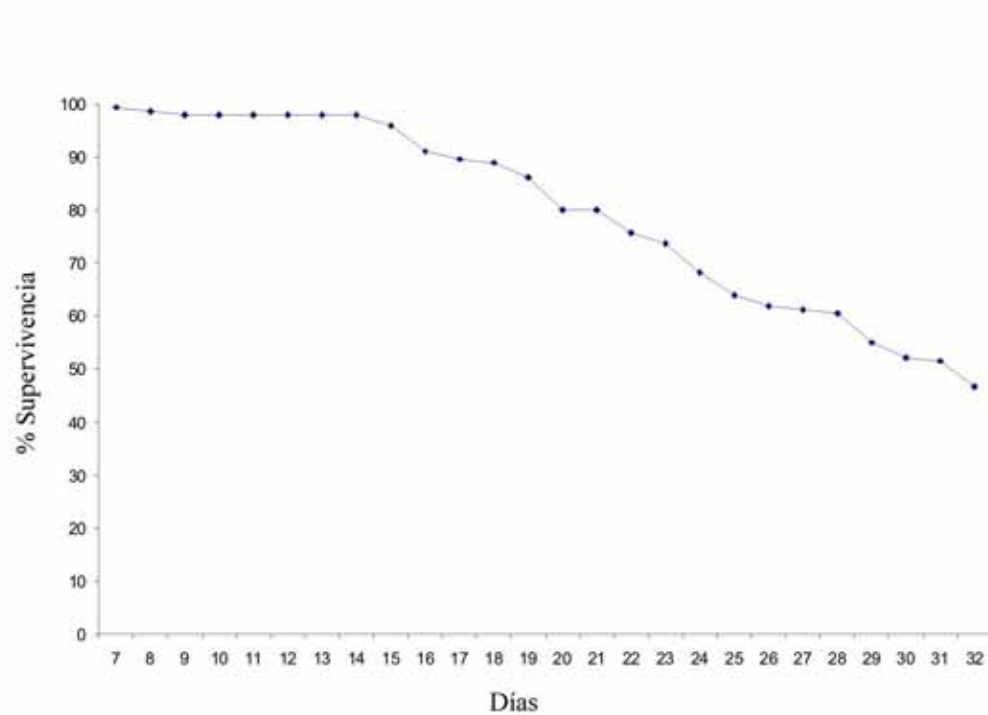


Figura. Efecto de la edad en la supervivencia de *Dendrocephalus spartaenovae*, alimentado con el cultivo mixto (*Pseudokirchneriella subcapitata* y *Chlorella vulgaris*) a una concentración de  $5 \cdot 10^5$  células/ml.

Cuadro 3. Supervivencia de *Dendrocephalus spartaenovae* con respecto a la densidad poblacional en un cultivo mixto.

Densidad (Individuos/L)	N	Supervivencia (%) promedios	Desviación típica
4	216	80,79a	±33,95
10	216	83,33a	±27,70
30	216	76,54b	±25,32

Medias con iguales letras no difieren estadísticamente entre si. Duncan  $\alpha$  0,05.

N = número de observaciones.

Cuadro 4. Supervivencia de *Dendrocephalus spartaenovae* con respecto al sexo en el cultivo mixto (500.000 cel/ml).

Sexo	N	Supervivencia (%) promedios	Desviación típica
Hembras	324	87,5 a	±20,83
Machos	324	72,94 b	±34,35

Medias con iguales letras no difieren estadísticamente entre si. Duncan  $\alpha$  0,05.

N = número de observaciones.

Esto por supuesto es una hipótesis que debe ser corroborada bajo condiciones experimentales, porque no se sabe con exactitud si las hembras copulan una o varias veces en su ciclo de vida, si lo hacen con uno o varios machos. López (1998), encontró en condiciones naturales proporciones de machos: hembras de *Dendrocephalus spartaenovae* de 1-3:1-2.

### CONCLUSIONES

La supervivencia de larvas y adultos de *Dendrocephalus spartaenovae* fue influenciada por los factores edad y densidad poblacional. En condiciones similares de cultivo, se recomienda densidades poblacionales de 100 a 200 y de 4 a 10 individuos/L en organismo de 1-6 y de 6-32 días de edad, respectivamente. Sin embargo, se hace necesario evaluar crecimiento y producción de quistes en similares condiciones experimentales, para tomar la mejor decisión en el cultivo de esta especie. En relación al género, los machos presentaron mayor predisposición a la muerte que las hembras con promedios de supervivencias de 72,94%, mientras que en hembras fue de 87,5%.

### LITERATURA CITADA

- Abreu-Grobois F. A., R. Briceño-Dueñas, M. A. Herrera and M. L. Malagón. 1991. A model for growth of *Artemia franciscana* cultures based food ration-dependent gross efficiencies. *Hydrobiol.*, 212: 27-37.
- Abu-Rezq T. S. and C. M. James. 1989. Evaluation of microbial SCP, microencapsulate diets and microalgae (*Nannochloropsis*) for producing the rotifer *Brachionus plicatilis* (L- Type) for aquaculture. *J Aquacult Trop.*, 4: 97-109.
- Anaya-Soto A., S. S. Sarma and S. Nandini. 2003. Longevity of the freshwater anostracan *Streptocephalus maikini* (Crustacean: Anostraca) in relation to food (*Chlorella vulgaris*) concentration. *Freshwat Biol.*, 48:432-439.
- D'Abramo R. L. 1979. Dietary fatty acid and temperature effects on the productivity of the cladoceran *Moina macrocopa*. *Biol Bull.*, 157: 234-248.
- García J. V. 1997. Aspectos del cultivo y producción de biomasa en la especie *Dendrocephalus geayi* (Anostraca, Thamnocephalidae). Tesis de *M. Sc.* UCV FC, Caracas, Venezuela. p. 129
- Godínez S. D. E., A. Hernández, J. Orozco y S. E. M. Godínez. 2003. Valorización entre la tasa de ingestión y supervivencia de larvas de camarón azul *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1871) nutridas con diferentes concentraciones de *Chaetoceros calcitrans* (Paulsen). *Zoot Trop.*, 21(2): 133-147.
- Korstad J., A. Neyts., T. Danielsen., I. Overrein and Y. Olsen. 1995. Use of swimming speed and egg ratio as predictors of the status of use rotifer cultures in aquaculture. *Hydrobiol.*, 313/314: 395-398.
- Leal L. 1998. Microalgas para la acuicultura. *Avances en el cultivo de microalgas y cianobacterias*. Maracaibo, Venezuela. pp. 26 - 55.
- López B. 1998. Algunos aspectos de las poblaciones de *Thamnocephalus venezuelensis* (Crustacea: Anostraca: Thamnocephalidae) en condiciones naturales y de cultivo en condiciones del laboratorio. Tesis de *M. Sc.* UCV FC, Caracas, Venezuela. p. 118.
- Mason D.T. 1963. The growth response of *Artemia salina* (L.) to various feeding regimes. *Crustac (Leiden)*; 5:138-150.
- Murugan G, and H.J. Dumont. 1995. Influence of light, DMSO and glycerol, on the hatchability of *Thamnocephalus platyurus* Packard cysts. *Hidrobiol.*, 298: 175 - 181.
- Rodríguez-Almaraz G. A., C. Zavala., R. Mendoza and A. M. Maeda-Martínez. 2006. Ecological and biological notes on the brine shrimp *Artemia* (Crustacea: Branchiopoda: Anostraca) from Carme Island, Baja California Sur, México. *Hidrobio.*, 560:417-423.
- Stein J.R. 1973. Growth media-freshwater. **In:** Stein J.R. (Ed.). *Handbook of Psychological Methods*, Cambridge University press, New York, pp. 3-23.
- Urabe J. 1991. Efecto food concentration on growth, reproduction and survivorship of *Bosmina longirostris* (Cladocera): an experimental study. *Freshwat Biol.*, 25: 1-8.

Voltolina D, M. Nieves y P. Piña. 1998. *Calidad de las microalgas para la acuicultura*. IV Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. La Paz, B.C.S México. pp. 1-8.

Yúfera M. and L. MLubián. 1990. Effects of microalgal diet on growth and development of invertebrates in marine aquaculture. **In:** Akatsuka I. (Ed).

Introduction to Applied Phycology. SPB. The Academic Publishing, The Hague, pp. 233-254.

Zarattini P. and G. Mura. 2004. The effects of food type on length-weight growth, sexual differentiation, and survival in *Chirocephalus ruffoi* (Anostraca) cultured under standard conditions. *J. of Crustac. Biol.*, 24: 225-231.

## Curva de selección de *Litopenaeus schmitti* y dos especies ícticas, capturados por la pesca artesanal de arrastre camaronera en el Golfo de Paria, estado Sucre, Venezuela

Ángel Marval<sup>1\*</sup>, Douglas Altuve<sup>1</sup>, Humberto Gil<sup>1</sup>, Germán Vizcaíno<sup>1</sup>, Gabriel Gómez<sup>1</sup> y Alexander Barrios<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas INIA Sucre/Nueva Esparta, Av. Carúpano, sector Caignire, Cumaná, estado Sucre. \*Correo electrónico: avgelo7@gmail.com.

<sup>2</sup>Universidad de Oriente (UDO), Instituto Oceanográfico de Venezuela. Cumaná, estado Sucre, Venezuela.

---

### RESUMEN

La extracción de camarones peneidos en etapa estuarina, es una actividad que genera una continua presión pesquera sobre los ecosistemas costeros de la zona intertropical, por tal motivo este estudio pretende evaluar la selectividad del sistema artesanal de arrastre con la red camaronera “Chica”. Las pescas se realizaron entre abril y noviembre de 2008, utilizando una red de arrastre de 11 m de longitud y 2,5 cm de luz de malla y un bote peñero propulsado por dos motores. En cada lance se barrió el fondo a profundidades menores a 5 m durante 30 min. Recobrada la red, los organismos obtenidos se separan y pesaron, respectivamente. Muestras de 3 kg fueron trasladadas y refrigeradas en el laboratorio del INIA Cumaná, estado Sucre. Una vez allí, se identificaron taxonómicamente utilizando un ictiómetro. Luego construyeron las estructuras de tallas de *Litopenaeus schmitti* por sexo separado, *Cathorops spixii* y *Cetengraulis edentulus*, aplicando la ecuación logística para determinar los rangos y las tallas de selección respectivos. El rango de talla para el camarón blanco hembra fluctuó entre 60 y 235 mm y la talla de selección  $L_{50\%}$  fue 138,62 mm, mientras que en machos la distribución de tallas se mostró entre 80 y 190 mm con una  $L_{50\%}$  de 131,09 mm. En los peces se observaron rangos de tallas que oscilaron entre 55 y 195 mm en *C. spixii* y en *C. edentulus* 75 y 170 mm, con un  $L_{50\%}$  de 105,19 mm y 124,19 mm, respectivamente. Se pudo observar, que el arte utilizado en esta pesquería es poco selectivo, ya que, retiene un gran número de organismos, la mayoría sin haber alcanzado una talla comercial.

*Palabras clave:* Golfo de Paria, Chica, *Litopenaeus schmitti*, talla de selección.

---

### Curve selection of *Litopenaeus schmitti* and two fish species caught by the artisanal shrimp trawl fishery in the Gulf of Paria, Sucre State, Venezuela

### ABSTRACT

The extraction of penaeid shrimp in estuarine stage, is an activity that generates a continuous fishing pressure on the coastal ecosystems of the intertropical zone, for that reason this study aims to evaluate the selectivity of the artisanal trawl system with the “Chica” shrimp net. The catches were made between April and November 2008, using a trawl net with 11 m of length and 2.5 cm of mesh's lighth and a small boat powered by two engines. In each sweep the bottom was trawled at depths below 5 m during 30 min. Net recovered the organism obtained were separated and weighed respectively. Three kg samples were transported refrigerated to the INIA laboratory in Cumana, Sucre State. Once there, they were taxonomically identified and a measured using a measuring board. Size structures of *Litopenaeus schmitti* were built separated by sex, *Cetengraulis edentulus* and *Cathorops spixii*, applying the logistic equation to determine the range and size of selection respectively. The size range for female

white shrimp fluctuated between 60 and 235 mm and the selection size  $L_{50\%}$  was 138.62 mm, whereas in males the size distribution was shown between 80 and 190 mm with a  $L_{50\%}$  of 131.09 mm. In the fishes, it was observed size range that oscillated between 55 and 195 mm in *C. spixii* and 75 and 170 mm *C. edentulus*, with a  $L_{50\%}$  of 105.19 mm and 124.19 mm respectively. It was observed that the gear used in this fishery is very selective as it retains a large number of bodies, most of them without having reached a commercial size.

*Keywords:* Gulf of Paria, Chica, *Litopenaeus schmitti*, size selection.

## INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores problemas que enfrenta la actividad pesquera es el uso de artes de pesca altamente destructivas del medio ambiente marino (Marcano y Alió, 2000). En este sentido, han realizado esfuerzos para reducir el impacto de las artes de pesca en los ecosistemas, sin embargo, frecuentemente ocurren capturas de especies de poca importancia comercial (Slavin, 1983). Estas especies no comerciales se le denomina fauna acompañante o “by-catch”.

Las pesquerías de camarón pueden capturar hasta 10 kg de peces por uno de camarón y en la actualidad esta actividad es la mayor productora de fauna acompañante, alcanzando hasta el 35% de las capturas a nivel mundial. (Alverson *et al.*, 1994; Clucas, 1998). Para mejorar el funcionamiento de la red camaronera existen dispositivos y modificaciones como el ojo de pescado (dispositivo de escape para peces) y la doble relinga. Con estas innovaciones las redes de arrastres pueden mejorar su selectividad, logrando desechar un número importante de organismos de la pesca accesorio o incidental.

Los rangos completos de tallas, ya sea en peces o crustáceos, no siempre están bajo el esquema de plena explotación. La mayor parte de las actividades de pesca, como, por ejemplo, los artes de arrastre son pocos selectivos a la hora de la captura (Sparre y Venema, 1997; Altuve *et al.*, 1999). Por tal razón, son importantes los estudios sobre la selectividad en la captura de las distintas especies, definida como la propiedad de un arte de pesca para capturar en distinta medida determinados tamaños de peces u otro organismo.

Por las consideraciones antes descritas, y debido al limitado conocimiento de los sistemas de explotación pesquera e inventario de los recursos demersales, se propuso esta investigación para determinar la curva de selección del camarón blanco *Litopenaeus schmitti*

y de dos especies ícticas incidentales (*Cetengraulis edentulus* y *Cathorops spixii*), en la pesca artesanal de arrastre camaronero con la red “Chica”, en esta importante zona pesquera.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El Golfo de Paria tiene un área de 7.600 Km<sup>2</sup>, su extensión en la dirección este-oeste es de 135 Km., mientras que en la dirección norte-sur, su longitud es de 72 Km. (Benítez y Okuda, 1976; Bonilla y Lin, 1979). El clima de la región se caracteriza por ser tropical, con poca variación de la temperatura a lo largo del año, la cual se mantiene alrededor de 26,5°C. Para este estudio, se tomó como puerto base la localidad de Irapa, la cual está ubicada entre la coordenada 10,5667°N y 62,5667°O.

Los muestreos se realizaron en fondos fangosos menores a 10 m de profundidad, distribuidos en 3 estaciones (E1, E2 y E3), entre las coordenadas 10,5561°N y 62,6918°O (caño Aruca) hasta los 10,5500°N y 62,5600°O (alrededores de Irapa; Figura 1).

### Recolección de las muestras

El estudio se desarrolló entre abril y noviembre de 2008, utilizando para la recolección de las muestras una red camaronera cuyas dimensiones de largo y relinga superior e inferior de 17, 10 y 11 m, respectivamente. La abertura de malla en el cuerpo y saco fueron 3,5 y 2,5 cm, respectivamente. El arte se arrastró con la ayuda de un bote peñero propulsado por 2 motores fuera de borda de 40 caballos de fuerza.

### Procesamiento de la muestra

El tamaño de los peces se estableció desde el hocico hasta el final de la aleta caudal, mientras en el camarón se tomó la distancia correspondiente desde la

parte anterior del rostro hasta la punta del telson, estas medidas se obtuvieron por medio de un íctiometro (de 1 mm de precisión). Se construyeron distribuciones de frecuencia de tallas en clases de 5 mm y el criterio para seleccionar las 2 especies de peces fue el número de organismos capturados durante las operaciones de pesca (abundancia).

### Curva de selección

Para la determinación de las tallas de capturas se utilizó la expresión matemática llamada Curva logística (Sparre y Venema, 1997).

$$S_L = \frac{1}{1 + \exp(S1 - S2 * L)}$$

Donde:

L= es la marca de clase del intervalo de talla.

S1 y S2= son constantes. S1=a (intercepto) y S2=b (pendiente).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para las especies capturadas por la pesca artesanal de arrastre en el Golfo de Paria, se procesaron un total de 1323 camarones, distribuidos en 724 hembras y 599 machos. El rango de selección ( $L_{50\%}$ ) para el camarón blanco hembra fue 138,62 mm, mientras que en machos el  $L_{50\%}$  fue 131,09 mm (Cuadro 1). En peces se analizaron un total de 1.093 organismos de *C. spixii* y 871 individuos de *C. edentulus*, rangos de selección que oscilaron entre 105,19 mm y 124,19 mm, respectivamente.

Uno de los aspectos que caracterizan a las poblaciones es que están formados por individuos de tallas diferentes (Csirke, 1989). En este estudio los datos obtenidos en *L. schmitti* hembras mostraron una distribución de frecuencia de tallas polimodal, que se ubicó entre 60 y 235 mm de longitud total (LT; Figura 2a). Los camarones machos al igual que las hembras presentaron una distribución de tallas polimodal, entre 80 y 190 mm LT (Figura 2b).

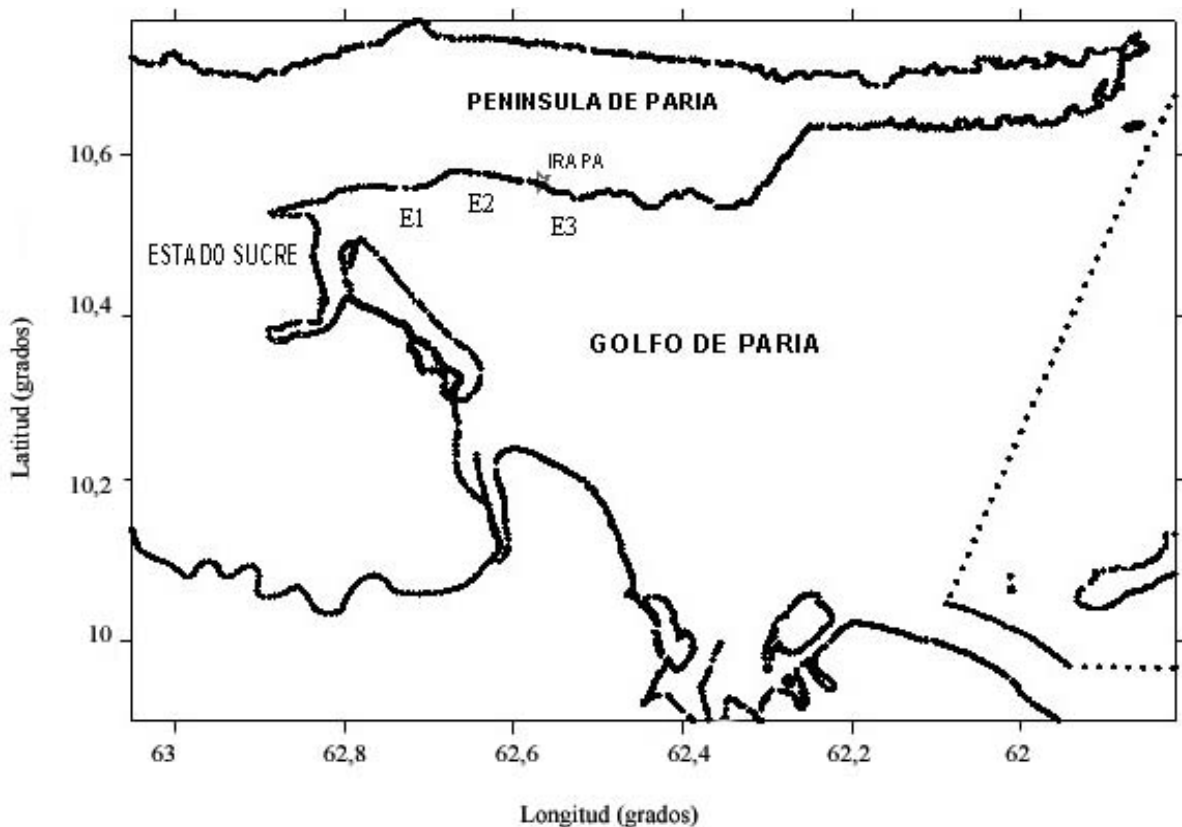


Figura 1. Área donde opera la flota artesanal camaronera y estaciones de pesca (E1, E2, E3) de la región noroccidental del Golfo de Paria,



Cuadro. Tallas de retención (mm) para camarones hembra (H) y macho (M) y dos especies de peces capturados por la pesca artesanal de arrastre camaronero en la región noroccidental del Golfo de Paria, estado Sucre, Venezuela.

Especies	Nombre vulgar	N	L25%	L50%	L75%
<i>Litopenaeus schmitti</i> H	Camarón blanco	724	126,26	138,62	150,98
<i>Litopenaeus schmitti</i> M	Camarón blanco	599	121,86	131,09	140,32
<i>Cathorops spixii</i>	Bagre cuinche	1.093	92,97	105,19	117,41
<i>Cetengraulis edentulus</i>	Rabo amarillo	871	115,06	124,19	133,33

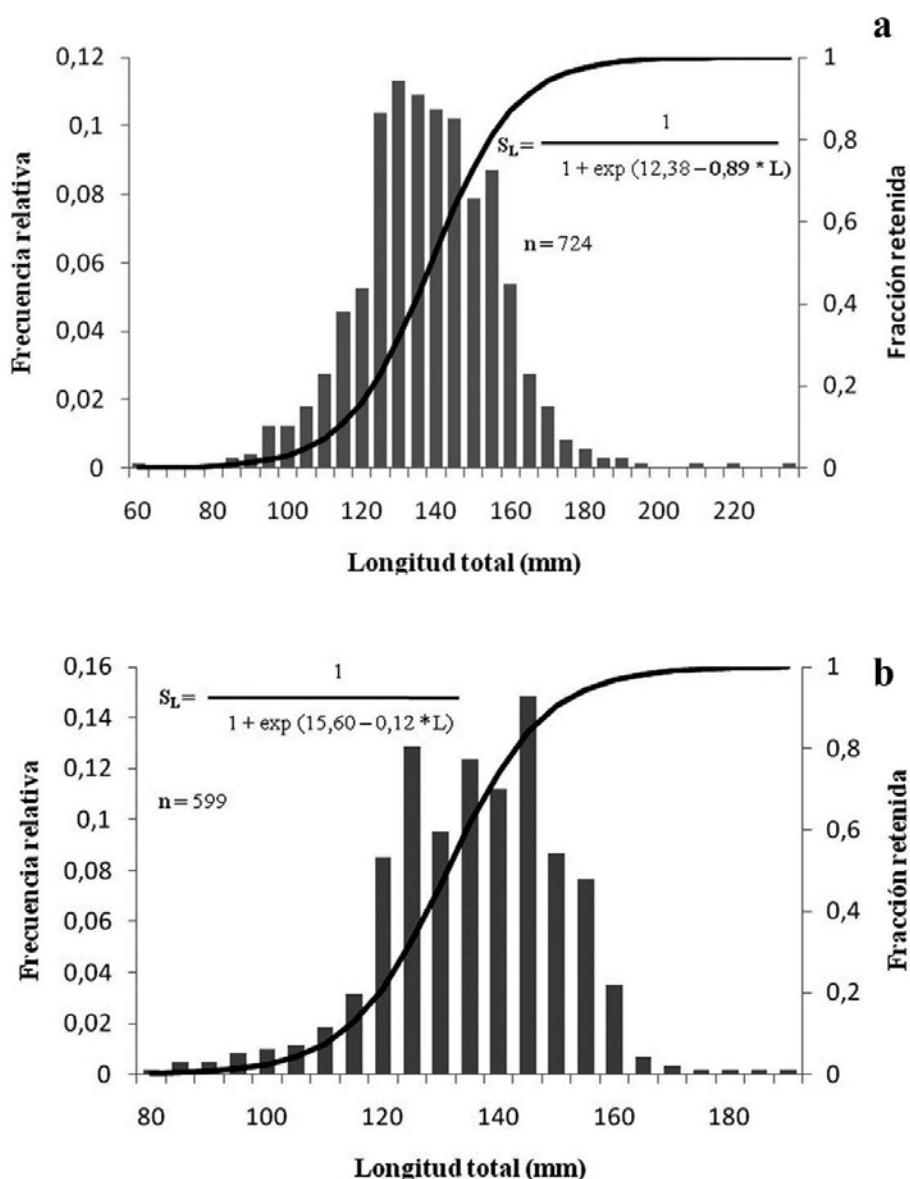


Figura 2.- Distribución de frecuencia (barras) y ojiva de selección (línea) de *Litopenaeus schmitti* hembras (a) y machos (b) capturados por la pesca artesanal de arrastre en el Golfo de Paria, estado Sucre, Venezuela.

Esto evidencia que la mayor cantidad de la fracción explotada corresponde a tallas intermedias o juveniles, ya que los organismos no presentaban maduración de las gónadas al momento de la evaluación.

En un estudio realizado por Alió *et al.* (1989) indicaron que los camarones *L. schmitti* en el Caño Pedernales, comenzaban a ser retenido por el arte a los 60 mm de LT, observándose una abundancia entre 110 y 150 mm. Estos resultados similares en el presente estudio, pueden demostrar la presencia de una fuerte migración de los elementos de la población a zonas de baja profundidad y con disponibilidad constante de alimento. Esta afirmación se basa en las diferencias observadas en la distribución de tallas, las cuales muestran organismos juveniles que son capturados por la pesca artesanal de la zona, dicha diferencia en el gradiente de tallas han sido observadas en camarones peneidos que se distribuyen en estuarios, canales y costas donde se desarrollan antes de llegar al período reproductivo (García y Le Reste, 1986).

Los ejemplares de bagre cuinche (*Cathorops spixii*), presentaron una distribución de talla bimodal, ubicada entre 55 y 195 mm de LT (Figura 3). Tijaro *et al.* (1998), reportaron la talla de madurez sexual y de captura para el chivo pamale (*C. spixii*) en las costas del Caribe colombiano de 235 y 220 mm de LT respectivamente.

Los individuos de *C. spixii* capturados por la pesca camaronera en el Golfo de Paria se encuentran en etapa juvenil, esto se comprueba con los resultados obtenidos por Carvajal (2007), en un estudio realizado en las cercanías del Golfo de Paria, en el Caño Pedernales (Delta del Orinoco), en la cual obtuvo intervalos de tallas entre 86 y 176 mm.

La captura de organismos de esta especie en etapa juvenil puede deberse a lo expresado por Santacruz (1988), quien señala, que es una especie eurífaga con patrón alimenticio oportunista de hábitos costero tropicales que se encuentran en fondos fangosos o arenosos en la parte baja de los ríos, estuarios y lagunas costeras en sus primeras etapas de desarrollo.

En cuanto a la distribución de tallas en la sardina rabo amarillo (*Cetengraulis edentulus*), se obtuvo un rango de selección entre 75 y 170 mm de LT (Figura 4), presentando una distribución polimodal. Osorio y Báez (2002a) en un estudio que evaluó las relaciones biométricas de la bocona (*C. edentulus*), en el Caribe colombiano, indicaron una distribución de tallas entre 72 y 174 mm de LT, resultados concuerdan con los observados en la región nororiental del Golfo de Paria. Esta especie alcanza su talla de madurez sexual a entre los 89 y 94 mm de LT (Osorio y Báez, 2002b), lo cual indica que la captura del organismo por este arte de pesca no impacta en las poblaciones de juveniles que habitan en la zona.

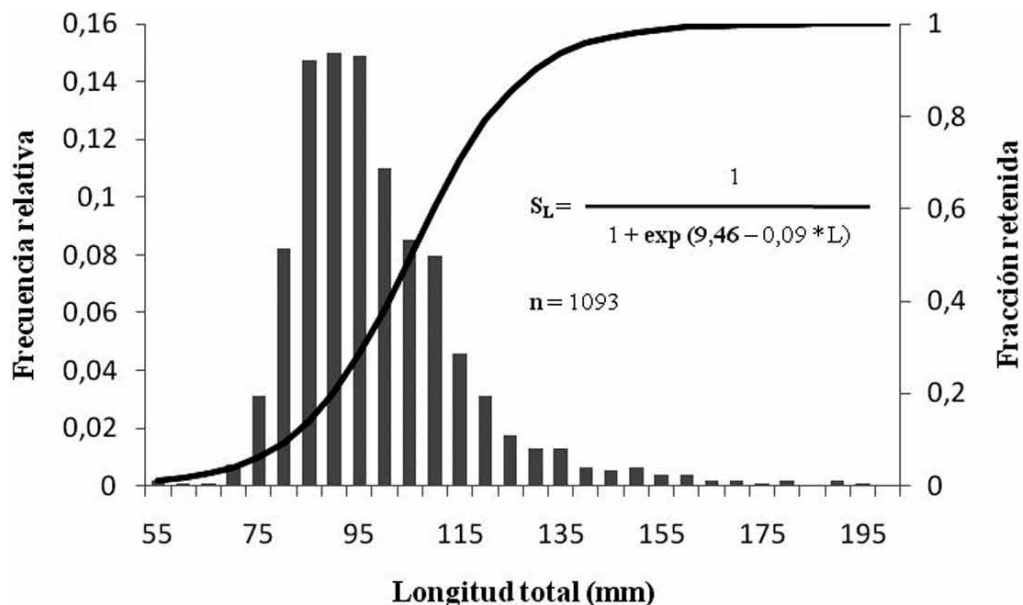


Figura 3.- Distribución de frecuencia (barras) y ojiva de selección (línea) de bagre cuinche (*Cathorops spixii*) capturado por la flota camaronera en el Golfo de Paria.

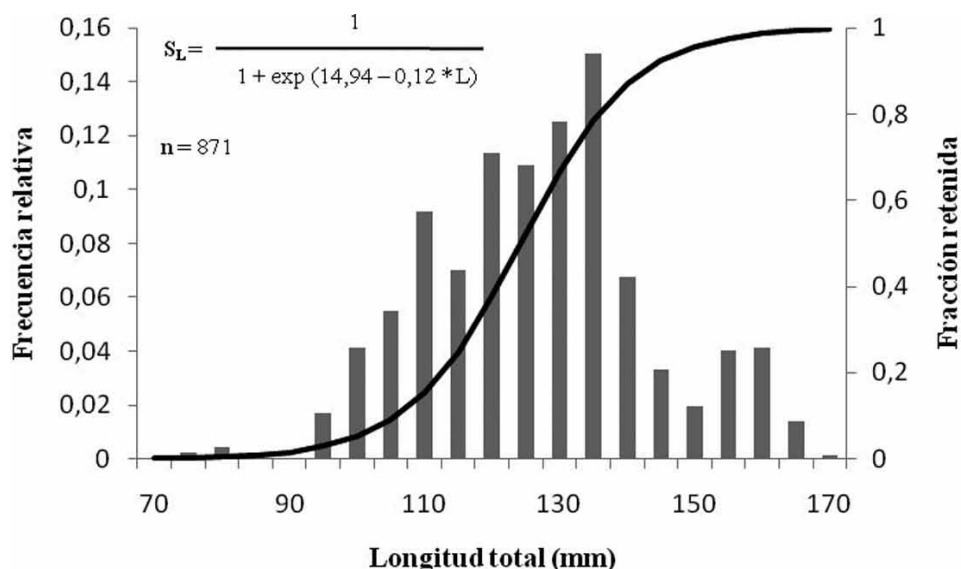


Figura 4.- Distribución de frecuencia (barras) y ojiva de selección (línea) de *Cetengraulis edentulus* (sardina rabo amarillo) extraída por la flota artesanal de arrastre del Golfo de Paría.

Los resultados obtenidos en este estudio revelan una amplia gama de tallas, propiciado por el uso de un arte de pesca poco selectivo. De igual forma, es pertinente señalar el hecho de que la flota artesanal camaronera en el Golfo de Paría opera en fondos someros, a profundidades por debajo de los 10 m, esto explicaría la presencia de ejemplares juveniles o de tallas pequeñas en las capturas, pues esta fracción de tamaño comúnmente se asocia a fondos someros. En estudios realizados en el Caribe colombiano han identificado a la profundidad como un factor determinante para la estructuración de las tallas de la fauna (García *et al.*, 1998; Manjarres *et al.*, 2001). Otra razón que puede inferir es el carácter estuarino de la zona estudiada, ya que este ofrece las condiciones favorables para juveniles de camarones, diversas especies de peces como *C. spixii* y especies pequeñas como *C. edentulus*, propias de este tipo de habitat (Cervigón *et al.*, 1992).

La pesca artesanal de arrastre camaronera afecta las comunidades demersales mediante la remoción selectiva de individuos de un determinado rango de tallas y la modificación del hábitat (Hall, 1999). A medida que el nivel de explotación de un recurso o un área de pesca se incrementa, se tiende a reducir la selectividad del arte (moviendo la curva de selección hacia la izquierda), causando incremento en la fauna acompañante y en la captura de individuos de tallas menores (Cook, 2003).

## CONCLUSIÓN

Las redes que se utilizan en la costa norte del Golfo de Paría para la pesca comercial del camarón blanco *Litopenaeus schmitti* capturan un gran número de organismos, los cuales no presentan tallas aptas para la comercialización, siendo desechadas al mar por carecer de importancia. Esta afectación de dicho ecosistema pudiese llevar a una sobre explotación de recursos pesqueros importantes, los cuales por no haber alcanzado su madurez sexual no contribuirían con el aporte de nuevos reclutas a este sistema estuarino. En otro sentido, los stocks con importancia pesquera se verían seriamente afectados, debido a que los organismos potencialmente comerciales no alcanzarían tallas para formar la porción pesquera explotable. Por tal motivo, las redes deben presentar modificaciones o dispositivos que mejore la selectividad de las mismas, impidiendo la captura de organismos demersales que no hayan alcanzado la madurez sexual o no cumplan con las tallas mínimas de comercialización. Estas previsiones podrían mejorar la producción de camarones y muchas especies de peces en el futuro, los cuales utilizan el golfo como zona de desove, alimentación o crecimiento.

## LITERATURA CITADA

Alió, J., M. Boada, D. Altuve, D. Briceño, L. Marcano y J. Granadillo. 1989. Evaluación

- de la disponibilidad de postlarvas de camarones peneidos en la región nororiental de Venezuela. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuaria. Informe Técnico. p 89.
- Altuve, D., L. Marcano, J. Alió y R. Álvarez. 1999. National report of Venezuela. Venezuela shrimp fisheries in the Atlantic margin of Guayana. FAO. Report of Activity, 46: 67-75.
- Alverson, D., M. Freeberg, J. Pope and J. Murawski. 1994. A global assessment of fisheries by-catch and discard. FAO Fish. Tech. Pap. 339: 1-233.
- Benítez, J. y T. Okuda. 1976. Distribución del nitrógeno orgánico particulado en el Golfo de Paria. Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente. 15 (1):3-14.
- Bonilla, J y A. Lin. 1979. Materia orgánica en los sedimentos de los Golfos de Paria y Cariaco, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente. 18 (1 y 2):37-52.
- Carvajal, Y. 2007. Cambios estacionales de la comunidad de peces y macrocrustáceos decápodos en la región de Pedernales, Estado Delta Amacuro. Tesis pregrado. Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. p 118.
- Cervigón, F.; R. Cipriani, W. Fisher, L. Garibaldi, M. Hemdrick, A. Lemus, R. Márquez, J. Poutiers, G. Robaina y B. Rodríguez. 1992. Especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de sur América. FAO. p 513.
- Clucas, I. 1998. La fauna acompañante? Es una bonificación del mar? INFOPESCA Int. (38): 33-37.
- Cook, R. 2003. The magnitude and impact of by-catch mortality by fishing gear. Resp. Fish. Mar. Eco. FAO: p 448.
- Csirke, J. 1989. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. FAO Informe Técnico de Pesca (192): p 82.
- García, S., L. Duarte and D. Von Schiller. 1998. Demersal fish assemblages of de Gulf of Salamanca Colombia (Southern Caribbean Sea) Mar. Ecol. Prog. Ser. (174): 13-25.
- García, S. y L. Reste. 1986. Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros. FAO documento técnico de pesca, (203): 210.
- Hall, S. 1999. The effects of fishing on marine ecosystems and communities. Black-Well Science. Oxford, p 274.
- Manjarres, L., C. García y A. Acero. 2001. Caracterización ecológica de las asociaciones de peces demersales del Caribe colombiano norte con énfasis en pargo (Lutjanidae). Bol. Inst. Inv. Mar. (30): 77-107.
- Marcano, L y J. Alió. 2000. La pesca artesanal de arrastre en Venezuela: II. Capturas incidentales. FONAIAP Divulga (65): 1-5
- Osorio, D. y M. Báez. 2002a. Relaciones biométricas de la bocona *Cetengraulis edentulus* (Cuvier, 1829; Pisces: Clupeiformes) en el sector costero, Isla de Salamanca, Caribe colombiano. Rev. Invest. mar. (23): 113-120.
- Osorio, D. y M. Báez. 2002b. Reproducción de la bocona *Cetengraulis edentulus* (Cuvier, 1829; Pisces: Clupeiformes) en el sector costero, Isla de Salamanca, Caribe colombiano. Rev. Invest. Mar. 23(2):129-139.
- Santacruz, A. 1988. Contribución al estudio biológico pesquero de la fauna íctica acompañante en la pesca de arrastre de camarón por barcos arrastreros en el Golfo de Morrosquillo, Mar Caribe colombiano. Trabajo de Pregrado Biología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. p 83.
- Slavin, J. 1983. Utilización de la Pesca Acompañante del Camarón. En Pesca Acompañante del Camarón-Un regalo del Mar. FAO. Roma-Ottawa, Ontario: 67-71.
- Sparre, P. y S. Venema. 1997. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAO. p 413.
- Tijaro, R., M. Rueda y A. Santos. 1998. Dinámica poblacional del chivo mapale *Cathorops spixii* en la ciénaga grande de Santa Marta y complejo de Pajarales, Caribe colombiano. Bol. Invets. Mar. Cost. (27): 87-102.



## Hábitos alimenticios del marao fósforo *Hemirhamphus brasiliensis* de los alrededores de la Isla de Cubagua, Venezuela

Yelipza Longart<sup>1</sup>, Vanessa Acosta<sup>1\*</sup>, Bertha Parra<sup>2</sup> y María Lista<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Oriente (UDO). Escuela de Ciencias. Departamento. Biología, Cumaná, Sucre. Venezuela.

\*Correo electrónico: vanessaacosta@yahoo.com.

<sup>2</sup>UDO. Instituto Oceanográfico de Venezuela. Laboratorio de Biología Pesquera. Departamento Biología Pesquera. Cumaná, Sucre. Venezuela.

---

### RESUMEN

Con la finalidad de determinar los hábitos alimenticios del Marao fósforo *Hemirhamphus brasiliensis*, se estudiaron un total de 371 ejemplares, colectados en los alrededores de la Isla de Cubagua durante marzo 2002 y marzo 2003, a los cuales se les extrajeron los sistemas branquiales y digestivos, para ser analizados. El aparato branquial del Marao fósforo, está constituido por 4 pares de arcos branquiales; el primer arco presentó un promedio de 30 branquiespinas y una longitud media de 34,49 mm; mientras que el tracto digestivo se encontró dispuesto a todo lo largo del cuerpo con una longitud promedio de 143,54 mm, casi sin diferenciación externa. Microscópicamente, en la parte interna se apreciaron numerosos y pequeños pliegues que diferencian el esófago, o el estómago, con pliegues más pronunciados, paredes elásticas y ausencia de ciegos pilóricos y el intestino, de paredes delgadas con un menor número de pliegues. El índice de llenado fue de 1,10 y el índice de vacuidad de 0, no se encontraron tractos digestivos vacíos. La especie consume principalmente moluscos de las familias Janthinidae y Planaxidae, seguido de restos de material vegetal (*Thalassia* sp.), restos de peces y huevos de celenterados, lo que lo ubica como un pez de hábitos omnívoros.

*Palabras clave:* *Hemirhamphus brasiliensis*, hábitos alimenticios.

---

### Food habits of the marao phosphorus *Hemirhamphus brasiliensis* of the surroundings of Cubagua's Island, Venezuela

### ABSTRACT

In order to determine the feeding habits of phosphorus Marao *Hemirhamphus brasiliensis*, a total of 371 specimens collected around Cubagua Island during March 2002 and March 2003 were studied. Gills and digestive systems were extracted for analysis. The phosphorus Marao branchial apparatus, consists of 4 pairs of gill arches, the first arch had an average of 30 gills and an average length of 34.49 mm, while the digestive tract was exposed along the body with average length of 143.54 mm with almost no external differentiation. Microscopically, on the inside numerous small folds were observed that differentiate the esophagus from stomach, folds more pronounced, and no elastic walls and gut caeca, thin-walled with a smaller number of folds. The filling rate was 1.10 and the vacuity index 0, no digestive tracts were found empty. The species consumed mostly molluscs and Planaxidae Janthinidae families, followed by the remains of plant material (*Thalassia* sp.), remains of fish eggs and coelenterates, which places it as an omnivorous fish habits.

*Keywords:* *Hemirhamphus brasiliensis*, feeding habits.

## INTRODUCCIÓN

El conocimiento de los procesos bioprodutivos y funcionales de las especies, constituyen un elemento básico para el manejo adecuado de los ecosistemas marinos y para su máximo aprovechamiento tanto desde el punto de vista pesquero como para el desarrollo de la acuicultura (Claro, 1994).

La importancia de conocer la alimentación, en los peces radica en que a nivel económico, podría servir de base para la fabricación de alimentos, en el caso de cultivos de peces, y en lo ecológico permite determinar su papel en el flujo energético en los ecosistemas marinos.

La especie *Hemirhamphus brasiliensis*, conocida vulgarmente como marao fósforo, es un pez perteneciente a la familia Hemirhamphidae, del orden Beloniformes, que es un grupo hermano de los Exocoetidae (Nelson, 1994). Los peces de esta familia poseen el cuerpo alargado y su característica principal consiste en tener la mandíbula inferior muy prolongada. Estos peces tienen representantes en los ríos de Sudamérica (Bohlke y Chaplin, 1968; Fischer, 1977; Guitart, 1979; Collette *et al.*, 1983; Cervigón, 1991), aunque existen muy pocos géneros con especies estuarinas.

Del género *Hemirhamphus*, la especie *H. brasiliensis*, es una de las más abundantes en Venezuela; presenta una coloración azul verdosa en la parte dorsal con algunos tonos amarillentos a los lados del cuerpo, con vientre blanco y reflejos plateados. El lóbulo superior de la aleta caudal es amarillo-naranja vivo, así como la parte de la aleta dorsal y anal. Esta especie se distribuye a ambos lados del Atlántico.

En cuanto a su alimentación existen pocos estudios sobre las especies de esta familia. No obstante, se pueden citar los siguientes trabajos: Vasconcelos-Filho *et al.* (1984), quienes realizaron un estudio ecológico de la zona Itamaraca, Pernambuco, Brasil, donde analizaron los hábitos alimenticios de algunos peces estuarinos, incluyendo a *H. brasiliensis*, mientras que Pimenta *et al.* (2005), efectuaron estudios sobre la reproducción y el análisis del contenido estomacal de *Istiophorus platypterus* en Río de Janeiro, Brasil y mencionan que *H. brasiliensis* es un consumidor de moluscos.

La escasa información en nuestro país sobre esta especie, junto con la importancia comercial y el valor que tiene el conocimiento de los aspectos biológicos de las especies potenciales para la piscicultura, propició la realización del presente estudio el cual se enfocó en realizar un análisis completo del tracto digestivo, con el objeto de determinar los hábitos alimenticios del marao fósforo (*H. brasiliensis*).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

Las muestras para la presente investigación se colectaron en los alrededores de la Isla de Cubagua, la cual posee una superficie de 22,4 Km<sup>2</sup> y un perímetro de 25 Km; es muy árida y con vegetación escasa. Los vientos alisios soplan sobre ella con fuerza la mayor parte del año, pero con más intensidad entre marzo y abril. Está ubicada, geográficamente, entre 10° 47' y 10° 51' latitud Norte y 61° 8' y 64°14' longitud Oeste (Figura 1).

Los ejemplares de *H. brasiliensis* (Figura 2), fueron recolectados mensualmente desde marzo de 2002 hasta marzo del 2003, mediante capturas realizadas en un bote peñero, utilizando una red o chinchorro de playa de 80m x 8 m, con malla de ¼ de pulgada y "nylon" No 12. Es importante destacar que los muestreos fueron realizados de 7:10 am a 4:30 pm con un intervalo de 3 horas aproximadamente.

Particularmente, durante el mes de febrero de 2003 se prolongaron hasta las 7:30 pm, con el propósito de observar el itinerario alimenticio y este fue relacionado con el resto del muestreo. Las muestras se guardaron en bolsas plásticas etiquetadas y preservadas en cavas con hielo, procediendo al traslado al laboratorio para su posterior análisis. Todos los peces fueron medidos en su longitud total (LT) y longitud estándar (LE); y pesados en una balanza con una precisión de 0,1 mm y 0,1 g, respectivamente.

Una vez extraídos los aparatos branquiales y digestivos, fueron colocados en formalina al 10% durante 48 horas y luego transferidos a alcohol al 70% para su preservación. En el aparato branquial, se determinó el número de branquiaspinas y la longitud del primer arco branquial y posteriormente se relacionó con la LE mediante un análisis de regresión (Sokal y Rohlf, 1981).

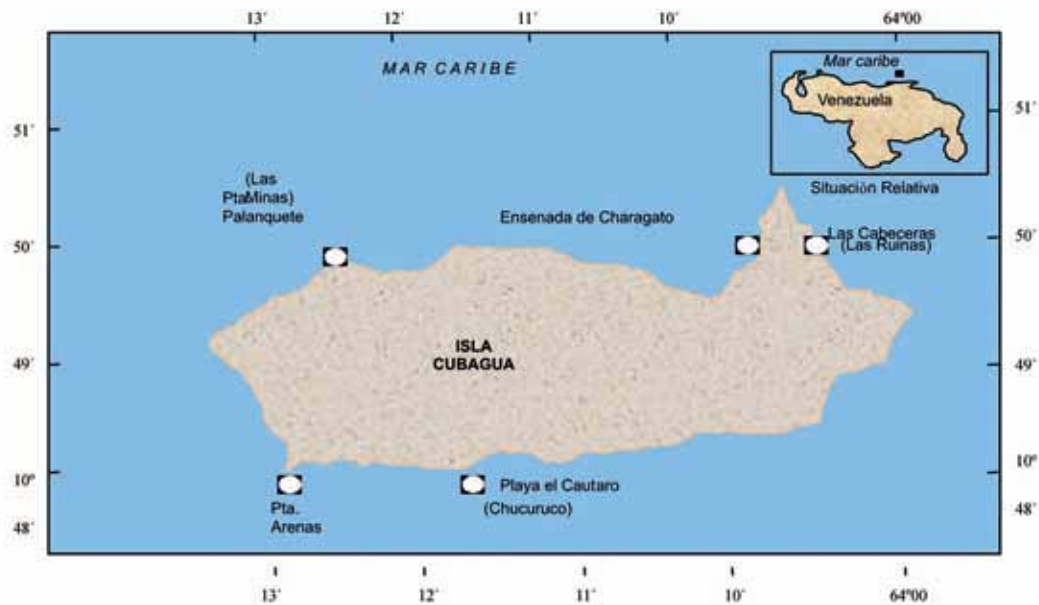


Figura 1. Ubicación relativa de la Isla de Cubagua.

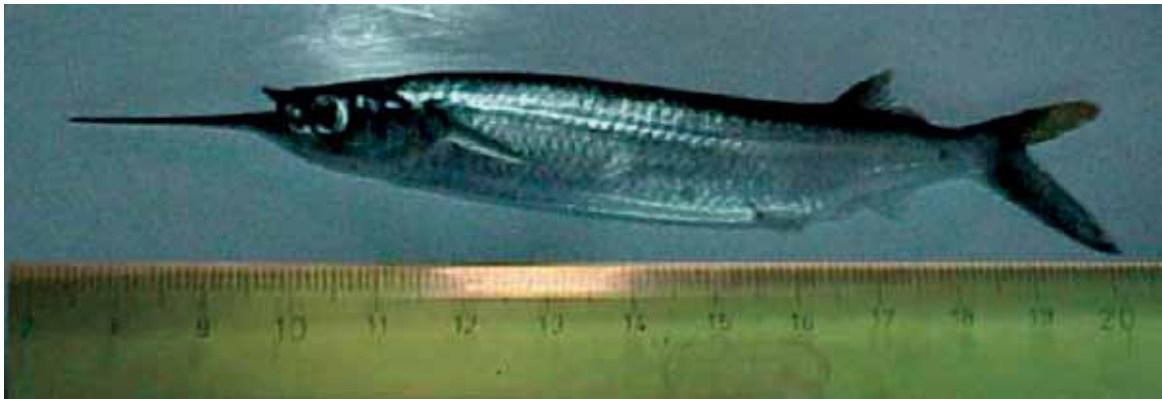


Figura 2. Aspecto externo de *Hemirhamphus brasiliensis* (Linnaeus, 1758).

En cuanto al aparato digestivo, se tomó la medida y el peso del tracto digestivo completo, ya que este no se pudo diferenciar externamente, y una vez extraído el contenido, se pesó la membrana o tracto digestivo vacío. Se aplicó un análisis de regresión para determinar el tipo de relación existente entre la LE del pez con respecto a la longitud del tracto digestivo.

El contenido del tracto digestivo, se colocó en una cápsula de Petri y fue analizado bajo un microscopio estereoscópico, para identificar el tipo de alimento consumido por la especie.

La identificación de los ítems o renglones alimenticios encontrados se determinó hasta el mínimo taxón que el estado del alimento permitió.

El análisis del alimento consumido se realizó según los métodos de Frecuencia de Ocurrencia ( $F = n/NE$ ), resultando  $n$ : número de tractos donde se encontró un determinado alimento,  $NE$ : número de tractos examinados (Albertine-Berhaut, 1973). Se utilizó la siguiente escala, que distingue tres categorías de presas:  $F > 0,4$  preferenciales;  $0,1 < F < 0,4$  secundarias;  $F < 0,1$  accidentales.



Por otra parte, se estableció la Ocurrencia Numérica (On), que es el número de ocurrencia de determinada presa/número total de presas presentes multiplicado x 100 (Holden y Raitt, 1975). Se realizó un análisis de varianza doble y comparación *a posteriori* de las medias, a través del método de Duncan (Steel y Torrie, 1989), para precisar diferencias en el contenido del tracto digestivo entre meses y el tipo de alimento preferido.

Además, se determinaron los siguientes índices: Índice de llenado ( $IF\% = PcT/PT \times 100$ ), donde PcT: peso del contenido del tracto digestivo en gramos y PT: peso total del cuerpo del pez (Straskraba *et al.*, 1966, citado por Hyslop, 1980), y la escala de Yañez–Arancibia *et al.* (1976) para clasificar los tractos digestivos. Se aplicó un análisis de regresión (Sokal y Rohlf, 1981), para relacionar el índice de llenado con la LE del pez, peso del cuerpo y una *t* de Student para observar si existían diferencias en cuanto al IF entre sexos. Se determinó el índice de vacuidad (IV), que es el número de tractos digestivos vacíos/número de tractos digestivos examinados (Albertine–Berhaut, 1973).

El índice del tracto digestivo ( $ITD = LTD/LE$ ), donde LTD: longitud del tracto digestivo y LE, permitió ubicar la categoría trófica de la especie de acuerdo a la escala,  $ITD < 0,5$  carnívoros;  $0,5 < ITD < 1$  omnívoros;  $ITD > 1$  herbívoros. Se aplicó una *t* de Student para observar la diferencia del ITD en cuanto al sexo.

Estos índices se utilizan para el caso de peces que tienen bien diferenciado el estómago, por lo que fueron ligeramente modificados para adaptarlo a la condición del tracto digestivo completo. Es importante destacar que antes de realizar los análisis referidos en cada ejemplar se realizó la determinación sexual respectiva.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los ejemplares estudiados, fueron adultos en su mayoría, y representados por un 66,08% de hembras, 19,64% de machos y un 14,28% de organismos indeterminados. La LE promedio, desde el comienzo de la mandíbula superior hasta el complejo hipural, fue de 278,170 mm con variación entre 206 y 335 mm, y el peso osciló entre 38,48 y 187,15 g con un promedio de 107,65 g. Es importante señalar, que se capturaron peces durante todo el período de muestreo.

El estudio de la alimentación permite explicar variaciones de crecimiento, y ciertos aspectos de la reproducción, migraciones, comportamiento y ubicación trófica (Rosecchi y Nouaze, 1987, citado por Sergipense *et al.*, 1999). Con el examen macroscópico de los ejemplares se pudo observar que *H. brasiliensis*, presenta un tracto digestivo a lo largo del cuerpo, casi indiferenciado externamente, constituido por boca, esófago, estómago, intestino y el orificio anal en su parte terminal; además posee estructuras anexas al sistema como el aparato branquial y el hígado (Figura 3).

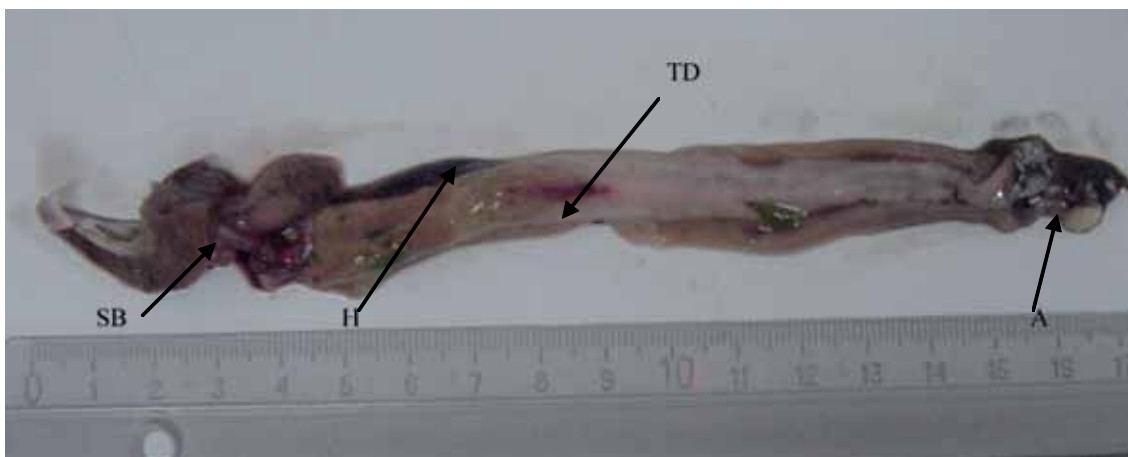


Figura 3. Aspecto externo del tracto digestivo de *H. Brasiliensis*. SB: Sistema branquial, H: hígado, TD: Tracto digestivo, A: Ano.

### Aparato branquial

Esta constituido por 4 pares de arcos branquiales. El primer arco presenta en la parte dorsolateral de 21 a 38 branquispinas con un promedio de 30 branquispinas, distribuidas de 15 a 29 en la parte inferior y de 6 a 10 en la superior observándose cortas y delgadas. No existe relación lineal entre el número de branquispinas y la LE del pez, ni con la longitud del arco branquial. Al respecto, Prejs y Colomine (1981), señalan que existe una relación entre el número de branquispinas y los hábitos alimenticios; además informan que un estudio morfológico-funcional del pez puede, en general, indicar el tipo de alimento que es capaz de consumir y lo que puede utilizar. En este sentido, *H. brasiliensis* presenta un número de branquispinas que caracterizan a una especie omnívora (se alimenta tanto de material vegetal como moluscos y peces).

Es importante señalar, que la longitud del primer arco branquial varió entre 23,64 y 64,28 mm con un promedio de 34,49 mm, y de acuerdo a esta observación se puede inferir que el espacio interbranquispinas aumenta con la talla, debido a las necesidades de los ejemplares de tallas más grandes de consumir presas de mayor tamaño (se infiere dado que la longitud del arco branquial aumenta a medida que el pez crece, no así el número de branquispinas).

### Tracto digestivo

La constitución anatómica del tracto digestivo es un criterio básico para determinar el tipo de alimentación en los peces, ya que la estructura del aparato digestivo varía o es influenciada por el régimen alimentario (Torres, 1986). En *H. brasiliensis*, la boca termina en un pico, cuya mandíbula inferior más prolongada posee en su extremo una coloración rojo intensa. Presenta un tracto digestivo a todo lo largo del cuerpo, casi sin diferenciación externa.

Internamente se puede apreciar microscópicamente la presencia de ciertos pliegues con variación en su forma. El esófago muestra pliegues numerosos y pequeños; el estómago presenta pliegues más pronunciados, de paredes elásticas y sin ciegos pilóricos; el intestino presenta paredes delgadas con un menor número de pliegues. El tracto digestivo registra una longitud promedio de 143,54 mm.

Según Nikolsky (1963), existe una relación entre el largo del intestino y el tipo de alimento consumido por

la especie. Por lo general, aquellos organismos que se alimentan a base de plantas poseen un intestino más largo, que aquellos alimentados de animales. En el caso de *H. brasiliensis* el intestino está en proporción con el cuerpo, por lo que se podría pensar que es un pez carnívoro; sin embargo, se pudo observar que se alimenta tanto de elementos vegetales como animales indicando que es un organismo omnívoro.

### Análisis del contenido del tracto digestivo (Métodos cualitativos)

a) *Frecuencia de ocurrencia (F): Hemirhamphus brasiliensis* tiene preferencias alimenticias por los moluscos, principalmente de las familias Janthinidae y Planaxidae, seguido de restos de material vegetal (*Thalassia* sp.), restos de peces y huevos de celenterados. Además, se encontraron otros renglones alimenticios en menor proporción tales como ojos de miscidáceos, restos de insectos, restos de coral, grasas, piedras, crustáceos y arena (Figura 4).

Por su parte, Vasconcellos-Filho *et al.* (1984) estudiaron los hábitos alimentarios de algunos peces estuarinos de la zona en Itamaraca, Pernambuco, Brasil, donde incluyen a *H. brasiliensis* y reportan que su alimentación esta compuesta principalmente por crustáceos, moluscos, diatomeas y peces, lo que en gran parte coincide con los resultados de este estudio.

Se puede señalar, que el material vegetal observado en el tracto digestivo estuvo presente durante todos los meses de muestreo, y mostró un promedio anual de 0,40 para la frecuencia de ocurrencia y 21,83 para la ocurrencia numérica, mientras que los moluscos no se encontraron durante los meses de noviembre y diciembre de 2002, y su ausencia puede deberse entre otros factores a que estos moluscos (Janthinidae y Planaxidae), que son flotantes, por lo que pudieron ser arrastrados hacia otras zonas, particularmente durante esos meses, cuando ocurrieron fuertes marejadas en el área estudio.

El ANOVA realizado con los datos de frecuencia de ocurrencia indicó que existen diferencias significativas mensuales en los hábitos alimenticios de *H. brasiliensis* ( $P < 0,05$ ;  $F_s = 1,96$ ; significativa), y se observa un mayor consumo de alimento durante los meses de mayo, noviembre y diciembre de 2002, pero no entre los tipos de alimento consumidos (0,49; no significativa).

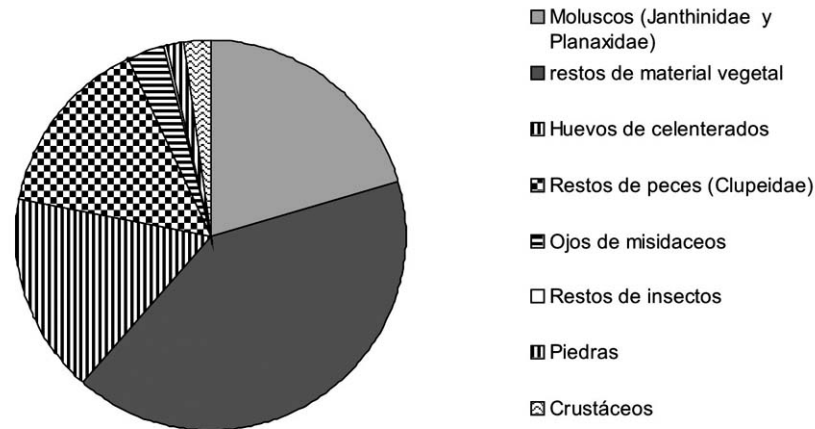


Figura 4. Frecuencia de ocurrencia de los ítems alimenticios de *H. brasiliensis* de la isla de Cubagua, durante el periodo marzo 2002 a marzo de 2003.

Este pez, consumió indiferentemente moluscos, restos de material vegetal, huevos de celenterados y restos de peces. Tal diferencia observada en cuanto al consumo de alimento no es apreciada, puesto que en los meses que se observó mayor media, no existió una muestra significativa. Autores como Keast y Weeb (1966, citados por Claro, 1994), plantean que los peces tropicales presentan hábitos alimenticios más especializados que los de aguas templadas; aunque esto puede ser cierto, el concepto de especialización no parece ser el más adecuado, ya que en los estómagos e intestinos, es difícil encontrar una especie que no posea varios tipos de alimentos a la vez; por esta razón la mayoría de las especies tropicales pueden ser consideradas como oportunistas tróficos con diferentes grados de generalización de sus hábitos alimentarios.

Las especies oportunistas tróficas pueden, ante determinadas condiciones de la base alimentaria, presentar diferentes espectros alimentarios. Además el grado de generalización de los hábitos alimenticios, también es mayor entre las especies tropicales, debido a la gran variabilidad faunística de los arrecifes, acompañada de una relativamente baja biomasa de cada especie.

*b) Ocurrencia Numérica (ON):* la composición del espectro alimenticio, en orden de preferencia consta de restos de material vegetal, moluscos, huevos de celenterados y restos de peces (Figura 5). Se encontró que no existen diferencias significativas mensuales en los hábitos alimenticios ( $F_s= 1,714$ ; no significativa), ni entre los tipos de alimentos consumidos por la especie

(1,072; no significativa). Por otro lado, durante todos los meses de estudio se encontró material digerido (MDNI), en el tracto digestivo el cual no pudo ser identificado, y ocupó un 50,25 % (F) y un 73% (ON) del promedio anual.

#### Métodos cuantitativos

*a) Índice de Llenado: Hemirhamphus brasiliensis,* presentó un índice de llenado anual de 1,10 lo que indica que no hay presencia de tractos digestivos vacíos. El índice de llenado osciló entre 0,180 (semilleno) en el mes de marzo de 2003 y 7,398 (lleno) en el mes de julio de 2002. La mayoría de los tractos digestivos examinados se encontraron en estado lleno (72,78 %; Cuadro 1); observándose gran cantidad de material digerido, que no pudo ser identificado, durante todos los meses de muestreo. No se encontraron diferencias mensuales entre los índices de llenado ( $F_s= 0,061$ ; no significativa), ni entre sexos ( $F_s= 1,43$ ; no significativa).

Al relacionar el índice de llenado con la longitud estándar del pez, se pudo comprobar que existe una relación altamente significativa entre ambas variables ( $F_s= 26,74$ ; altamente significativa), al igual que la relación entre el índice de llenado (ILL) y el peso del cuerpo ( $F_s= 18,44$ ; altamente significativa), es decir el índice de llenado aumenta a medida que el pez crece en longitud y peso (Cuadro 2). Al agrupar los organismos por clases de tallas, el ILL aumenta al acercarse a las tallas mayores; además que la mayoría de los organismos poseen una talla mayor a los 240 mm de LE.

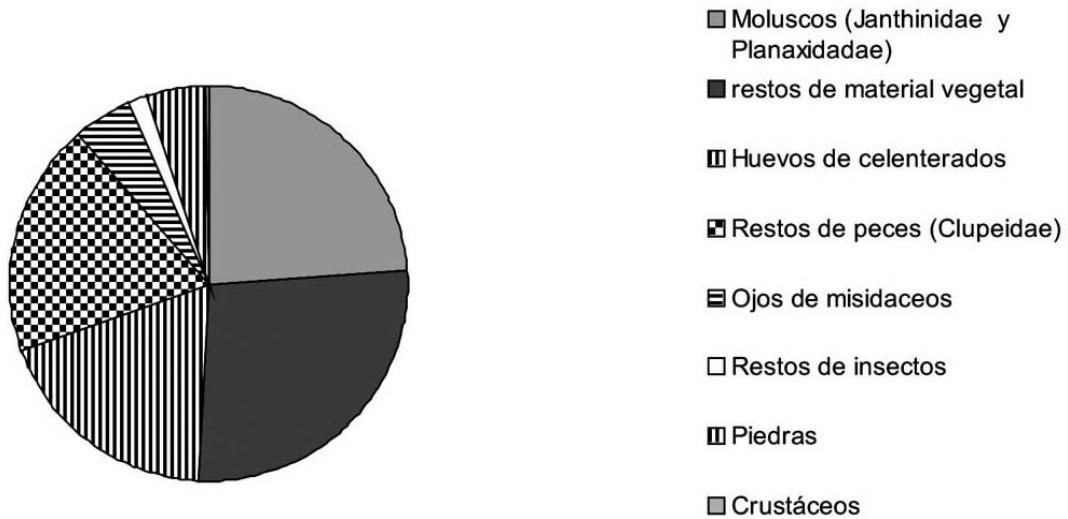


Figura 5. Ocurrencia numérica de los ítems alimenticios *H. brasiliensis* de la isla de Cubagua, durante el período marzo 2002 a marzo de 2003.

Cuadro 1. Variación del número de ejemplares de *H. brasiliensis* de la isla de Cubagua según el grado de llenado del tracto digestivo. LI= lleno SII= semilleno.

Meses	N	Estado de llena	
		LI	SII
Mar-2002	16	13	3
Abr-2002	47	29	18
May-2002	6	5	1
Jun-2002	15	15	0
Jul-2002	40	35	5
Ago-2002	38	35	3
Sep-2002	7	7	0
Oct-2002	31	26	5
Nov-2002	2	2	0
Dic-2002	2	2	0
Ene-2003	61	24	37
Feb-2003	42	33	9
Mar-2003	64	44	20
Total	371	270	101
Promedio		20,77	7,77

Cuadro 2. Resumen estadístico de la relación entre la longitud estándar (LE) y el índice de llenado (ILL), el peso corporal (Pcuerpo) y el índice de llenado, la LE y el índice intestinal (Ii), y la LE y la longitud el tracto digestivo (Ltracto), en el marao fósforo *Hemirhamphus brasiliensis* de la isla de Cubagua, Venezuela.

Variables	N	a	b	r <sup>2</sup>	Fs
LE – ILL	371	-0,0174	0,0001	0,26	26,74***
Pcuerpo –ILL	371	0,025	7,9361E-05	0,22	18,44***
LE – Ii	371	0,2999	0,0007	0,26	26,49***
LE – Ltracto	371	-57,4331	0,7198	0,67	299,17 ***

N: tamaño de la muestra; a: intercepto; b: pendiente; r<sup>2</sup>: coeficiente de determinación; Fs: Fisher; \*\*\*: altamente significativa.

b) *Índice de vacuidad*: de los 371 organismos analizados, ninguno mostró tractos digestivos vacíos, lo que quiere decir que el índice de vacuidad presenta un valor de 0, ya que las muestras fueron capturadas en horas en las que los peces recién habían ingerido el alimento o no había transcurrido tiempo suficiente para digerirlo todo.

c) *Índice del tracto digestivo*: *Hemirhamphus brasiliensis* presentó un índice del tracto digestivo promedio de  $0,51 \pm 0,07$  con valores comprendidos entre 0,04 y 0,84. El total de los ejemplares analizados presentaron un índice intestinal por debajo de 1, y no se encontraron diferencias de este índice entre sexos (Fs= 0,94; no significativa).

Al relacionar la LE con la longitud del tracto digestivo se observó una relación altamente significativa (la longitud del tracto digestivo está estrechamente relacionada con el tamaño del cuerpo; Fs= 299,17; altamente significativa).

La especie *H. brasiliensis*, se encuentra ubicada dentro de los organismos omnívoros, ubicación que coincide con la señalada por Cervigón (1991), para la región nororiental y el archipiélago de Los Roques, que señalan que este pez se alimenta tanto de algas macroscópicas flotantes o adheridas al sustrato como de organismos zooplanctónicos, e incluso pequeños peces, dieta muy similar a la encontrada en este estudio.

Sin embargo, Randall (1967) al estudiar los peces de las Indias Occidentales, señala que *H. brasiliensis* es un pez herbívoro; las diferencias podrían estar relacionadas con el área de estudio o el tamaño de la muestra analizada.

De acuerdo al itinerario alimenticio, se pudo observar la mayor cantidad de tractos digestivos llenos a media mañana (9:30 a 10:20 am), al final de la mañana (11:00 am), a la media tarde (2:54 pm) y al final de la tarde (4:20 a 4:30 pm; Cuadro 3 ), lo que corrobora que la especie tiene una actividad de alimentación muy amplia y sus horas de alimentación estaban probablemente muy cerca de las horas en que fueron capturados; el hecho de encontrar material digerido se puede explicar porque fueron capturados un tiempo después del proceso de ingestión del alimento o por el método de traslado y conservación de las muestras, ya que, el proceso digestivo continúa aún después de muerto el organismo.

Además, no se observaron organismos regurgitados, lo que hace inferir que el método de captura fue adecuado para esta especie. Durante el mes de febrero de 2003 se realizó un muestreo con la finalidad de obtener una información más precisa acerca de las horas de alimentación del pez, donde se pudo comprobar que las horas de mayor actividad alimenticia fueron aproximadamente desde las 10:30am hasta las 4:30 pm.

Cuadro 3. Itinerario de la alimentación, estado de llenado de *H. brasiliensis* en las diferentes estaciones de la isla de Cubagua. Ll = lleno; Sll = Semillero.

Mes	N	Estación	Hora de captura	Estado de llenado	
				Ll	Sll
Dic-2002	2	Charagato	07:10 a.m.	2	0
Sep-2002	4	Charagato	07:40 a.m.	4	0
Ene-2003	13	Pta. Arenas	09:30 a.m.	9	4
Mar-2003	4	Las Minas	10:00 a.m.	4	0
Ago-2002	25	Pta. Arenas	10:10 a.m.	22	3
Mar-2002	4	Las Minas	10:20 a.m.	3	1
Sep-2002	1	Chucuruco	10:25 a.m.	1	0
Mar-2002	3	Chucuruco	10:30 a.m.	2	1
Feb-2003	7	Las Ruinas	10:30 a.m.	4	3
Feb-2003	1	Las Minas	10:30 a.m.	1	0
Abr-2002	6	Pta. Arenas	11:00 a.m.	6	0
Jun-2002	4	Pta. Arenas	11:00 a.m.	4	0
Oct-2002	8	Chucuruco	11:40 a.m.	5	3
Ago-2002	13	Chucuruco	11:45 a.m.	13	0
Jul-2002	4	Chucuruco	12:00 p.m.	4	0
Mar-2003	60	Las Minas	01:00 p.m.	40	20
Abr-2002	24	Las Minas	01:19 p.m.	14	10
Feb-2003	6	Las Minas	01:30 p.m.	6	0
Jun-2002	11	Las Minas	02:30 p.m.	11	0
Ene-2003	48	Las Minas	02:50 p.m.	15	33
Oct-2002	23	Las Minas	02:54 p.m.	21	2
May-2002	5	Charagato	03:20 p.m.	4	1
Sep-2002	2	Charagato	03:25 p.m.	2	0
Mar-2002	9	Charagato	03:40 p.m.	8	1
Nov-2002	2	Charagato	03:46 p.m.	2	0
Abr-2002	17	Charagato	04:18 p.m.	9	8
Jul-2002	36	Las Minas	04:20 p.m.	31	5
Feb-2003	19	Las Minas	04:30 p.m.	18	1
Feb-2003	10	Las Minas	07:30 p.m.	5	5
Total	371			270	101

## CONCLUSIONES

La población de *Hemirhamphus brasiliensis*, de la isla de Cubagua mostró una longitud promedio de 278,170 mm con variación entre 206 y 335 mm y un peso promedio de 107,65 g comprendido entre 38,48 y 187,15 g. Se encontró una relación entre la LE y la longitud del tracto digestivo.

*Hemirhamphus brasiliensis*, es una especie omnívora que consume principalmente moluscos de las familias Janthinidae y Planaxidae, y restos de *Thalassia* sp.

El valor del índice del tracto digestivo para la especie fue de 0,51.

En la Isla de Cubagua la especie presenta una mayor actividad alimenticia entre las 10:30 am y las 4:30 pm.

## LITERATURA CITADA

- Albertine-Berhaut, J. 1973. Biologie des stades juveniles de teleosteens mugilidae, *Mugil auratus* Risso 1810, *Mugil capito* Cuvier 1829 et *Mugil saliens* Risso 1810 (Biology of the juvenile stages of the mugilidae teleosts *Mugil auratus* Risso 1810, *Mugil capito* Cuvier 1829 and *Mugil saliens* Risso 1810). *Aquaculture*, 2: 251-266.
- Bohlke, J. and C. Chaplin. 1968. Fishes of the Bahamas and adjacent tropical water. *Acad. Nat. Sci. Phil.* p 728.
- Cervigón, F. 1991. Los peces marinos de Venezuela. Vol. I. Fundación Científica Los Roques, Caracas, Venezuela. p 425.
- Claro, R. 1994. Ecología de los peces marinos de Cuba. Centro de Investigaciones de Quintana ROO, México. p 525.
- Collete, B., N. Parin. and S. Mitos. 1983. Beloniforms: development and relationships. Ontogeny and systematics of fishes. Special Publication (Nro. 1) Am. Soc. of Ichthyol. Herpetol. 335-354.
- Fischer, A. 1977. Species identification sheets for fishery purposes. Western Central Atlantic (Fishery area). 31). FAO, Rome. II: p 459.
- Guitart, D. 1979. Sinopsis de los peces marinos de Cuba. Ed. Científica Técnica. Tomo I. p 454.
- Holden, M. y D. Raitt. 1975. Métodos para investigar los recursos pesqueros y su aplicación. Manual de Ciencia Pesquera Parte 2. Documento Técnico. F.A.O., Pesca (115) Roma. p 211.
- Hyslop, E. 1980. Stomach contents analysis. A reviews of methods and their application. *J. Fish. Bio.* 17: 411 – 429.
- Nelson, J. 1994. Fishes of the world. 3<sup>rd</sup> ed. John Willey & Sons, Inc. New york. p 600.
- Nikolsky, G. 1963. The ecology of fishes. Academy Press Inc, New York. p 352.
- Pimenta, E., G. Lima, J. Cordeiro, M. Tardelli. and A. Amorim. 2005. Reproduction and stomach content analysis of sailfish, *Istiophorus platypterus*, of Rio de Janeiro State, RJ, Brazil. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 58(5): 1589-1596.
- Prejs, A. y G. Colomine. 1981. Método para el estudio de los alimentos y las relaciones tróficas de los peces. Imprenta Universitaria, U.C.V., Caracas, Venezuela. p 129.
- Randall, J. 1967. Food habits of reef fishes of the West Indies. *Inst. Mar. Biol.* pp 665 – 673.
- Sergipense, S., E. Pellegrini e I. Sazima. 1999. Morfología e hábitos alimentares de duas especies de Engraulidae (Teleostei, Clupeiformes) na Baía de Sepetiba, Río de Janeiro. *Rev. Bras. Oceanogr.* 47(2): 173 –188,
- Sokal, R. y F. Rohlf. 1981. Biometría: principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. Ed. Blume, Madrid, España. p 832.
- Steel, R. y J. Torrie. 1989. Bioestadística: principios y procedimientos. Segunda Edición (Primera en Español). Ed. Mc Graw – Hill, México. p 622.
- Torres, A. 1986. Aspectos Biológicos del carite lucio *Scomberomorus cavalla* (Cuvier, 1829), (Pisces: Scombridae) en el Norte del estado Sucre, Venezuela. Trabajo de grado de Grado. *Mag. Sc. Cienc. Mar.* Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. p 166.

Vasconcelos-Filho, A., D. Guedes, E. Galiza and S. Azevedo – Araujo. 1984. Ecologic Study of the Itamaraca zone, Pernambuco – Brazil. 27. Feeding habits of some estuarine fishes. Trab. Oceanogr. Univ. FED. Pernambuco. 18: 231 – 260.

Yañez – Arancibia, A. J. Curiel – Gomez y V. de Yañez. 1976. Prospección biológica y ecológica del bagre marino *Galeichthys caerulescens* (Gunther) en el sistema de la Laguna Costera de Guerrero, México (Pisces1975.: Aridae). Centro Cien. Mar\_y Limnol. Univ. Nac. Autón de México. 3 (1): 125 – 180.





## **Descripción y variación mensual de las etapas reproductivas de la pepitona *Arca zebra* (Swainson, 1833) en el banco de Chacopata, península de Araya, estado Sucre, Venezuela**

María Lista<sup>1</sup>, Antulio Prieto<sup>1</sup>, Carlos Velásquez<sup>1</sup>, César Lodeiros<sup>2</sup>, Vanessa Acosta<sup>1\*</sup>, Yelipza Longart<sup>1</sup> y Gilma Hernández<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Oriente (UDO). Escuela de Ciencias. Departamento Biología. Cumaná, Sucre. Venezuela.

\*Correo electrónico: vanessaacosta@yahoo.com.

<sup>2</sup>UDO. Instituto Oceanográfico de Venezuela. Laboratorio de Acuicultura, Departamento Biología Pesquera. Cumaná, Sucre. Venezuela.

<sup>3</sup>UDO. Instituto de Investigaciones en Biomedicina y Ciencias Aplicadas (IIBCA). Cumaná, Sucre. Venezuela.

---

### **RESUMEN**

Se estudió la variación mensual (12 meses) de las etapas reproductivas e histológicas en ejemplares adultos de *Arca zebra*, recolectados en el banco natural de Chacopata, estado Sucre, Venezuela. Las características histológicas del tejido gonadal se describieron en función de los siguientes estadios reproductivos: reposo (0), inicio de la madurez (I), madurez total (II), desove parcial (III), desove total y degeneración (IV). No se encontraron diferencias significativas en la proporción total de sexos, aunque este parámetro difirió significativamente de una relación 1M:1H en algunos meses. La especie presenta asincronía en la maduración de los folículos, sin embargo, el análisis cuantitativo reveló que los estadios II y III estuvieron presentes durante todo el período de muestreo. Se observaron los cinco estadios de maduración gonadal en hembras, pero solamente los estadios I al III en machos. Las frecuencias de los estadios se relacionaron con las variaciones significativas que presentaron los promedios mensuales del diámetro de los folículos y del lumen en ambos sexos. El diámetro promedio de los óvulos maduros fue de  $6,00 \pm 0,11 \mu\text{m}$ , presentando su máxima proporción en el estadio II. El incremento del estadio II, observado desde julio hasta septiembre 2002, se correlacionó con aumentos de temperatura, mientras que el incremento del estadio III coincidió con disminuciones de temperatura observados desde octubre de 2002 hasta enero de 2003. Tanto la salinidad como la concentración de clorofila a mostraron escasa variación durante el estudio, indicando que no son factores limitantes durante el proceso reproductivo de la especie. Se concluye que las alteraciones en la temperatura del agua parecen ser el principal factor asociado a las variaciones en el ciclo reproductivo en *A. zebra*.

*Palabras clave:* *Arca zebra*, estadios reproductivos, factores ambientales, maduración sexual.

---

### **Description and monthly variation in reproductive stages of the clam *Arca zebra* (Swainson, 1833) in the Chacopata bank, Araya peninsula, Sucre state, Venezuela**

### **ABSTRACT**

Monthly variation (12 months) in reproductive stages and histology in adult specimens of *Arca zebra* harvested from natural bed of Chacopata, Sucre state, Venezuela were studied. The histological characteristics of gonadal tissue were described according to their reproductive stages: resting (0), onset of maturity (I), total maturity (II), partial spawning (III), total spawning and degeneration (IV). There were no significant differences in the total proportion of sexes, although there was significant differences in the 1M:1F relation in some months. The species presents asynchrony in the maturation of the follicles, however, quantitative analysis shows that while stages II

and III were present throughout the sampling period. Males were observed in stages 0 and IV, but in females. Changes in the frequency of the stages were associated with significant variations presented the monthly mean diameter of follicles and the lumen in both sexes, were always higher in females. The average diameter of mature eggs was  $5,88 \pm 0,11 \mu\text{m}$ , showing its highest proportion in stage II. The increase in stage II observed from July to September 2002 was correlated with increases in temperature, while the increase of stage III coincides with the observed temperature decreases from October 2002 to January 2003. Salinity showed little variation, and the chlorophyll remained constant during the study, indicating that there is a limiting factor, so it is suggested that temperature is the main factor associated with reproductive changes in *A. zebra*.

*Keywords:* *Arca zebra*, reproductive stages, environmental factors, sexual maturation.

## INTRODUCCIÓN

La reproducción de moluscos bivalvos marinos en aguas templadas ha sido objeto de numerosas investigaciones, mientras que en el trópico este aspecto ha sido poco estudiado. De las especies de bivalvos marinos tropicales en Venezuela, la pepitona, *Arca zebra*, (Swainson, 1833), ha tenido especial atención debido a la importancia económica que reviste para el país, particularmente por ser el segundo rubro en producción en el estado Sucre después de la sardina (Mendoza, 1999). La explotación de pepitonas es una actividad realizada en poblaciones de la región noreste de la península de Araya, donde la mayoría de sus habitantes obtienen ingresos económicos de la captura, procesamiento y comercialización de esta especie.

Estudios realizados en el nororiente de Venezuela en relación a aspectos reproductivos de *A. zebra*, han establecido una escala de madurez sexual de cinco estadios (Nakal, 1979), ocurriendo la diferenciación sexual primero en los machos y altos índices de engorde desde enero hasta abril (Mora, 1985). Por su parte, García (1987) estudió el ciclo reproductivo, encontrando predominio de madurez total y altos índices de engorde para los meses de junio y julio en tallas superiores a los 60 mm.

Esta especie, también presenta una producción individual máxima de tejido seco entre los 6 y 9 meses de edad (Saint-Aubyn *et al.*, 1999). En el banco de Chacopata, se ha evaluado la influencia de los factores ambientales sobre el tejido gonadal y somático de este bivalvo señalando que los valores de la masa seca de las gónadas estuvieron asociadas con las oscilaciones de la temperatura (Prieto y Sain-Aubyn, 1998; Lista *et al.*, 2006). Dada la importancia

económica de esta especie, en la presente investigación se describen las etapas reproductivas y su variación mensual en el banco de Chacopata, península de Araya, estado Sucre, con el objetivo de contribuir con el conocimiento de la biología reproductiva de esta especie y aportar datos que permitan hacer un manejo sustentable basado en su ciclo reproductivo y los factores ambientales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Entre junio de 2002 y junio de 2003 se recolectaron, mensualmente ejemplares adultos de la pepitona, *Arca zebra* (>70 mm), en el banco natural de Chacopata, península de Araya, estado Sucre, Venezuela entre las coordenadas  $10^{\circ} 42' - 10^{\circ} 46' \text{ N.}$  y  $63^{\circ} 46' - 63^{\circ} 54' \text{ W.}$  Las capturas se realizaron con una rastra de 120 x 86 cm a una profundidad aproximada de 8 m. Los moluscos fueron colocados en contenedores isotérmicos con una temperatura entre 10 y  $15^{\circ}\text{C}$ , para evitar la inducción al desove por "shock" térmico.

Los estadios reproductivos se analizaron siguiendo la técnica de Howard y Smith, (1983), haciendo cortes de 5 y 9  $\mu\text{m}$  de espesor, con micrótopo marca Leica modelo rm2035 y coloreándolos con Hematoxilina de Harris y Eosina. Posteriormente, utilizando un microscopio de luz Olympus BMAX-50, se identificaron los estadios de maduración en machos y hembras, tomando como referencia la clasificación de Nakal (1979); la cual consiste en la identificación de los siguientes estadios gonádicos: reposo (0), inicio de la madurez (I), madurez total (II), desove parcial (III), desove total y degeneración (IV). El estado de desarrollo gonádico fue determinado tomando en cuenta el estadio predominante en los folículos (Vélez, 1975; Marcano, 1984).

Para caracterizar el grado de desarrollo histológico en los ejemplares machos, se midió el diámetro de los folículos, del lumen y de la altura del epitelio, mientras que en las hembras se midió el diámetro de los folículos, del lumen y el de los ovocitos, con un microscopio de luz, Olympus, BMAX-50. Las fotomicrografías se transfirieron al computador con una tarjeta capturadora de imágenes Dazzle 50 y se analizaron con el software Sigma Scan Pro (versión 5). Los parámetros cuantitativos permitieron caracterizar el estado de los ejemplares. Tanto en hembras como en machos la caracterización de los parámetros histológicos, por estadio y por mes, se realizó con el 20% de los folículos y ovocitos presentes en los cortes.

### Factores ambientales

La temperatura del área fue monitoreada diariamente en el sitio de extracción de las muestras a intervalos de 30 min con un termógrafo (Sealog, Vemco Canadá). Sin embargo, por fallas electrónicas del termógrafo sólo se registraron datos en el segundo semestre del 2002. Los datos del primer semestre del 2003 fueron suministrado por medio de satélite, previamente procesados por métodos matemáticos. La biomasa fitoplanctónica, representada por la clorofila *a* (Strickland y Parson, 1972), se determinó mediante la toma semanal por triplicado de muestras de agua de mar en el sitio de captura de los ejemplares, con una botella de Niskin de 5 l de capacidad, las cuales fueron transvasadas a envases plásticos y transportadas al laboratorio.

La salinidad se comprobó por el método de conductividad eléctrica usando un salinómetro inductivo de 0,001 de precisión, marca KHALICO 118WC200.

### Análisis Estadísticos

Para el análisis de los datos se utilizó la estadística descriptiva y el análisis de varianza simple, con la finalidad de determinar las diferencias existentes en las variables, folículo y lumen de la pepitona *A. zebra*, tomando como factores los meses y estadios; así mismo, la frecuencia de machos y hembras por meses. También se aplicó un análisis de correlación de la sumatoria de los porcentajes mensuales en ambos sexos del estadio de máxima gametogénesis (II) con los factores ambientales (Sokal y Rohlf, 1981).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El diámetro de los ovocitos fue mayor en el estadio II ( $5,88 \pm 0,11$ ) y menor en 0 ( $3,25 \pm 0,36$ ; Cuadro). El diámetro del folículo en hembras también fue mayor en el estadio II ( $28,98 \pm 1,17$ ), mientras que en los machos en el estadio I ( $19,71 \pm 5,39$ ). Es de resaltar que no se encontraron machos en estadios 0 y IV. Con respecto al diámetro del lumen, en las hembras alcanzó un máximo valor en el estadio 0 ( $24,86 \pm 7,41$ ) y en los machos en el estadio III ( $7,79 \pm 0,70$ ). El diámetro del lumen en el estadio II no pudo ser medido, debido a que estaba totalmente lleno de gametos sexuales.

Cuadro. Diámetro (promedio  $\pm$  EE) de ovocitos ( $\mu\text{m}$ ), folículo y lumen en hembras y diámetro del lumen, folículo y altura del epitelio en machos en los diferentes estadios reproductivos (0, I, II, III y IV) de la pepitona *Arca zebra*, en la localidad de Chacopata, estado Sucre, Venezuela.

	Estadios reproductivos				
	0	I	II	III	IV
Ovocitos (♀)	$3,25 \pm 0,36$	$4,84 \pm 0,28$	$5,88 \pm 0,11$	$5,55 \pm 0,14$	$3,79 \pm 0,19$
Folículo (♀)	$25,45 \pm 7,33$	$17,16 \pm 1,07$	$28,98 \pm 1,17$	$27,46 \pm 0,01$	$23,01 \pm 1,98$
Lumen (♀)	$24,86 \pm 7,41$	$4,03 \pm 1,00$		$12,48 \pm 0,62$	$21,53 \pm 2,14$
Lumen (♂)		$5,80 \pm 0,91$		$7,79 \pm 0,70$	
Folículo (♂)		$19,71 \pm 5,39$	$25,22 \pm 1,72$	$22,27 \pm 1,79$	
Altura de epitelio (♂)		$6,89 \pm 2,61$		$9,08 \pm 0,68$	

### Proporción sexual

Debido a que se examinaron ejemplares con tallas mayores de 70 mm de longitud, no se obtuvo diferencias significativas en la frecuencia sexual de la población en general, a causa que el 48,03% fueron machos y el 51,97% hembras ( $P>0,05$ ). Sin embargo, se observaron diferencias significativas en algunos meses de muestreo ( $P<0,05$ ), ya que, los machos dominaron en junio y diciembre de 2002; y enero, febrero y abril de 2003; mientras que las hembras fueron más numerosas en julio, octubre, noviembre de 2002; y mayo y junio de 2003. Sólo en agosto y septiembre 2002 y marzo de 2003, la proporción de sexos en adultos fue equilibrada (Figura 1).

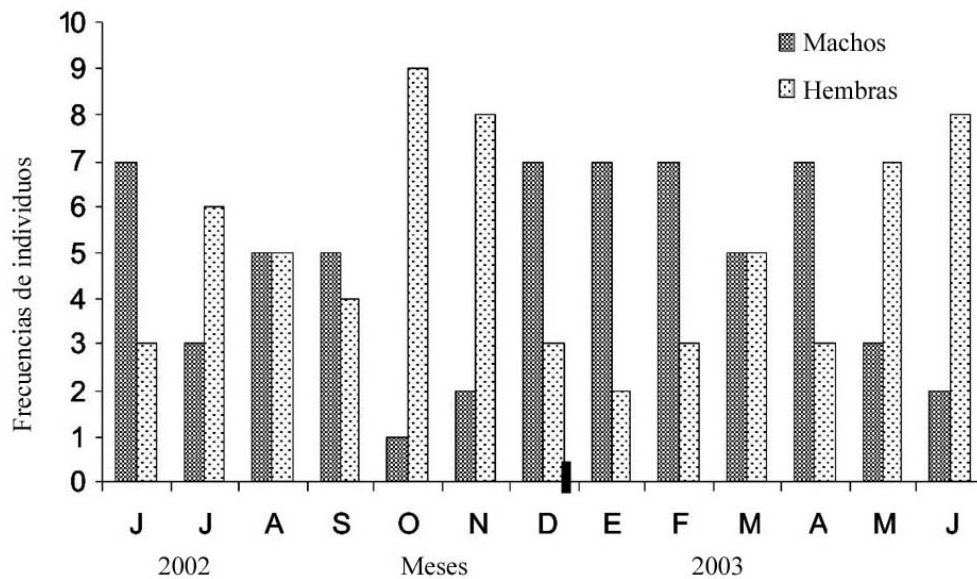
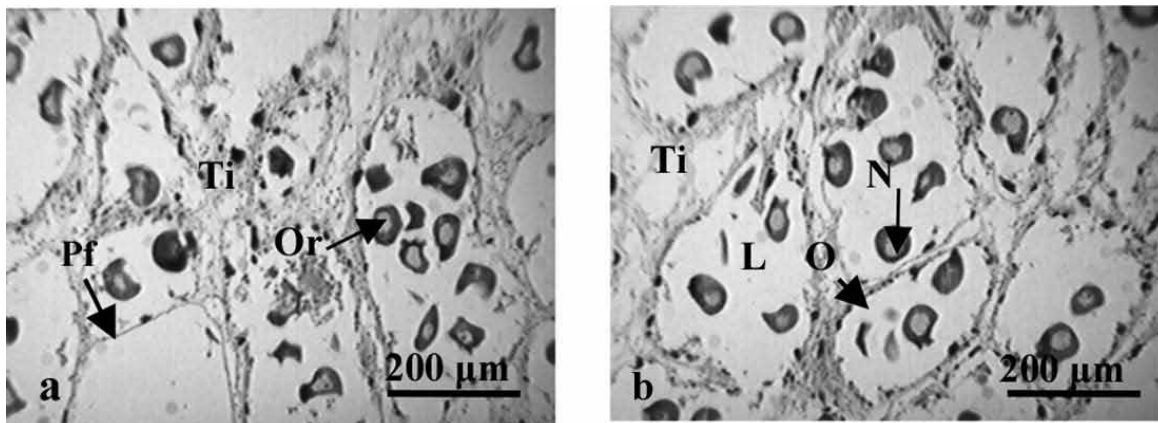


Figura 1. Frecuencias de machos y hembras por mes de *Arca zebra* en el banco del Morro de Chacopata, estado Sucre, Venezuela.

### Escala de madurez sexual

**Estadio 0, reposo:** está representado por gónadas que han concluido la expulsión de sus gametos, con folículos prácticamente vacíos, según sea el grado de inactividad (Figura 2a).

En las hembras, donde sólo fue observado este estadio, existen pocas ovogonias en el epitelio germinal y ovocitos residuales, provenientes del desove total. Las ovogonias son pequeñas, redondeadas y se encuentran adosadas a la pared folicular. El número de folículos es reducido con un espacio interfolicular bien desarrollado (Figura 2b).



Figuras 2a y b. Fotomicrografías de gónada de *Arca zebra*. Hembra en reposo (0). Folículos casi vacíos y abundante tejido interfolicular. Pared folicular (Pf), tejido interfolicular (Ti), ovocitos residuales (Or), núcleo (N), Ovogonias (O) y lumen (L).

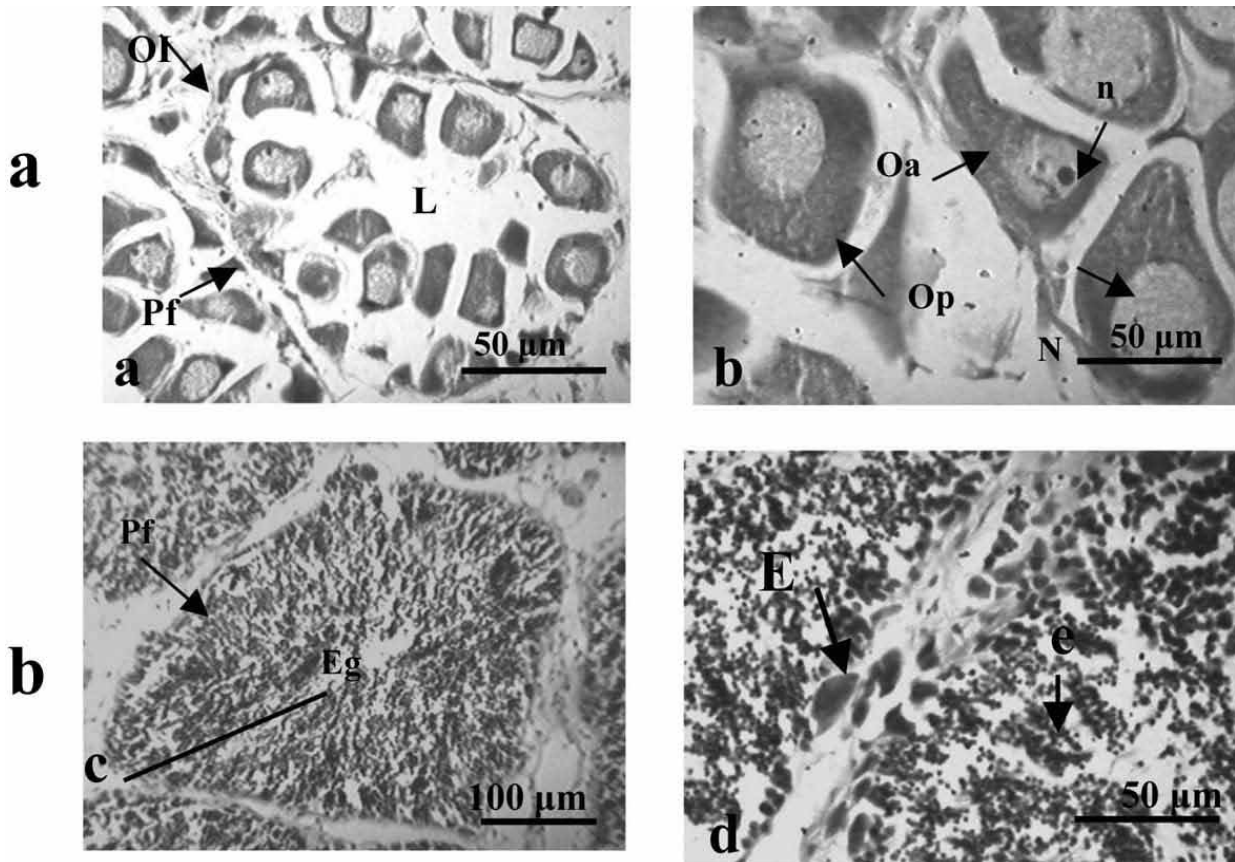
**Estadio I, inicio de la madurez:** durante este período, las gónadas están más desarrolladas y los folículos todavía no están llenos de células sexuales (Figuras 3a y 3c). El porcentaje de espacio interfolicular es menor que en el estadio 0 y se observa difuso. El número de folículos aumenta y el engrosamiento del epitelio germinal es evidente con más del 30% de los gametos libres en los folículos. La membrana basal es semidelgada debido al desarrollo de las células gonadales dentro de cada uno de los folículos. Al inicio, las ovogonias por medio de la meiosis dan origen a los ovocitos previtelogénicos que se diferencian por su forma circular, aunque algunas se adosan a la membrana basal por un pequeño pedúnculo (Figura 3b).

Los ovocitos previtelogénicos presentan un citoplasma con núcleo homogéneo granulado y algunos atrésicos, a causa de la liberación de enzimas hidrolíticas que se produce al momento de la lisis ovocitaria.

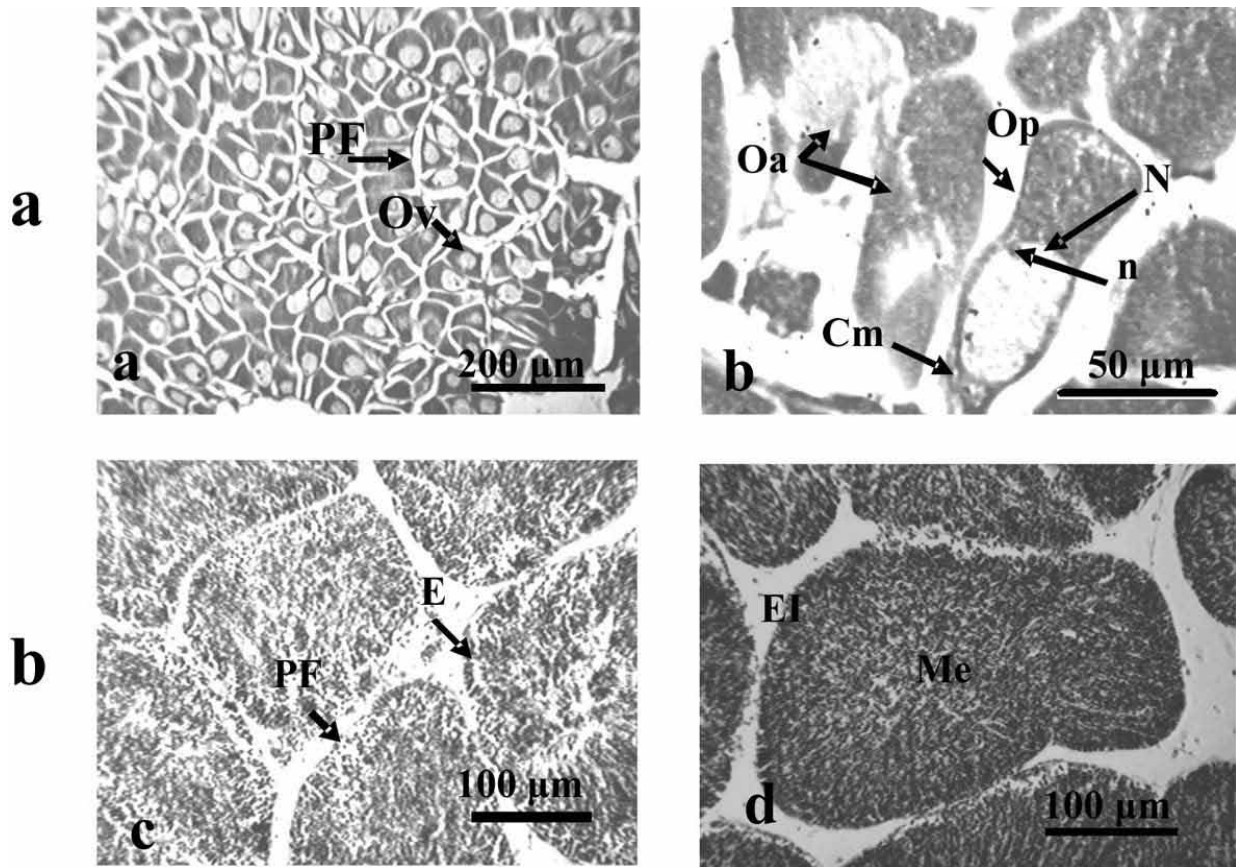
Los machos mostraron espermatozoides en un grado más avanzado de crecimiento y número (Figura 3d). Las formaciones en columnas sencillas son más densas y en mayor cantidad con masas de espermátidas, y presencia de espermatozoides en el lumen.

**Estadio II, madurez total:** los folículos en esta etapa se caracterizan por alcanzar máximas dimensiones, con paredes llenas de gametos sexuales, ocupando más del 50% del área total de la gónada (Figuras 4a y 4c). Sin embargo, el tejido interfolicular es disminuido, pero aún con pequeños espacios interfoliculares. Los ovocitos previtelogénicos entran en vitelogenénesis (maduración) y llenan todo el folículo, con formas redondeadas, poliédricas y pedunculadas, por la presión en el interior del mismo (Figura 4b).

Los ovocitos vitelogénicos presentan un núcleo prominente, con uno o dos nucleolos pequeños y un citoplasma denso.



Figuras 3a-d. Fotomicrografías de gónada de *Arca zebra*. Hembra (A) y macho (B) en inicio de la madurez (I). Los folículos todavía no están llenos de células sexuales y su pared se encuentra más engrosada. Pared folicular (Pf), ovocito pedunculado o previtelogénico (Op), ovocito atrésico (Oa), Ovocito inmaduro (OI), núcleo (N), nucleolo (n), lumen (L), epitelio germinal (Eg), espermatogonias (E) y espermatozoides (e).



Figuras 4a-d. Fotomicrografías de gónada de *Arca zebra*. Hembra (A) y macho (B) en madurez total (II), con folículos completamente llenos de células maduras y tejido inter-folicular escaso. Pared folicular (PF), ovocito vitelogénico (Ov), ovocito atrésico (Oa), ovocito pedunculado (Op), cono mitocondrial (Cm), núcleo (N), nucleolo (n), espacio interfolicular (EI), espermatogonias (E) y masa espermática (Me).

Los espermatoцитos maduros se encuentran en el centro del lumen y su disposición abarca el folículo de manera compacta, con una distribución acanalada en el centro, típico de esta fase. Se observan numerosas espermatogonias y una ligera deformación en la pared folicular (Figura 4d).

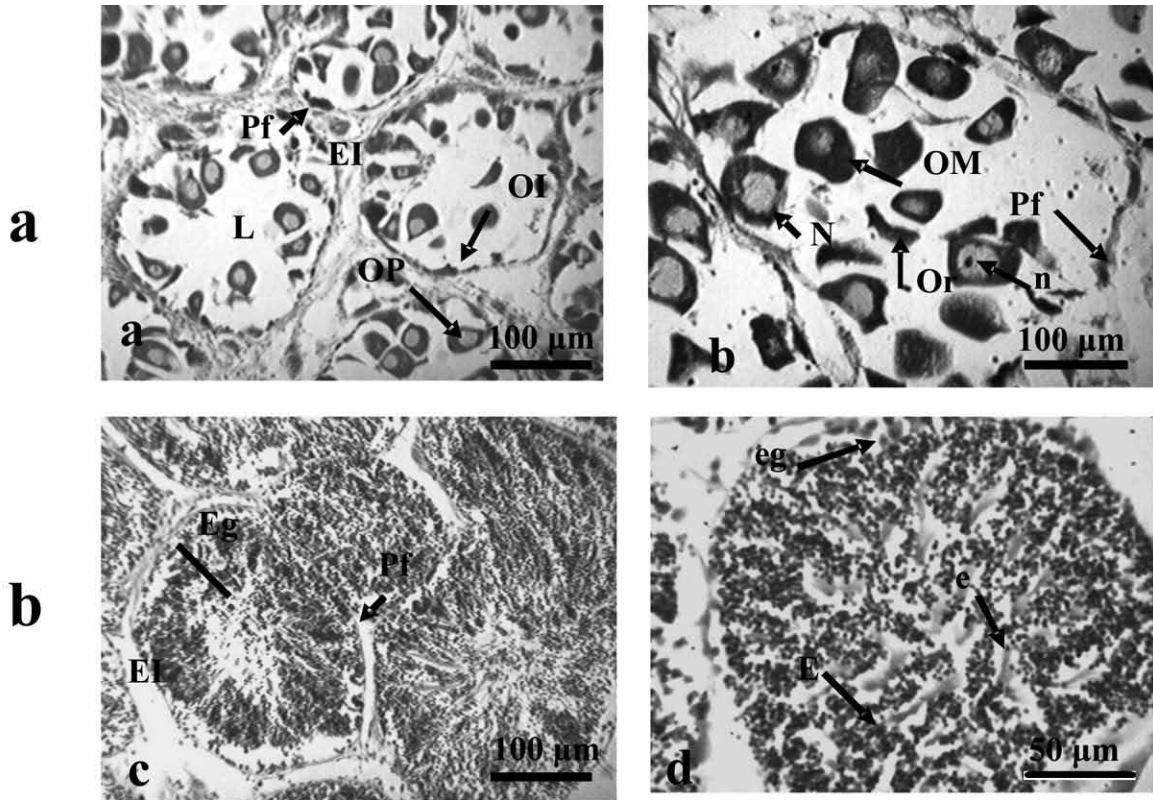
**Estadio III, desove parcial de los gametos:** los folículos lucen parcialmente vacíos, aunque algunos están próximos a vaciarse completamente y con paredes comprimidas (Figuras 5a y 6c). El espacio interfolicular es escaso e imperceptible y las gónadas tienen apariencia flácida.

El diámetro del folículo y la altura del epitelio disminuyen ligeramente. Los ovocitos vitelogénicos maduros están en el centro del lumen y puede haber folículos desovados y otros en maduración. Algunos folículos todavía presentan ovocitos maduros, pero menos numerosos que en la fase anterior (Figura 5b).

En machos, los folículos contienen gran cantidad de espermátidas y células jóvenes aún en desarrollo, los folículos lucen parcialmente vacíos y sus paredes se encuentran comprimidas. Las espermatogonias y los espermatoцитos se desarrollan continuamente a lo largo de la membrana basal (Figura 5d).

**Estadio IV, desove total y regresión:** las gónadas en este estadio, se hallan desovadas y los folículos vacíos con la presencia de restos celulares (Figura 6a).

Se observa un aumento del espacio interfolicular a medida que los folículos expulsan las células sexuales y después del desove. Los folículos tienden a deformarse con paredes delgadas y fragmentadas, y pocos ovocitos maduros citolizados (Figura 6b); aunque se encuentran ovogonias en fases tempranas de desarrollo, las cuales no completan su desarrollo, ya que son reabsorbidas.



Figuras 5a-d. Fotomicrografías de gónada de *Arca zebra*. Hembra (A) y macho (B) en estadio III o evacuación parcial de gameto, con folículos dilatados en los que se observa algunos ovocitos maduros en el lumen y pedunculados adosados a la pared del folículo. Pared folicular fragmentada (Pff), pared folicular (Pf), ovocitos pedunculado (OP), ovocitos maduros (OM), ovocito inmaduros (OI), Ovocitos residuales (Or), núcleo (N), nucleolo (n), espacio interfolicular (EI), lumen (L), espermatocito (E), espermatozoides (e), espermatogonias (eg) y epitelio germinal (Eg).

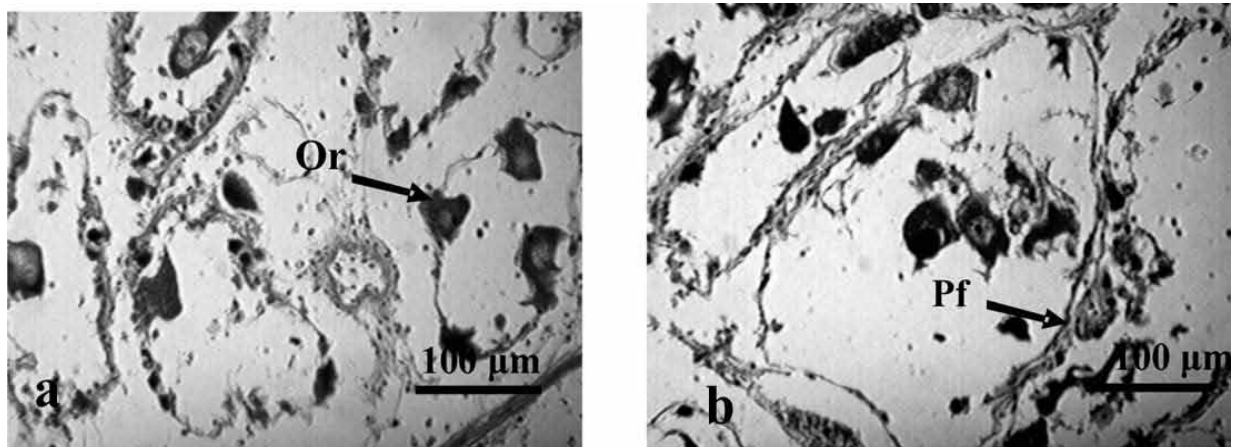


Figura 6a y b. Fotomicrografías de gónada de *Arca zebra*. Hembra en evacuación total de los gametos y regresión (IV), donde los folículos presentan restos celulares y pared folicular en fase de destrucción. Ovocitos residuales en reabsorción (Or) y pared folicular degenerada (Pf).



La mayoría de los folículos vacíos presentan paredes muy delgadas y fragmentadas. Este estadio fue difícil caracterizarlo en los machos.

### Variaciones mensuales en los parámetros histológicos

El promedio mensual del diámetro de los folículos en ambos sexos presentó variaciones significativas en las hembras ( $P < 0,05$ ), y en los machos ( $P < 0,05$ ), con máximos valores entre septiembre y noviembre 2002 y mínimos en junio 2002 y enero, 2003 para ambos sexos (Figura 7a). En machos se determinó un promedio de  $24,6 \pm 7,8$  (EE)  $\mu\text{m}$  con valores máximos en septiembre y octubre, 2002 y mínimos en febrero 2003. El diámetro del lumen también presentó variaciones significativas en hembras ( $P < 0,05$ ), pero no en machos ( $P > 0,05$ ), con valores máximos en hembras desde diciembre 2002 hasta mayo 2003 y mínimos entre agosto y noviembre 2002 (Figura 7b).

El promedio mensual de la altura del epitelio germinal de los folículos en machos presentó un promedio mensual de  $5,6 \pm 7,1$   $\mu\text{m}$ , con variaciones mensuales significativas ( $P < 0,05$ ), un valor máximo en octubre 2002 ( $12,91 \pm 1,79\mu\text{m}$ ) y mínimos en septiembre y noviembre 2002, con escasa variabilidad desde enero hasta junio 2003 (Figura 7c). El diámetro promedio de los ovocitos maduros fue de  $6,0 \pm 0,11\mu\text{m}$ , observándose su mayor proporción en el estadio II.

### Variación mensual del ciclo reproductivo

Durante los meses de estudio, se observaron individuos con diferentes estadios de madurez sexual. En las hembras el estadio 0 se observó sólo en los meses de noviembre y diciembre 2002, con un 16,67 % en cada uno, mientras que en machos este estadio no fue observado (Figuras 8a y b).

El mayor porcentaje de individuos machos en el estadio I, se observaron en junio 2002 (34,28%) y el menor en diciembre 2002 (5%). En las hembras, predominaron los mayores porcentajes en junio 2002 (33,33%) y los menores en enero y marzo 2003 con 20 % cada uno, con diferencias significativas en los porcentajes mensuales ( $P < 0,05$ ) en ambos sexos.

En los machos los folículos totalmente llenos de espermatozoides o estadio II, se observaron en mayor proporción en septiembre (80%) y noviembre 2002 (85%) y los menores en octubre y diciembre 2002

con 20% cada uno; mientras que en las hembras con la mayoría de los folículos desarrollados y llenos de ovocitos los mayores porcentajes se observaron en agosto (50%) y noviembre 2002 (63,33%), y el menor se obtuvo en septiembre 2002 con 15%.

El desove parcial de los gametos (estadio III), ocurrió en los machos en octubre y diciembre 2002 con 80 y 75%, respectivamente y los más bajos valores porcentuales se obtuvieron en septiembre 2002 (20%). En las hembras este estadio mostró sus mayores porcentajes en los meses de septiembre 2002 y mayo 2003 con 85 y 80 %, respectivamente y los menores valores porcentuales en noviembre 2002 (20%).

En estos ejemplares los más altos porcentajes en cuanto al desove total de los gametos se observaron en febrero 2003 (60%) y el menor en diciembre 2002 con 16,67%. El estadio IV en las hembras se presentó en mayor proporción en agosto 2002 y febrero 2003, este estadio no se encontró en machos. Se observaron diferencias significativas entre los porcentajes de cada estadio entre los meses ( $P < 0,05$ ) a excepción del estadio II en julio, agosto, octubre, noviembre del 2002 y enero, junio del 2003 ( $P > 0,05$ ).

El ciclo gametogénico de *A. zebra* se caracterizó por presentar individuos con diferentes estadios gonádicos, sugiriendo que la especie presentó ciclos reproductivos en el año, con desoves parciales entre octubre y diciembre 2002, una rápida capacidad de recuperación en septiembre y noviembre 2002, y el inicio de una nueva formación de gametos entre enero y febrero 2003. Estos procesos reproductivos continuos y asincrónicos que ocurren en esta población se deben, principalmente, al solapamiento causado por los diferentes estadios reproductivos.

Esta conducta reproductiva ha sido reportada en *Crassostrea rizophorae* (Vélez, 1976), *Tivela mactroides* (Prieto, 1977), *Pinctada imbricata* (Marcano, 1984) y *Perna viridis* (Marcano, 2004, Acosta *et al.*, 2009); la cual a su vez coincide con lo señalado por Giese (1959), quien indica que en el trópico los invertebrados marinos se caracterizan por presentar desoves prolongados la mayor parte del año. En áreas templadas por el contrario, existe una sincronización en las fases de maduración originado por los gradientes de temperaturas de los marcados cambios estacionales que se producen en la zona.

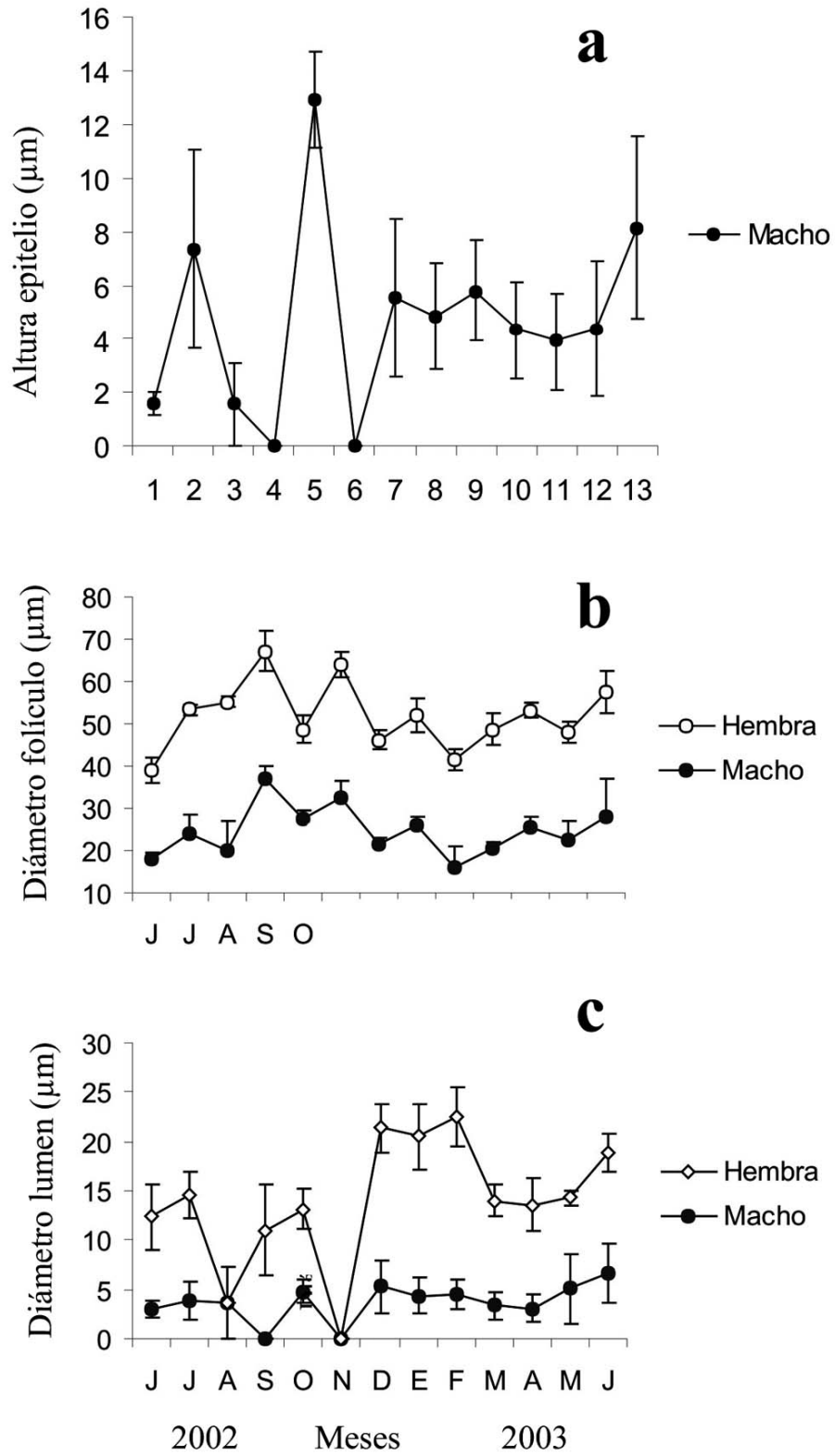


Figura 7. Variación mensual de la altura del epitelio en machos (promedio  $\pm$  EE) (a), diámetro del folículo (b) y diámetro del lumen para machos y hembras (c) en la pepitona, *Arca zebra* de la localidad de Chacopata, península de Araya, estado Sucre, Venezuela.

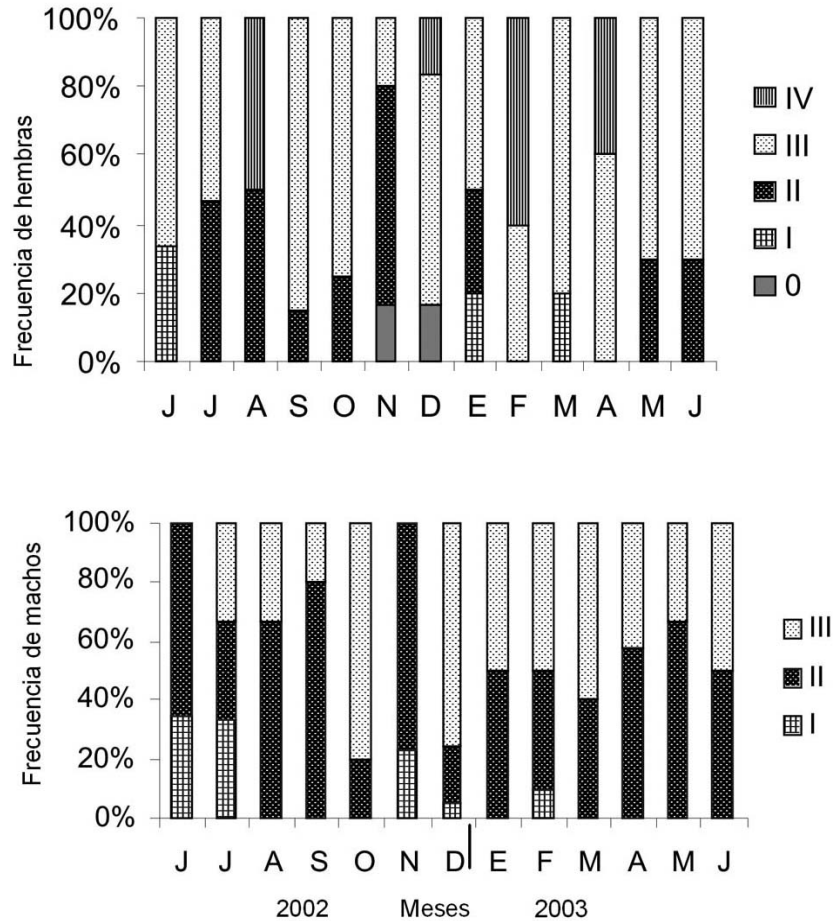


Figura 8. Frecuencia mensual de estadios de maduración sexual observada en hembras (a) y machos (b) de la pepitona *Arca zebra*, en la localidad de Chacopata, estado Sucre, Venezuela.

### Factores ambientales

La temperatura mostró incrementos desde junio hasta agosto 2002 cuando pasó de 24°C a 26-27°C, manteniendo altos valores durante los meses de septiembre y octubre. A partir de octubre disminuyó hasta los 23°C a mediados de diciembre 2002 experimentando nuevamente aumentos menores desde enero hasta finales de febrero 2003 en comparación con el segundo semestre 2002. Desde de este momento disminuye bruscamente en marzo y mayo 2003 (Figura 9a). La salinidad se mantuvo con diferencias menores a los 2 ‰, oscilando entre los 36‰ y 38‰ (Figura 9b).

La clorofila *a* estuvo generalmente por encima de 1 µg/l, con picos aislados de 2,5 a 5 µg/l; los valores mínimos de 0,2 -1 µg/l se presentaron entre finales de agosto y noviembre 2002, coincidiendo con las temperaturas más elevadas (Figura 9c). El análisis de correlación de la sumatoria de los porcentajes

mensuales en ambos sexos del estadio de máxima gametogénesis (II) con los factores ambientales determinó que la temperatura está positivamente asociada con el proceso reproductivo de *A. zebra* ( $r = 0,732$ ;  $P < 0,05$ ).

Las estrategias de reproducción en relación a los factores ambientales, entre ellos, la temperatura, permiten adaptaciones locales de los invertebrados de la zona nororiental del país. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por García (1987), en bancos naturales de Punta Arenas, Isla de Cubagua y las Cabeceras, Isla de Coche, quien indica que la temperatura ejerce mayor influencia sobre el proceso reproductivo de *A. zebra*, aunque Saint-Aubyn *et al.* (1999) enfatizaron sobre la importancia de la disponibilidad de alimento en *A. zebra* al igual que en *Lima scabra* (Lodeiros y Himmelman, 1999), *Euvola (Pecten) ziczac* (Lodeiros y Himmelman, 2000) y en la pepitona roja, *Anadara notabilis* (Zapata, 2000).

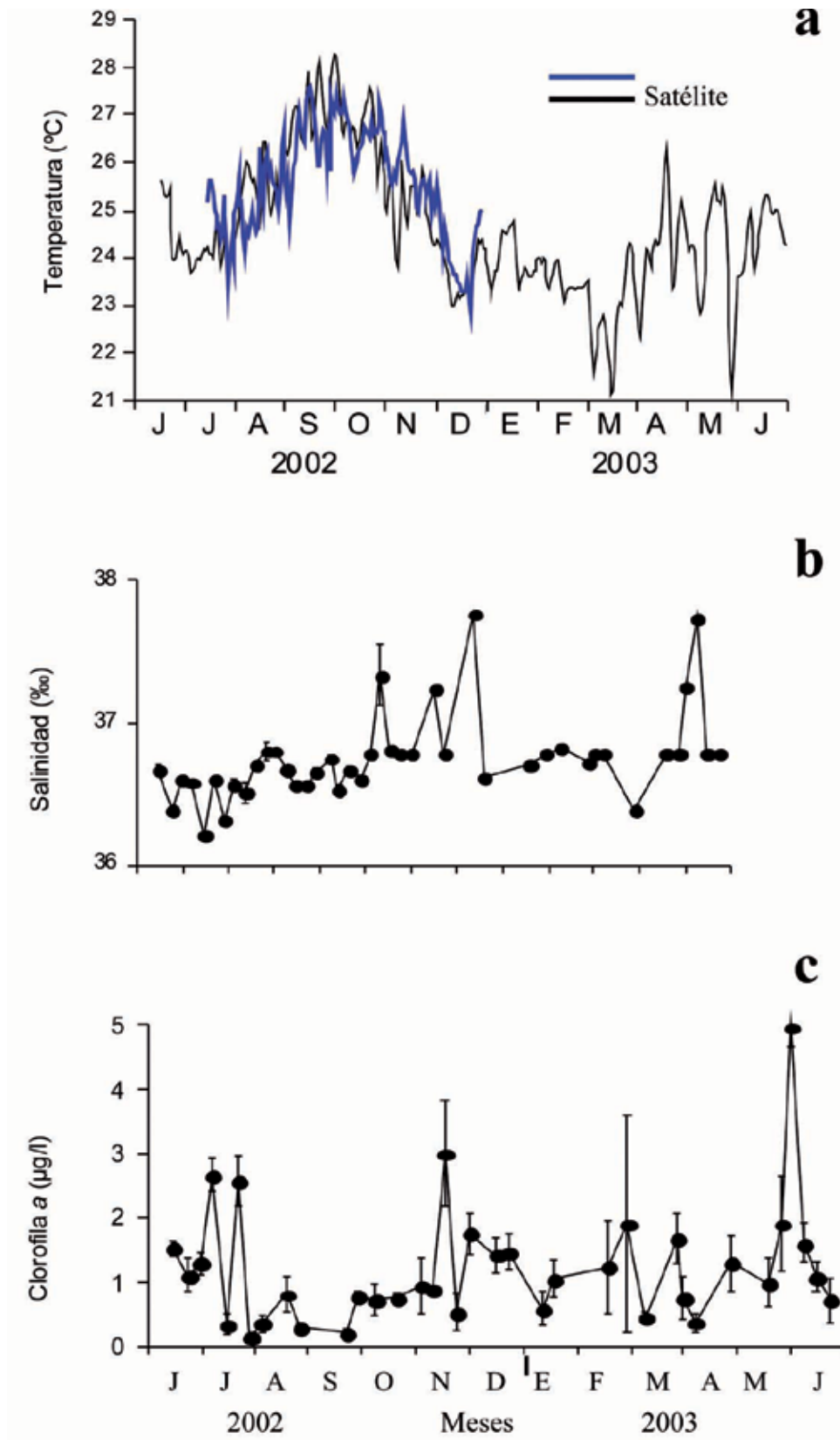


Figura 9. Variación mensual de la temperatura (a), salinidad (b) y la masa fitoplanctónica estimada por la clorofila a (c) del banco de pepitonas del Morro de Chacopata, península de Araya, estado Sucre, Venezuela.

La asociación positiva con la temperatura y su correlación con el índice gonadal reportada en *A. zebra* (Lista, 2005; Lista *et al.*, 2008), sugiere a este factor como el principal modulador de la reproducción en esta especie. Dicha asociación también ha sido reportada en otros organismos de importancia comercial del nororiente del país como *Lima scabra* (Lodeiros y Himmelman, 1999) y en *Perna perna* (Tejera *et al.*, 2000; Acosta *et al.*, 2009).

En cambio, los procesos reproductivos de *Lyropecten nodosus* (Vélez *et al.*, 1987) y *Pteria colymbus* (Márquez *et al.*, 2000), no muestran asociación alguna con la variación de la temperatura que se produce en el nororiente de Venezuela. Los valores de clorofila *a* en el Morro de Chacopata fueron en su mayoría superiores a 1 µg/l, lo que indica una constante disponibilidad de alimento en el medio, la cual es eficientemente utilizada por las pepitonas para su crecimiento y desarrollo gonádico, estos resultados coinciden con los señalados por Lista *et al.*, 2006.

Los bajos valores registrados de clorofila *a* entre agosto-septiembre 2002, coincidieron con incrementos de temperaturas, mientras que las disminuciones de este parámetros observadas entre enero-marzo, 2003 donde se obtuvieron bajos porcentajes de individuos maduros, sugieren que *A. zebra* durante el período de abundante disponibilidad de alimento, lo utilizan como fuente de energía para recuperar las reservas energéticas y emprender un período de desove parcial entre marzo-abril y posteriormente el de máximo desarrollo de la masa gonadal que culmina en octubre. Este último período se caracteriza por incrementos de temperatura, con valores por encima de 26°C en el cual la energía es canalizada hacia la reproducción, principalmente para que los ovocitos alcancen su madurez (Giese y Pearse, 1974; Vélez *et al.*, 1993).

La salinidad en la zona mostró escasa variación durante el año y no se encontró correlación con la variación de los estadios reproductivos de *A. zebra*, ni con las características histológicas de los folículos. Sin embargo, en ostras que habitan en ambientes de amplias fluctuaciones de salinidad como *Crassostrea virginica*, la gametogénesis y el crecimiento pueden inhibirse por bajas salinidades (Baqueiro-Cardenas *et al.*, 2007).

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, se concluye que la temperatura es el factor ambiental que modula la reproducción de *A. zebra*.

Esta especie muestra un comportamiento reproductivo asincrónico y continuo lo que le permite mantener un repoblamiento constante, lo cual es un elemento que permite explicar el mantenimiento de la intensa pesquería a la cual esta sometida la especie.

Por otro lado, conocer la influencia de factores ambientales sobre la reproducción de la pepitona, *A. zebra* representa un aporte para recomendar los períodos del año más adecuados para la explotación racional del recurso, los cuales serían junio-septiembre y noviembre de manera de que se conserven sus bancos naturales evitando la sobreexplotación y asegurando la administración del recurso a través del tiempo. En tal sentido, se concluye que la temperatura es el principal factor ambiental que influye en el comportamiento reproductivo de *A. zebra* en el banco de Chacopata.

## CONCLUSIONES

*A. zebra* es una especie con características de reproducción protándrica, donde la mayoría de los juveniles son machos.

Existe asincronía en los folículos y el estadio dominante es la madurez total, donde se observa el mayor diámetro del folículo, ovocitos, y ausencia de lumen y epitelio germinal

Los valores de la masa seca de las gónadas estuvieron asociadas con las oscilaciones de la temperatura, lo que sugiere que esta variable ambiental es el principal modulador de la reproducción en *A. zebra*.

El comportamiento reproductivo asincrónico y continuo de *A. zebra* puede conducir a un repoblamiento constante, que asegura la conservación de la especie.

Se observaron tres estadios reproductivos en machos y cinco en hembras de *A. zebra* con una actividad gamética durante todo el año, con descensos en octubre y finales de diciembre, e incrementos desde finales de junio hasta mediados de septiembre y noviembre.

La influencia de factores ambientales en la reproducción de la pepitona, *A. zebra* representa un aporte para recomendar los períodos del año más adecuados para la explotación racional del recurso, (junio-septiembre y noviembre) de manera de preservar sus bancos naturales y conservarlos,

evitando su sobreexplotación de tal manera que se podría asegurar la administración del recurso a través del tiempo.

#### LITERATURA CITADA

- Acosta V., M. Glem, T. Urbano, Y. Natera, J. Himmelman, M. Rey Méndez y C. Lodeiros. 2009. Differential growth of the mussels *Perna perna* and *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae) in suspended culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *J. World Aquacult. Soc.*, 40(2): 227-236.
- Baqueiro-Cardenas, E. and D. Aldana-Arana. 2007. Differences in the exploited oyster (*Crassostrea virginica*, Gmelin, 1791) populations from different coastal lagoons of the Gulf of Mexico. *Transit. Waters Bull.* 2: 21-35.
- García, C. 1987. Estudio sobre el ciclo anual de reproducción e índice de engorde de la pepitona *Arca zebra* Swainson, 1833 (Mollusca: Bivalvia) en los bancos naturales de Punta Arenas, Isla de Cubagua y las Cabeceras de la Isla de Coche. Tesis de Licenciatura. Isla de Margarita. Venezuela. p 95.
- Giese, A. 1959. Comparative physiology: Annual reproductive cycles of marine invertebrates. *Am. Rev. Physiol.*, 25: 575-577.
- Giese, A. and J. Pearse, 1974. Introduction: General principles. En "*Reproduction of Invertebrates*". Vol. I. Academic Press, New York. pp 1-49.
- Howard, D. and C. Smith. 1983. Histological techniques for marine bivalve mollusk. Technical Memorandum NMFS-F/NEC. pp 25-97.
- Lista, M. 2005. Influencia de factores ambientales en la reproducción de la pepitona, *Arca zebra* Swainson, 1833 (Mollusca: Bivalvia), en el banco natural de Chacopata, península de Araya, estado Sucre, Venezuela. Tesis Grado M.Sc. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela. p 85.
- Lista, M., C. Lodeiros, A. Prieto, J. Himmelman, J. Castañeda, N. García and C. Velásquez. 2006. Relation of seasonal changes in the mass of the gonad and somatic tissues. *J. Shellfish Res.* 25: 969-973.
- Lista, M., A. Prieto, C. Velásquez, C. Lodeiros y G. Hernández. 2008. Variación mensual del índice de condición y madurez sexual en la pepitona *Arca zebra*, del banco de Chacopata, Península de Araya, estado Sucre, Venezuela. *Saber*, 1:29-38.
- Lodeiros, C. and J. Himmelman. 1999. Reproductive cycle of the bivalve *Lima scabra* (Pterioidea: Limidae) and its association with environmental conditions. *Rev. Biol. Trop.*, 3: 411-418.
- Lodeiros, C. and J. Himmelman. 2000. Identification of factors affecting growth and survival of the tropical scallop *Euvola (Pecten) ziczac* in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *Aquaculture*, 182: 91-114.
- Marcano, M. 2004. Histología gonadal de *Perna viridis* L. 1758 (Bivalvia: Mytilidae) del Morro de Guarapo, Costa Norte del Estado Sucre Venezuela. Tesis de Licenciatura. Dep. Biología. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela. p 54.
- Marcano, V. 1984. Aspecto biológico de la reproducción en la ostra perla *Pinctada imbricata* Röding, 1798 (Mollusca: Bivalvia) de Punta Las Cabeceras, Isla de Cubagua, Venezuela. Tesis de Licenciatura. Dep. Biología. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela. p. 64.
- Márquez, B., C. Lodeiros, M. Jiménez, y J. Himmelman. 2000. Disponibilidad de juveniles por captación natural de la ostra *Pteria colymbus* (Bivalvia:Pteriidae) en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.*, 1: 151- 158.
- Mendoza, J. 1999. Análisis de la pesca artesanal marítima en Venezuela: situación actual y perspectivas. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura Organización de Estados Americanos, Caracas. p 120.
- Mora, J. 1985. Distribución por tallas, ciclo gonádico e índice de engorde de la pepitona *Arca zebra*, Boca de Río, Isla de Margarita. Tesis de Licenciatura. Dep. Biología. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela. p 95.

- Nakal, A. 1979. Contribución a la ecología de la pepitona *Arca zebra* (Swainson, 1833). Aspectos gametogénicos. Tesis de Licenciatura. Dep. Biología. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela. p 85.
- Prieto, A. 1977. Contribución a la ecología de *Tivela mactroides*, aspectos reproductivos y distribución de tallas. Tesis Grado M.Sc. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela. p 85.
- Prieto, A. y M. Saint-Aubyn. 1998. Crecimiento del bivalvo *Arca zebra* (Swainson, 1883), en Chacopata Estado Sucre, Venezuela. *Saber*, 10: 14- 19.
- Saint-Aubyn, M., A. Prieto y L. Ruiz. 1999. Producción específica de una población del bivalvo *Arca zebra* (Swainson, 1883), en la costa nororiental del estado Sucre, Venezuela. *Acta Cient. Vzlna.*, 50: 15-23.
- Strickland, J. and T. Parson. 1972. A practical Handbook of seawater analysis. *J. Fish. Res. B. Can.*, 167: 1-310.
- Sokal, R. and Rohlf, F. 1981. *Biometry*. 2nd. W.H. Freeman, San Francisco. p 362.
- Tejera, E., I. Oñate, M. Núñez y C. Lodeiros. 2000. Crecimiento inicial del mejillón marrón (*Perna perna*) y verde (*Perna viridis*) bajo condiciones de cultivo suspendido en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Centro Invest. Biol.*, 34: 143-158.
- Vélez, A. 1975. Estudio de la reproducción de la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae* de la Bahía de Mochima. *Bol. Inst. Oceanog.*, 15: 65-72.
- Vélez, A. 1976. Ciclo anual de reproducción del ostión *Crassostrea rhizophorae* de la Bahía de Mochima y Laguna Grande. *Bol. Inst. Oceanog.*, 16: 39-43.
- Vélez, A., A. Elizabeth y L. Freites. 1993. Inducción de la reproducción en la viera *Euvola (Pecten) ziczac* (Mollusca: Bivalvia) maduración y desove. *Caribb. J. Sci.*, 29: 209-213.
- Vélez, A., F. Sotillo, y J. Pérez. 1987. Variación estacional de la composición química de los pectínidos *Pecten ziczac* y *Lyropecten nodosus*. *Bol. Inst. Oceanog. Univ. Oriente*. 26: 67-72.
- Zapata, C. 2000. Producción de los compartimientos energéticos de la pepitona roja *Anadara notabilis* (Röding, 1798), en una población del Golfo de Cariaco, estado Sucre. Tesis de Licenciatura. Dep. Biología. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela. p 45.

## **Producción y composición química de forrajes de dos especies de pasto Elefante (*Pennisetum* sp.) en el Noroccidente de Venezuela**

Ignacio González\*, María Betancourt, Abdénago Fuenmayor y María Lugo

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas INIA Zulia, Km. 7 ½ vía a Perija. Proyecto ID-ZUL-05-00102-7 Fax 0261-7376219, 7357584. \*Correo electrónico: igonzaalez@inia.gov.ve.

---

### **RESUMEN**

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto del cultivar y la edad de madurez o cosecha sobre la composición química y el rendimiento en dos especies de pasto elefante *Pennisetum* sp. (verde y morado), en condiciones de bosque muy seco tropical del Occidente de Venezuela. El experimento se realizó en un área cultivada de aproximadamente 1 año de establecida, sembrada en hileras a 1,00 m de separación, sobre la cual se seleccionó un área experimental de 1.170 m<sup>2</sup> (90 x 13) para la investigación. El diseño experimental utilizado fue completamente aleatorizado, con arreglo factorial 5 x 2, 2 cultivares y 5 edades de madurez o cosecha (14, 28, 42, 56 y 70) días, repetidos 3 veces, para medir su efecto sobre las variables materia parcialmente seca (MS), proteína bruta (PB), fibra neutra detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD), lignina ácido detergente (LAD), ceniza (CZ), rendimiento de materia verde (RMV) y rendimiento de materia seca (RMS). Se observó alta potencialidad de producción de biomasa para ambos cultivares, resultando superior ( $P < 0,01$ ) el cultivar elefante verde con rendimientos promedios de 10,2 t/ha MS, mientras que los mejores valores (17,1 %) de PB fueron aportados por el cultivar elefante morado. Solo hubo respuesta para FND con valores de 55,7 % para el cultivar Elefante verde. Los parámetros de composición química y rendimiento aumentaron con la edad de madurez, mientras que los contenidos de proteína y ceniza disminuyeron. El pasto Elefante (*Pennisetum* sp) como pasto de corte, muestra un alto potencial para la producción y calidad de biomasa, sin embargo como cualquier otro pasto tropical, reduce su valor nutritivo con la edad de madurez, lo cual requiere del establecimiento de estrategias de manejo para su eficiente utilización durante el año.

*Palabras Clave:* forraje, *Pennisetum* sp., composición química, rendimiento.

---

## **Production and chemical composition of forages de dos species of grass Elephant (*Pennisetum* sp.) in Noroccidente de Venezuela**

### **ABSTRACT**

The objective of the investigation was to evaluate the effect of cultivar and the age of maturity or harvest on the chemical composition and the yield in two species of Grass elephant *Pennisetum* sp. (Green and Purple), under conditions of very dry tropical forest West of Venezuela. The experiment was carried out in a cultivated area of approximately one year of established, sowed in arrays to 1,00 m of separation, of which an experimental area of 1.170 m<sup>2</sup> (90 x 13) was selected, for the investigation. The experimental design was factorial 5 x 2, with 2 cultivars and 5 ages of maturity or it harvests (14, 28, 42, 56 and 70) days, with three repetitions, to measure its effect on the partially dry matter variable (MS), gross protein (PB), fiber neutral detergent (FND), fiber acid detergent (FAD), lignina acid detergent (LAD), ash (CZ), yield of green matter (RMV) and yield of dry matter (RMS). High potentiality of production of biomass was observed for both cultivars, of which cultivating green elephant resulted superior with a ( $P < 0,01$ ) cultivating green elephant with yields averages of 10,2 t/ha MS, while



the best values (17,1%) in PB were contributed by cultivating lived elephant. For the components alone cellular wall there was answer for FND with values of 55,7% for cultivating green elephant. The parameters of chemical composition and yield increased with the age of maturity, while the protein contents and ash diminished. The grass elephant (*Pennisetum* sp) like court grass, show a high potential for the production and quality of biomass, however as any tropical grass, it reduces their nutritious value with the age of maturity, that which requires of the establishment of handling strategies for their efficient use during the year.

*Keywords:* forage, *Pennisetum* sp., chemical composition, yield

## INTRODUCCIÓN

En el mundo, los sistemas de producción de los rumiantes basan fundamentalmente la alimentación del rebaño en pastos y cultivos forrajeros que ocupan una superficie aproximada de  $3500 \times 10^6$  ha, cerca de 72% del área dedicada a la agricultura y un 27% de la superficie total de la tierra.

En el trópico latinoamericano el 78% de estos sistemas de producción están representados por ganadería de doble propósito, que cubre el 41% de la producción de leche (FAO, 1996).

Es por ello, que la utilización de los forrajes para la alimentación de estos rebaños no ha perdido importancia, ya que además de contribuir a suplir los requerimientos energéticos de los animales, también proporcionan una cantidad significativa de proteína, de manera, que con pastos de buena calidad fácilmente se pueden suministrar además del 50% de energía, un 60% de las necesidades de proteína para vacas lecheras (Tamminga y Chen, 2000).

Venezuela, dentro de su territorio nacional, contempla un porcentaje considerable de zonas áridas y semiáridas. El 12% de la zona Noroccidental del país está enmarcado dentro de estas zonas (COPLANARH, 1975), donde la principal limitante para la producción de rumiantes lo constituye el volumen y distribución de las precipitaciones, que originan una baja disponibilidad de forrajes de buena calidad para la alimentación de los rebaños.

El pasto Elefante (*Pennisetum* sp.), es una gramínea forrajera de origen africano, que ha mostrado una excelente adaptación a las condiciones de suelo y clima del trópico bajo latinoamericano. Su alta capacidad fotosintética, favorecida por las altas temperaturas, predominantes en el trópico, le permite producir altas cantidades de biomasa.

Sin embargo, esta biomasa por lo general es de baja calidad y resulta afectada aun más, por las altas temperaturas ambientales que aceleran la tasa de maduración del forraje, lo que resulta el aumento significativo en el contenido de fibra y la lignificación de las paredes celulares además de la disminución de la digestibilidad (Wilson, 1982).

Esta especie puede ser suministrada para la alimentación animal, principalmente bajo tres formas: pastoreo, corte y ensilaje, mostrando un potencial productivo de 40 a 50 t MS/ha/año.

Los pastos de alto rendimiento, como los *Pennisetum*, permiten incrementar la producción por hectárea y con ello la capacidad de carga, factores determinantes en la mejora de la productividad de los sistemas de producción de leche y la rentabilidad de las fincas (Holmann *et al.*, 2003).

Debido a su rápido crecimiento, los pastos tropicales, pierden rápidamente su valor nutritivo con la madurez. Investigaciones realizadas en pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp), indican que su calidad nutricional cambia con la edad de corte (Correa *et al.*, 2004).

Es decir, disminuyen las concentraciones de proteína bruta (PB), extracto etéreo y carbohidratos no estructurales, aumenta la fibra neutro detergente (FND) y se mantienen sin cambios las concentraciones de lignina y cenizas (Correa, 2006).

El objetivo de la investigación es aportar información sobre la potencialidad y valor nutritivo del forraje verde de dos especies del pasto Elefante (*Pennisetum* sp.), Elefante verde y Elefante morado, mediante la evaluación de su rendimiento y la composición química a diferentes edades de madurez o corte (14, 28, 42, 56 y 70 días), de manera de lograr una mejor utilización de estas especies forrajeras en la alimentación de rumiantes en el país.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se condujo bajo condiciones de bosque muy seco tropical, en tres fases y lugares diferentes. La fase de campo se realizó en la Hacienda Alto Viento, propiedad de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia (LUZ); la fase de secado, molienda y conservación de las muestras, en el Campo Experimental La Cañada, propiedad del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) y la fase de análisis de laboratorio, se desarrolló en la Estación Local El Guayabo de INIA.

La parcela experimental estuvo ubicada geográficamente a 10° 34' LN y 71° 41' LW. Los suelos geológicamente pertenecen a la Depresión Zuliana, son áreas del Cuaternario Reciente en sus períodos Plioceno-Pleistoceno, pertenecientes a la formación "El Milagro". El relieve es predominantemente plano, formado por la deposición del Lago (Planicie del Lago de Maracaibo). El clima es cálido con temperatura anual promedio que oscila entre 28 y 29°C. Las precipitaciones varían desde 500 a 900 mm, distribuidas en 2 períodos: abril-mayo y octubre-noviembre, con una evaporación que supera a la precipitación.

La selección de las muestras a estudiar se basó en las variaciones relacionadas al tipo de cultivar (Elefante verde y Elefante morado) y edad de madurez o corte. Para la obtención de las muestras se empleó una parcela experimental de 1.170 m<sup>2</sup> establecida con 2 especies puras de *Pennisetum* sp., cultivar Elefante verde y Elefante morado, en su primer año de producción y 5 edades de madurez (14, 28, 42, 56 y 70 días), sobre lo cual se cosecharon las muestras de forraje verde.

Las variables evaluadas fueron: rendimiento de materia verde, rendimiento de materia seca (MS) y composición química de los cultivares. La colección de las muestras se realizó durante la época seca del año (febrero-marzo), después de un corte de uniformización, realizado a 10 cm sobre el suelo. En cada fecha de corte, se cosecharon a la misma altura, 3 muestras de forraje verde de aproximadamente 3 kg de peso, tomadas al azar en el área experimental y transportadas inmediatamente en bolsas de papel hasta el laboratorio del Campo Experimental La Cañada INIA-Zulia, donde fueron secadas en una estufa de circulación forzada a 50°C por 72 horas.

Las muestras fueron molidas, en un molino Willey, utilizando una malla de 1 mm (Arthur H. Thomas Co-Philadelphia, PA. Módulo 4), para las determinaciones de la composición química. Se colectaron un total de 30 muestras de forraje de pasto Elefante (*Pennisetum* sp.), provenientes de 2 cultivares (Elefante verde y Elefante morado), 5 edades de madurez (14, 28, 42, 56 y 70 días) y 3 repeticiones; cosechadas en un área de 4 m<sup>2</sup>.

Los análisis de composición química se realizaron por triplicado, determinando los contenidos de MS, materia orgánica (MO), cenizas (CZ) y nitrógeno total (Kjeldhal) según los métodos descritos por A.O.A.C (1990). El contenido de nitrógeno se transformó en PB multiplicándose por el factor 6,25. La FND se determinó de acuerdo a Van Soest *et al.* (1991), y la fibra ácido detergente (FAD) y lignina ácido detergente (LAD), según Robertson y Van Soest (1981).

El diseño experimental utilizado fue completamente aleatorizado con arreglo factorial 2x5, cultivares a 2 niveles y edades de madurez o cortes a 5 niveles, repetidos 3 veces, cuya expresión matemática es:

$$Y_{ijk} = \mu + C_i + EM_j + (CxEM)_{ij} + E_{ijk}.$$

Donde:

$Y_{ijk}$ : Variable respuesta.

$\mu$ : Media general.

$C_i$ : Efecto del i-esimo cultivar.

$EM_j$ : Efecto de la j-esima edad de madurez o corte.

$(CxEM)_{ij}$ : Efecto de la interacción entre el i-esimo cultivar y la j-esima edad de madurez o corte.

$E_{ijk}$ : Error experimental.

Los resultados se analizaron estadísticamente utilizando el software estadístico SAS para Windows, versión 8.1 (SAS Institute Inc; North Caroline, USA). Las medias de producción y composición química fueron comparadas mediante la prueba de mínima diferencia significativa, a través del procedimiento PROC GLM y polinomios ortogonales para la comparación y el efecto de la edad.

Las relaciones entre los distintos parámetros estudiados (rendimiento y composición química), fueron establecidas mediante un análisis de

correlación lineal simple, aplicando el procedimiento PROC CORR (García, 2005).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Rendimiento

En el Cuadro 1 se registran los efectos de 2 cultivares de Elefante (*Pennisetum* sp) y 5 edades de madurez sobre el contenido y rendimiento de materia seca (MS y RMS). El modelo utilizado, explica bien el comportamiento de las variables estudiadas ( $R^2=0,98$  y  $R^2=0,96$ ), mientras que la variación fue de 10,8% y 15,3% (CV), respectivamente. El contenido de MS de ambos cultivares mostraron comportamientos similares, con valores promedios de 21,2 %; mientras que para el RMS, se registraron diferencias altamente significativas ( $P<0,01$ ), resultando superior el cultivar Elefante verde, con valores de 10,2 t/ha, en comparación con el cultivar Elefante morado con valores de 8,56 t/ha. La relación entre el contenido y RMS no registró diferencias significativas.

La edad mostró un efecto cúbico altamente significativo ( $P<0,03$ ) sobre la MS, la cual se incrementó con la edad, presentando la mayor producción de MS (35,5%) a los 70 días de madurez y los mayores incrementos a partir de los 42 días de madurez. Por su parte, el RMS, presentó un efecto cuadrático altamente significativo ( $P<0,01$ ) con la edad y una interacción cuadrática significativa (Edad<sup>2</sup>\*Cultivar  $P<0,02$ ), lo que indica que la producción de biomasa del pasto Elefante (*Pennisetum* sp.), esta influenciada por la edad de madurez o cosecha y el cultivar utilizado, con valores de 22,8 t/ha a los 70 días y una tendencia creciente en los valores de RMS con la edad. Comportamientos similares en *Pennisetum purpureum* y otras especies como *Brachiaria humidicola*, *Brachiaria ruziziensis* y *Brachiaria decumbens*, han sido reportadas por otros autores (Brow *et al.*, 1988; Vergara-López y Araujo-Febres, 2006; Beneval y Siquiera, 1987).

Los resultados en producción pudieron estar afectados por el volumen y distribución de las precipitaciones, durante el período en que se realizó la investigación (febrero-marzo), correspondió a la época seca, caracterizada por precipitaciones escasas, lo que significa poca disponibilidad de humedad en el suelo para el desarrollo vegetativo de la planta.

El análisis de correlación (Cuadro 2), indica una relación positiva del rendimiento de materia verde (RMV) con el RMS y el rendimiento de materia orgánica (RMO), con un coeficiente de correlación ( $r = 0,94$   $P<0,01$ ) para ambas variables, lo cual se considera un comportamiento típico de estos componentes, para la especie forrajera evaluada.

### Composición química

En el Cuadro 3 se presentan los efectos del cultivar y la edad sobre los contenidos de PB, FND, FAD, LAD y CZ del pasto Elefante (*Pennisetum* sp). El análisis de varianza arrojó diferencias altamente significativas ( $P<0,01$ ) entre cultivares de pasto Elefante para PB y CZ y altamente significativo ( $P<0,01$ ) para FND. Los resultados muestran un mejor comportamiento del cultivar Elefante morado para los contenidos de PB con valores de 17,1 %, mientras que el cultivar Elefante verde mostró un mejor comportamiento para el componente FND, con valores de 55,7 %. Estos registros nos permiten presumir, que los rebaños bovinos alimentados con forrajes de Elefante morado dispondrán de un mejor valor nutritivo en la ración, debido al mayor contenido de PB en la misma.

La PB disminuyó con la edad y el contenido de MS; mientras que para los contenidos de FAD y LAD, no se encontraron diferencias significativas entre los cultivares de Elefantes. Al igual que otras especies tropicales, en el pasto Elefante el valor nutritivo y la composición química se ve influenciada por el estado de madurez, disminuyendo el contenido de proteína e incrementando los niveles de fibra. Comportamiento similar han sido reportado en *Pennisetum* sp (FAO, 1982) y otras especies como *B. humidicola* (Vergara-López y Araujo-Febres, 2006), en donde los contenidos de proteína disminuyen a medida que avanza la edad del pastizal. La composición química presentó el pasto *Pennisetum* sp, concentraciones promedios de proteína de 16 % y en fibras (FND, FAD y LAD) de 53,4; 36,1 y 4,38 %; valores muy por encima del alcanzado por Cáceres y Santana (1988), Brow *et al.* (1988), FAO (1982) y Santana *et al.* (1985), en pastos tropicales y por Núñez *et al.* (2004) para maíz forrajero, donde registraron valores en proteína de 6,38, 3,69, 6,10 y 8,5 % y valores en fibra de 28,6 y 40 %, respectivamente e inferiores a los reportados por Rosthoj y Branda (2001) para dicho cultivar.

Cuadro 1. Efectos del cultivar y la edad sobre el contenido y rendimiento de materia seca (MS)

Variable	MS (%)	RMS (t/ha)
Cultivar		
Elefante verde	21,3	10,20
Elefante morado	21,0	8,56
Media	21,2	9,37
P	NS	< 0,01
Edad (días)		
14	11,6	0,48
28	12,7	2,22
42	16,5	6,50
56	29,5	14,80
70	35,5	22,80
Efectos		
Lineal	< 0,01	< 0,01
Cuadrático	< 0,01	< 0,01
Cúbico	0,03	0,15
Interacciones		
Cultivar*edad	0,99	0,024
Cultivar*edad <sup>2</sup>	0,53	0,023
Cultivar*edad <sup>3</sup>		
RSD	2,28	1,44
CV	10,8	15,3
R <sup>2</sup>	0,96	0,98

MS= materia seca; RSD=desviación residual estándar; CV=coeficiente de variación.

Cuadro 2. Coeficiente de correlación de Pearson de las variables rendimiento de materia verde, contenido de materia seca, rendimiento de materia seca y rendimiento de materia orgánica.

RMV ( t/ha)	MS(%)	RMS (t/ha)	RMO (t/ha)
RMV	0,02	0,94	0,94
P	0,91	< 0,01	< 0,01
MS		0,09	0,11
P		0,60	0,55
RMS			0,99
P			< 0,01

RMV= rendimiento de materia verde, MS= materia seca, RMS= rendimiento de materia seca, RMO= rendimiento de materia orgánica.

Cuadro 3. Efectos del cultivar y la edad sobre diferentes parámetros de composición química del pasto Elefante.

Variable	PB (%)	FND (%)	FAD (%)	LAD (%)	CZ (%)
Cultivar					
Elefante verde	14,9	55,7	36,8	4,10	16,5
Elefante morado	17,1	51,2	35,4	4,70	20,1
Media	16,0	53,4	36,1	4,38	18,3
P	0,01	NS	NS	NS	< 0,01
Edad (días)					
14	22,6	38,9	25,1	2,82	19,7
28	18,5	50,9	32,9	3,37	18,9
42	14,9	57,5	39,9	4,22	19,2
56	13,0	56,5	37,3	5,47	17,9
70	11,2	63,3	45,4	6,01	15,9
Efectos					
Lineal	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,03
Cuadrático	0,03	0,04	0,12	0,78	0,19
Cúbico	0,69	0,02	0,03	0,36	0,49
Interacciones					
Cultivar*edad	0,96	0,55	0,81	0,95	0,40
Cultivar*edad <sup>2</sup>	0,03	0,02	0,12	0,80	0,52
Cultivar*edad <sup>3</sup>	0,52	0,41	0,07	0,08	0,26
RSD	0,91	2,85	3,74	0,84	2,01
CV	5,67	5,33	10,4	19,2	10,9
R <sup>2</sup>	0,97	0,93	0,82	0,76	0,64

PB=proteína bruta; FND=fibra neutro detergente; FAD=fibra ácido detergente;

LAD=lignina ácido detergente; CZ=cenizas de la materia seca; RSD=desviación residual estándar;

CV=coeficiente de variación.

Este comportamiento quizás estuvo relacionado al manejo nutritivo del cultivo, el cual no recibió fertilización y riego durante el período de evaluación.

La edad mostró un efecto cuadrático altamente significativo ( $P<0,03$ ) sobre la PB, se determinó una disminución en la concentración de PB con la edad, con valores de 22,6% a los 14 días hasta 11,2% a los 70 días de madurez del pasto. Este es un comportamiento típico para el referido componente, que disminuye con la edad de cosecha o madurez del forraje, similares a los reportados por otros autores en especies como *Echinochloa polystachya* y *B. humidicola* (Combellas y González, 1973a y 1973b; Vergara-López y Araujo-Febres, 2006).

Para FND, la edad mostró un efecto cúbico altamente significativo ( $P<0,02$ ) y una interacción Edad<sup>2</sup>\*Cultivar altamente significativo ( $P<0,02$ ), con una tendencia a aumentar sus valores con la edad de madurez, con valores de 63,3% a los 70 días de madurez, contrario al comportamiento experimentado por la PB, lo cual discrepa con los resultados obtenidos por Vergara-López y Araujo-Febres (2006), quienes reportaron valores significativamente mayores y de comportamiento contrario en relación a la edad del cultivar. El resto de los componentes FAD, LAD y CZ, mostraron un efecto lineal muy altamente significativo ( $P<0,01$ ;  $P<0,01$ ;  $P<0,03$ ), con una clara tendencia a aumentar sus valores con la edad

de madurez del cultivar para el contenido de FAD y LAD y disminuir en el caso de la CZ.

Para los pastos de cortes como los *Pennisetum*, el conocimiento del valor nutritivo del forraje y su comportamiento con la edad de madurez, nos permite determinar con mucha aproximación, la especie más conveniente, el momento adecuado de cosecha del forraje y manejo óptimo del cultivo, para garantizar el volumen y calidad del forraje, tanto para consumo fresco como para conservación (Heno y Silaje). Los resultados de la investigación sugieren, realizar los períodos de corte para el pasto Elefante, entre los 42 y 56 días, cuando el cultivo muestra el volumen y calidad de forraje conveniente para la alimentación de rumiantes.

### Componentes de la pared celular

Los resultados comprueban que las gramíneas forrajeras tropicales, inician su crecimiento con un alto valor de PB, un rendimiento bajo de MS, y un contenido de Lignina bajo (Cuadro 3; Figura), sin embargo a medida que el pasto madura, podemos observar que los RMV y RMS y demás componentes de la pared celular (FND, FAD y LAD) se incrementan, mientras que los PB disminuyen; comportamiento similar aunque muy inferiores fueron reportados por Cáceres y Santana (1988) con reducciones de 46% en el contenido de proteína a medida que el pasto Elefante alcanza los 70 días de edad.

Este comportamiento está relacionado a su rápido crecimiento, maduración y en nuestras condiciones tropicales de zonas áridas, posiblemente a la época del año, lo cual sin duda, afecta la calidad nutricional de los pastos. Resultados similares han sido referidos por otros autores con especies como *Cynodon* sp. (Moreira *et al.*, 2004; Rojas *et al.*, 2004). En sistemas de producción como el nuestro, este comportamiento hace considerar el establecimiento de estrategias como el uso de leguminosas forrajeras (bancos de proteínas, asociaciones), la suplementación energética y mineral en la ración sobre todo en las épocas críticas, la fertilización del pastizal y la utilización de riego, para mejorar y/o mantener el volumen y calidad nutritiva del pasto durante el año. Sin embargo, es bueno tener presentes, que en oportunidades estas estrategias se encuentran sujetas a la decisión y gustos de los productores.

Los componentes de la pared celular FND, FAD y LAD (Cuadro 4); se relacionaron negativamente con los contenidos de PB ( $r = -0,93$ ,  $r = -0,84$  y  $r = -0,69$ ), con un alto coeficiente de correlación ( $P \leq 0,01$ ), lo cual discrepa con los resultados obtenidos por Vergara-López y Araujo-Febres (2006), quienes reportan una correlación positiva de la FAD con la PC y una tendencia definida del resto de los componentes de la pared celular a disminuir con la edad y concuerda con los resultados obtenidos por Pinheiro-Camarao *et al.* (1983), que demuestran que a medida que el pasto madura su contenido en proteína disminuyen y se incrementan los contenidos de los componentes de la pared celular.

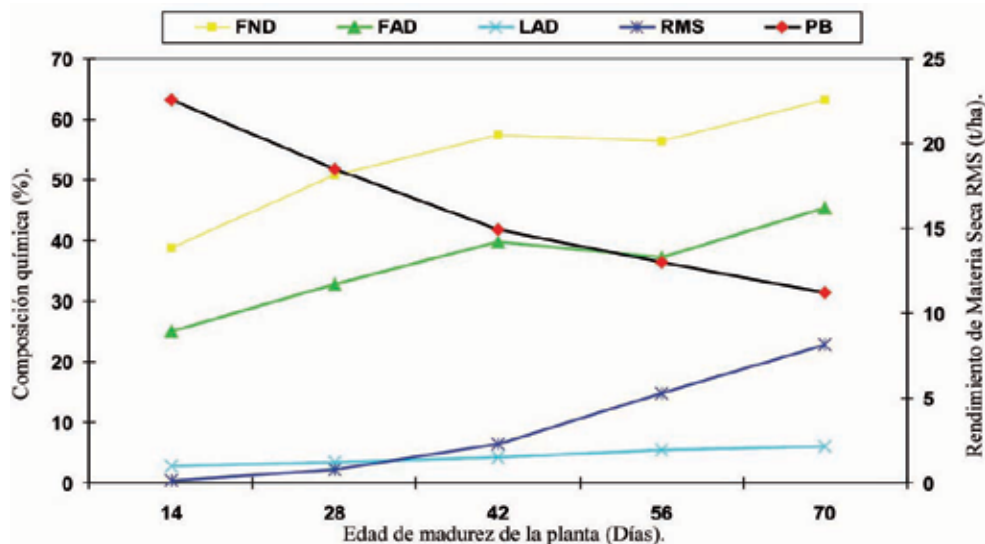


Figura. Producción, composición química y edad de madurez del pasto Elefante (*Pennisetum* sp)

Cuadro 4. Coeficiente de correlación de Pearson de las variables proteína bruta, fibra neutra detergente, fibra ácido detergente, lignina ácido detergente y ceniza.

	PB	FND	FAD	LAD	CZ
PB		- 0,93	-0,84	- 0,69	0,57
P		< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01
FND			0,86	0,65	-0,55
P			< 0,01	0,01	0,02
FAD				0,67	-0,40
P				< 0,01	0,03
LAD					-0,35
P					0,06

PB= proteína bruta, FND= fibra neutra detergente, FDA= fibra ácido detergente, LDA= lignina ácido detergente, CZ= ceniza de la materia seca.

### CONCLUSIONES

El pasto Elefante (*Pennisetum sp*), como pasto de corte, muestra un alto potencial para la producción de biomasa, sin embargo como cualquier otro pasto tropical, en condiciones de zonas áridas, reduce su valor nutritivo con la edad de madurez.

El cultivar Elefante verde presentó los mejores valores de RMS (10,20 t/ha) y FND (55,7 %), mientras que los mejores contenidos de PB los obtuvo el cultivar Elefante morado con valores de 17,1 %.

El contenido de PB alcanzó el valor más alto de 22,6 % a los 14 días de madurez, manteniéndose por encima de 11% hasta la edad de 70 días, lo cual resulta positivo dado la distribución y volumen de las precipitaciones en la zona de producción ganaderas durante el período de investigación.

La edad de madurez afectó los parámetros de composición química y rendimiento del pasto Elefante, reduciendo los contenidos de PB, pero mejorando las concentraciones de fibra (FDN, FDA y LDA) y los rendimientos u oferta de forraje (RMV, RMS y RMO), lo cual hace del pasto Elefante (*Pennisetum sp.*), una buena alternativa forrajera para las zonas áridas de los trópicos latinoamericanos.

Las relaciones establecidas a través del análisis de correlación para los parámetros de composición química y rendimiento del pasto Elefante, permiten considerar criterios para garantizar la mejor oferta y calidad del forraje durante las épocas del año, contemplando la posibilidad de la suplementación mineral en la ración, la fertilización del pastizal y la utilización de riego, para mejorar y/o mantener la calidad nutritiva del pasto durante todo el año.

Tomando en cuenta los criterios de producción y calidad de los pastos, necesarios para satisfacer los requerimientos del animal, los resultados de la investigación permiten recomendar como mejor época de cosecha para el pasto Elefante (*Pennisetum sp*), la fecha cercana a los 56 días de madurez, lo cual garantiza un buen aporte cualitativo y cuantitativo de la biomasa cosechada.

Es importante señalar, que en el presente trabajo, la aplicabilidad de los resultados y el conocimiento generado, para la selección de las especies, época más oportuna de cosecha, manejo del cultivo y estrategias sugeridas para mejorar el volumen y calidad del forraje para la alimentación de los rebaños, es un valioso aporte que debe ser tomado en cuenta, para ser aplicado en los sistemas de producción de ganadería bovina doble propósito establecidas en las zonas áridas y semiáridas del país.

### LITERATURA CITADA

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15<sup>th</sup> edition Association of Official Analytical Chemists Arlington, V A. pp 1-10.
- Beneval, R., e A. J. Siquiera, B. 1987. Composição química e rendimento do capim andropogon (*Andropogon gayanus* var. Biscuamulatus cv. Planaltina) em diferentes idades de corte. Anais Esc. Agron. E vet. 17: 49-58.
- Brow, D., M. Salim, E. Chavalimu. and H. Fitzhugh. 1988. Intake, selection, apparent digestibility and chemical composition of *Pennisetum purpureum* and *Cajanus cajan* foliage as utilized by lactating goats. Small Ruminant Research.1: 59-65.

- Cáceres, C. y H. Santana. 1988. Influencia de la edad de cosecha sobre valor nutritivo y rendimiento de nutrimentos de tres gramíneas forrajeras. *Pastos y Forrajes*. 11: 183-189.
- Combellas, J.; y E. González. 1973a. Rendimiento y valor nutritivo de forrajes tropicales. 4. Pasto Alemán [*Echinochloa polystachya* (H.B.K) Hitchc.]. *Zoot. Trop.* 23:269-275.
- Combellas, J.; y E. González. 1973b. Rendimiento y valor nutritivo de forrajes tropicales. 5. Pasto Para (*Brachiaria mutica* stapt). *Zoot. Trop.* 23:277-286.
- COPLANARH. 1975. Inventario Nacional de Tierras. Región Lago de Maracaibo. Ministerio de Agricultura y Cría. pp 3-15.
- Correa H J, y J. M. Ceron, H. Arroyave, Y. Henao, y A. López. 2004. Pasto Maralfalfa: mitos y realidades. **In:** IV seminario internacional Competitividad en carne y leche. Cooperativa Colanta, Hotel Intercontinental de Medellín, Noviembre 10 y 11: 231 - 274.
- Correa. H. J. 2006. Calidad Nutricional del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) cosechado a dos Edades de Rebrote. *Fac. Cienc. Agrop, UNC. Medellin*. <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd18/6/corr18084.htm>.
- FAO. 1982. Piensos tropicales: Resúmenes informativos sobre Pienso y Valores Nutritivos. Ed. FAO. Roma Italia. p 550.
- FAO. 1996. *Production Yearbook, 1995*. Ed: Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. p78.
- García, J. 2005. Aplicación del SAS al Análisis de Regresión en Producción Animal. Departamento de Producción Animal. ETSI. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. España. p. 105.
- Holmann F.; L. Rivas, J. Carulla, L. Giraldo,; S.Guzmán, M. Martínez, B. Rivera, A. Medina, y A. Farrow. 2003 Evolución de los Sistemas de Producción de Leche en el Trópico Latinoamericano y su interrelación con los Mercados: Un Análisis del Caso Colombiano. CIAT, Cali. p 53.
- Moreira, F. B.; I. N. Prado, U. Cecato, F. Wada, and I. Mizubuti. 2004. Forage evaluation, chemical composition, and *in vitro* digestibility of continuously grazed star grass. *Animal Feed Science and Technology* 113 pp. 239–249
- Núñez, H. G.; G. F. Contreras, y C. R. Faz. 2004. Producción, composición química y digestibilidad *in vitro* de híbridos de maíz de origen tropical y templado en la región árida de México. *Revista de Investigación, Difusión Científica y Agropecuaria. AIA*. 8 (1):63-72.
- Pinheiro-Camarao, A.; H. Marques Batista, J. de B. Lourenco Junior, E. S. Dutra. 1983. Composição química e digestibilidades *in Vitro* do capim quicuio-da-amazonia em tres idades de corte. *Bol. de Pesq.* 51:5-17.
- Robertson, J. B. and P. J. Van Soest. 1981. "The detergent system of analysis and its application to human foods". **In:** *The analysis of Dietary in Food*. Ed: W.P.T. James and O. Theander. Marcel Dekker, New York, USA. pp 123-158.
- Rojas, Y.; J. Rincón, Y. Gallardo, y M. Leal. 2004. Evaluación de frecuencias y alturas de corte en tres cultivares *Cynodon dactylon*, (L.) Pers., en condiciones de bosque muy seco tropical. II: Valor nutritivo. *Zootecnia Tropical*, Vol. 22, No. 2, 2004, 175-181.
- Rosthoj L., I. Selma, y L. N. Branda. 2001. Determinación de los nutrientes digestibles totales en ovinos a partir del *Pennisetum purpureum* y variedades. *Revista de Ciencia y Tecnología. UNA, Paraguay*. Vol. 1(3): 83-90.
- Santana H., O. Cáceres, y L. Rivero. 1985. Calidad y valor nutritivo de cinco gramíneas forrajeras. *Pastos y Forrajes*. 8: 435-447.
- SAS. 1990. SAS Institute Inc., SAS/STAT User's Guide, version 6, Fourth Edition, Volume 1, Volume 2, Cary, NC:SAS Institute Inc., North Caroline.
- Tammiga, S. and X. B. Chen. 2000. "Animal-based technique for the estimation of protein value of forages". **In:** *Forage evaluation in ruminant nutrition*. Eds: D. I. Givens., E. Owen., R. F. E. Oxford y H. M. Omed. CABI Publishing. Wallingford, UK. p 496.



- Tilley J, and K. Terry. 1963. A two stages techniques for the in vitro digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society (G.B.) 18(2): 104-111.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. "Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition". J. Dairy Sci., pp 543-583.
- Vergara-López J. y O. Araujo-Febres. 2006. Producción, composición química y degradabilidad ruminal in situ de *Brachieria humidicola* (RENDLE) SCHWEICK en bosque seco tropical. Rev. Fac. Agron. LUZ. Vol. XVI, N° 3:239-248.
- Wilson, J. R. 1982. Enviromental and nutrional factors affecting herbage quality. En: J. B. Hacker (ed.), Nutritional Limits to Animal Production from Pastures: Commonwealth Agricultural Bureaux, Fornham Royal, UK. p 111

## **Rendimiento en canal y fileteado de la tilapia (*Oreochromis niloticus*) variedad Chitralada producida en el estado Trujillo, Venezuela**

Bárbara Rojas-Runjaic<sup>1</sup>, Daniel Antonio Perdomo<sup>2\*</sup>, Danny Eugenio García<sup>3</sup>,  
Mario González-Estopiñán<sup>4</sup>, Zenaida Corredor<sup>5</sup>, Pedro Moratinos<sup>6</sup> y Oscar Santos<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universidad del Zulia (LUZ), Facultad de Agronomía, Producción Animal, estado Zulia, Venezuela.

<sup>2</sup>Universidad de Los Andes (ULA), Núcleo Universitario “Rafael Rangel” (NURR), Programa de Ingeniería de la Producción en Agroecosistema. estado Trujillo, Venezuela. \*correo electrónico: dperdomocarrillo@gmail.com.

<sup>3</sup>ULA, NURR, Departamento de Ciencias Agrarias. Estado Trujillo, Venezuela.

<sup>4</sup>ULA, NURR, Unidad de Investigaciones en Recursos Subutilizados (UNIRS). Departamento de Ciencias Agrarias, estado Trujillo, Venezuela.

<sup>5</sup>Agropecuaria “El Limonal C.A.”, estado Trujillo, Venezuela.

<sup>6</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), estado Trujillo, Venezuela.

---

### **RESUMEN**

Se evaluaron los rendimientos en canal y filete de la tilapia (*Oreochromis niloticus* variedad: Chitralada) con pesos entre 250 y 400g (rango: 250-300, 300-350 y 350-400g), cultivadas bajo condiciones intensivas en el estado Trujillo, Venezuela, mediante un diseño totalmente aleatorizado y 60 animales muestreados. Los parámetros morfométricos medidos en cm fueron: longitud total (LT), longitud estándar (LS), longitud de cabeza (LC), altura de cabeza (AC), espesor del tronco (EH), longitud del tronco (LH) y altura del tronco (AH); las variables relacionadas con el peso en g fueron: peso fresco (PF), peso de la canal (Pc), peso del tronco (Pt), peso del tronco limpio (TSe), peso del filete (PFi) y peso de los componentes de los residuos; además se evaluaron los parámetros de rendimientos referido a: la canal (% RC), el filete en función del peso fresco (%RPF) y el filete en función de la canal (% RFPc). Los parámetros morfométricos y las variables de peso mostraron diferencias significativas a favor de los animales más pesados ( $P < 0,05$ ), a excepción de EH y la AH. No se encontraron diferencias en el peso de branquias y aletas ( $P > 0,05$ ) y las variables de rendimientos no presentaron diferencias respecto a los rangos de peso ( $P > 0,05$ ). Se concluye que los mayores valores morfométricos y de peso se obtuvieron en tilapias de peso entre 350 y 400g. Sin embargo, la talla de los ejemplares no influyó en los valores de rendimiento.

*Palabras clave:* canal, Chitralada, filete, producción piscícola.

---

### **Yield carcass and filleting in tilapia (*Oreochromis niloticus*) Chitralada strain cultivated in Trujillo state, Venezuela**

#### **ABSTRACT**

An experiment was carried out in order to evaluate the carcass yields and filleting of the tilapia (*Oreochromis niloticus* strain: Chitralada) with weights among 250-400g (range: 250-300, 300-350 and 350-400g), cultivated under intensive conditions in Trujillo state, Venezuela; using a completely randomized design with 60 measured animals. The morphometric measured parameters were: total length (LT), standard length (LS), head length (LC), head height (AC), body thickness (EH), body longitude (LH) and body height (AH); the variables related with the weight (in g) were: weigh fresh (PF), carcass weight (Pc), body weight (Pt), weight of the clean trunk (TSe), fillet weigh (PFi) and component of residuals; the parameters relating with yields were evaluated to: carcass yield (%RC), fillet yield according to fresh weight (% RPF) and yield of the fillet according to the carcass (%RFPc).

The morphometric parameters showed significant differences ( $P < 0,05$ ), exception of EH and AH. No differences ( $P > 0,05$ ) in the variables related with weight of gills and fins were observed. No differences regarding the yield according to the variables of corporal yield were observed ( $P > 0,05$ ). The hight morphometric and weight values were observed in animals with 350-400g of live weight. However, the hight size presented marginal influence in yield results.

*Keywords:* carcass, Chitralada, filleting, fish culture.

## INTRODUCCIÓN

La tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*), presenta una serie de características biológicas intrínsecas del pez como un rápido crecimiento, resistencia a enfermedades y condiciones adversas, conversión eficiente del alimento concentrado, alta fecundidad, maduración gonadal temprana, aceptación de alimentos artificiales, además su carne posee excelente sabor y textura (Popma y Lovshin, 1996; Popma y Masser 1999; Watanabe *et al.*, 2002; Poggere, 2009). No obstante, requiere un manejo complicado y programa de control de sexos o reversión sexual a fin de descartar el desmejoramiento genético de la especie (Castillo, 2005).

El cultivo de tilapia en Venezuela comenzó legalmente en el 1992, con la introducción y el posterior manejo de las especies *O. niloticus*, *O. aureus*, *O. hornorum*, *Sarotherodon galileus* e híbridos interespecíficos (Giménez *et al.*, 1995). Esto permitió incrementar el cultivo, lo que se evidenció en las estadísticas de producción piscícola que indicaron un aumento de 4 tm en 1990 a 1.655 tm en 1995 (Castillo, 2005), valores de producción obtenidos principalmente con la variedad roja.

En Venezuela, la producción de especies piscícolas autóctonas de aguas cálidas es comercializada mayormente en forma fresca a nivel local (Mora, 2005). En el caso de la tilapia existe la tendencia de colocar cierta cantidad del producto que se distribuye en los grandes supermercados (Kodaira, 2002). En este particular, para optimizar la comercialización de esta especie se requieren de estrategias para incentivar su consumo, así como estimar de forma adecuada la disponibilidad de la materia prima y su rendimiento (Kodaira, 2002; Watanabe *et al.*, 2002).

La transformación de esta especie piscícola en otros productos de valor agregado como pescados enteros eviscerados, filetes refrigerados o congelados, elaborados con una manipulación higiénica basadas

en las normas sanitarias, empacados en forma adecuada y con una presentación atractiva; ayudaría a incentivar una mayor producción e ingresos por esta actividad (Poggere, 2009). Ello permitiría una mejor aceptación por parte de los consumidores al disponer de productos ya procesado favoreciendo de esta manera su consumo directo (Kodaira, 2002).

En nuestro país son pocos los estudios enfocados en el aprovechamiento de especies piscícolas cultivadas, específicamente *O. niloticus*, y no se han evaluado factores importantes en técnicas postcosecha, para fijar estrategias en aspectos relacionados con el manejo, industrialización y comercialización. En tal sentido, el presente estudio tuvo como objetivo principal evaluar el rendimiento en canal y el fileteado a diferentes tallas de cosecha en la tilapia nilotica (*O. niloticus*) variedad Chitralada, cultivada en condiciones intensivas en el estado Trujillo, Venezuela.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación

El experimento se realizó en las instalaciones de la Empresa Agropecuaria “El Limonal C.A”, ubicada en el sector El Jagüito, parroquia El Jagüito, municipio Andrés Bello, estado Trujillo, Venezuela, la cual se encuentra en condiciones de bosque seco tropical, a 50 m.s.n.m., temperatura promedio anual de 29°C, precipitación promedio anual de 1.026,5 mm y humedad relativa del 71% (Coordenadas geográficas: 9°35'22"N y 70°44'44"O).

### Proceso de engorde de tilapias

Alevines de tilapia Chitralada reversados mediante 17 metil-testosterona con 28 días de edad, se sembraron en tanque de concreto de 200 m<sup>2</sup> para su pre-engorde, con densidad de siembra (DS) de 20 alevines/m<sup>2</sup>. Durante esta etapa fueron alimentados con Puripargo® de 28% de proteína bruta (PB) y 3%

de grasa cruda (GC) 4 veces/día, permaneciendo por un período de 2 meses hasta que alcanzaron peso promedio de 15g/alevín. Se aplicó flujo continuo de agua para favorecer la oxigenación (50 L/min).

Posteriormente para el engorde final se pasaron a un módulo de 4 tanques de concreto de 200 m<sup>2</sup>/tanque (800 m<sup>2</sup> en espejo de agua), con entrada de agua individual, DS de 4 peces/m<sup>2</sup>, alimentados 3 veces/día con Puripargo® (25% de PB y 2,20% GC) durante un tiempo de 5 meses hasta alcanzar pesos entre 250 y 400 g. En el transcurso del proceso de engorde se mantuvo la aireación aportada por un Blower (1.5 HP) y renovación de agua diario del 25%.

Al alcanzar estos pesos, los peces se colocaron a otro módulo de cuatro tanques con iguales medidas y condiciones anteriormente mencionadas, donde permanecieron en ayuno durante un período de dos días para que depuraran sus tractos digestivos y eliminar cualquier sabor provocado por geosmina.

Se determinaron diariamente los valores de pH con un pHmetro (marca: YSI, modelo 60), oxígeno disuelto (OD) y la temperatura del agua (°C) se midieron con un medidor digital portátil (marca: YSI 550A), la transparencia del agua (cm) se valoró con un disco de Secchi. Semanalmente, se determinó la concentración de amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), dureza, alcalinidad y fósforo (P) mediante el Kit LaMotte (modelo PLN).

### Procesamiento de tilapias

Se seleccionaron de manera aleatoria 60 tilapias (15 peces/tanque) por medio de una red (atarraya de 1,5 pulgadas de luz de malla) con peso promedio de 312,88 ±43,87 g y longitud total (LT) promedio de 25,59 ±1,18 cm. Los peces fueron sacrificados mediante choques térmico por inmersión en agua fría (8-10 °C durante 10 minutos promedios; Mora, 2005).

Después de sacrificados los peces, se determinaron los parámetros morfométricos concernientes a LT, longitud estándar (LS) mediante un íctiometro (marca: Wilco, modelo 118, precisión de 0,1 mm) y las medidas referentes a la longitud de cabeza (LC), altura de cabeza (AC), espesor del tronco (EH), longitud del tronco (LH) y altura del tronco (AH) con un vernier (marca: Solinger, modelo estándar, precisión de 0,1 mm).

Posterior al descamado, el filete se obtuvo mediante corte manual longitudinal en la musculatura dorsal a lo largo de toda la extensión de la columna vertebral y sobre las costillas pleurales, a fin de obtener dos medios filetes correspondientes a cada lado del pez. El corte fue realizado por una única persona y se mantuvo el filete con piel para proporcionar estabilidad al músculo.

Para establecer los pesos corporales se empleó una balanza semi-analítica (marca: Ohaus, modelo SP 402) con precisión de 0,01 g. Adicionalmente, se determinaron los rendimientos corporales en función del peso total.

A partir de estos pesos fueron estipulada las siguientes variables de acuerdo a la metodología empleadas por Mora (2005):

Peso fresco (PF); Peso de la canal (Pc): [PF – (peso vísceras + peso de branquias)]; Peso del tronco (Pt): [Pc – (peso cabeza + peso aletas)]; Peso del tronco limpio (TSe): [Pt – escamas]; Peso del filete (PFi): [TSe – peso espinazo]; Residuos (R): [peso cabeza + peso vísceras + peso branquias + peso escamas + peso del espinazo].

Para determinar el rendimiento de la tilapia se emplearon las siguientes ecuaciones en función de las fórmulas general empleadas por Rutten *et al.* (2004; 2005):

Rendimiento en canal (%RC): [(Pc/PF) x 100]; Rendimiento del filete en función del peso fresco (%RPF): [(PFi/PF) x 100]; Rendimiento del filete en función de la canal (%RFPC): [(PFi/Pc) x 100].

### Diseño experimental

Se utilizó un diseño totalmente aleatorizado con cuatro réplicas utilizando los rangos de peso como factor fijo. Los cuatro estanques fueron considerados unidades experimentales y los peces unidades de muestreo.

### Procesamiento de datos y análisis estadístico

Los datos obtenidos se analizaron sin considerar el sexo de los peces, en vista de ser animales reversados. Las bases de datos fueron creadas en hojas de cálculo MS-Excel 2003, para lo cual se conformó un registro de múltiples entradas para el análisis de las variables evaluadas.

En todos los casos, inicialmente, se comprobaron los supuestos de normalidad de los errores por la prueba modificada de Shapiro Wilk (Royston, 1982), así como el test de homogeneidad de varianzas según la prueba de Bartlett (1937), con el objetivo de verificar la normalidad de los datos.

La obtención del histograma, para la distribución de los rangos de peso, con el objetivo de definir esta variable como factor fijo, se realizó utilizando la opción gráfica del paquete SPSS 10.0 para Windows® (Visauta, 1998). Para el análisis estadístico se empleó la ventana Análisis del mismo paquete estadístico. La estadística descriptiva se realizó en términos de media, desviación estándar (DE), error estándar (EE) y rango para el 95% de confianza.

Para la comparación de medias se empleó la prueba de Student-Newman-Keuls (SNK) al 5% de probabilidad. En los casos que fue necesario, se aplicó la prueba establecida para comprobar la esfericidad de la matriz de covarianza (Visauta, 1998).

Para estudiar la variabilidad en función de las mediciones experimentales se llevó a cabo un análisis de componentes principales (ACP) empleando la matriz de covarianza (Philippeau, 1986). Para ello se tomó el valor promedio de todas las observaciones, con lo que se conformó una matriz de comparación que incluyó integralmente todas las variables.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros físicos-químicos del agua registrados presentaron los siguientes rangos: OD: 4,23-6,06 mg/L; T: 28,9-30,4 °C; pH: 7,07-8,06;  $\text{NH}_4^+$ : 0,01-0,25 mg/L;  $\text{NO}_3^-$ : 0,01-0,03mg/L;  $\text{NO}_2^-$ : 0,02-0,09mg/L; Dureza: 40,25-51,38mg/L; Alcalinidad: 28,01- 41,3 mg/L; P: 0,81-4,91mg/L; Transparencia: 30-40 cm. Valores similares a los reportados para la producción de tilapias en diferentes sistemas de manejo (Popma y Lovshin, 1996; Leonhardt *et al.*, 2006; Pogger, 2009).

La distribución del peso fresco, en función del histograma de frecuencia se muestra en la Figura y el efecto de los rangos de peso en las variables morfométricas en el Cuadro 1.

Los mayores rangos morfométricos se determinaron con pesos entre 350-400g con una LT de 26,56 cm; LS: 22,14 cm; LC: 7,11 cm; AC: 7,52 cm; EH: 3,76 cm; LH: 15,75 cm; AH: 8,92 cm. Los valores más discretos en las variables morfométricas se obtuvieron en el rango de 250-300g con una LT de 24,61cm; LS: 20,09 cm; LC: 6,54 cm; AC: 6,67 cm; EH: 3,50 cm; LH: 13,50 cm. Para la variable AH el valor fue de 7,86 cm, correspondiendo al rango de peso entre 300-350g.

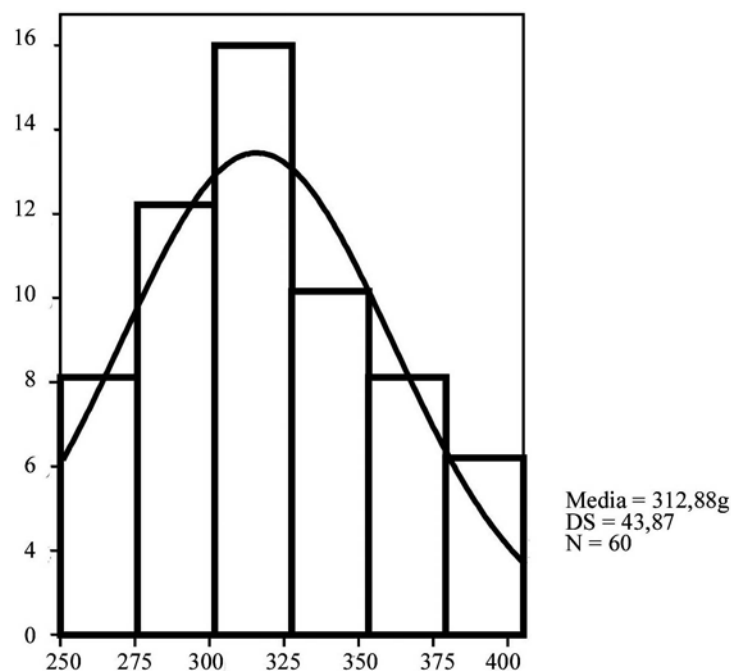


Figura. Histograma de frecuencia acorde al peso fresco de tilapia nilotica (*O. niloticus*) variedad Chitralada en el sector El Jagüito del municipio Andrés Bello, estado Trujillo, Venezuela.

Cuadro 1. Efecto de los rangos de peso y parámetros descriptivos de las variables morfométricas en la tilapia Chitralada (*O. niloticus*) cultivada en el sector El Jagüito del municipio Andrés Bello, estado Trujillo, Venezuela.

Variable	Peso (g)	Media (cm)	DS	EE±	Intervalo de confianza de la media al 95%	
LT	250-300	24,61b	0,80	0,25	24,04	25,19
	300-350	25,58b	0,93	0,31	24,86	26,30
	350-400	26,56a	1,11	0,45	25,40	27,73
LS	250-300	20,09c	0,69	0,21	19,60	20,59
	300-350	21,14b	0,84	0,28	20,50	21,79
	350-400	22,14a	1,01	0,41	21,07	23,20
LC	250-300	6,54b	0,23	0,07	6,37	6,71
	300-350	6,79ab	0,42	0,14	6,47	7,12
	350-400	7,11a	0,25	0,10	6,85	7,38
AC	250-300	6,67b	0,36	0,11	6,41	6,93
	300-350	7,20a	0,26	0,08	6,99	7,40
	350-400	7,52a	0,77	0,31	6,71	8,34
EH	250-300	3,50	0,28	0,08	3,30	3,71
	300-350	3,56	0,23	0,07	3,38	3,74
	350-400	3,76NS	0,35	0,14	3,38	4,14
LH	250-300	13,50c	1,40	0,44	12,50	14,50
	300-350	14,64b	0,59	0,19	14,18	15,10
	350-400	15,75a	0,53	0,2	15,19	16,31
AH	250-300	8,07	2,21	0,70	6,48	9,65
	300-350	7,86	0,70	0,23	7,32	8,41
	350-400	8,92NS	0,57	0,23	8,32	9,52

Letras diferentes entre filas indican diferencias significativas a  $P < 0,05$ .

LT: longitud total, LS: longitud estándar, LC: longitud de cabeza, AC: altura de cabeza, EH: espesor del tronco, LH: longitud del tronco, AH: altura del tronco, DS: desviación estándar, EE: error estándar.

En estas medidas morfométricas se presentaron diferencias de acuerdo a las variables corporales al momento de su beneficio ( $P < 0,05$ ), pero no se encontraron en las medidas correspondientes al EH y la AH. Al respecto, no se observó numéricamente una relación directa entre estas dos variables y el rendimiento en canal una vez procesadas las tilapias.

En este sentido, Diodatti *et al.* (2008), consideran que la caracterización de canales por medio de las medidas corporales puede permitir estimar los rendimientos corporales a obtenerse de las diferentes partes, sin la necesidad de recurrir al sacrificio de los peces.

Criterios similares establecieron Rutten *et al.* (2005), quienes constataron que las medidas del ancho y largo del cuerpo son utilizables como criterios en selección para determinar pesos y los rendimientos en *O. niloticus*. Por otra parte, Poggere (2009), evaluando tres variedades de tilapia (Supreme, Chitralada y Bouaké), encontró que la Chitralada presentó una cabeza más corta y un tronco más largo lo cual presupone que sus dimensiones corporales son más apropiadas para la valoración económica en los sistemas de cultivo, pues se obtiene mejor aprovechamiento de su carne durante el procesamiento. El efecto del rango de peso en las

variables relacionadas con el peso de *O. niloticus* beneficiadas se muestra en el Cuadro 2.

Respecto al peso corporal, los mejores resultados se exhibieron en el rango de 350-400 g con un valor del PF de 375,60 g; Pc: 319,17 g; Pt: 247,93 g; TSe: 227,04 g; PFi: 150,50 g; y R: 194,77 g. El menor valor de las partes corporales se lograron con tilapias en el rango de 250-300 g, donde se alcanzaron PF de 269,30 g; Pc: 233,00 g; Pt: 187,97 g; TSe: 170,10 g; PFi: 119,31 g; y R: 135,43 g. Estas medidas presentaron diferencias de acuerdo al peso corporal ( $P < 0,05$ ). Sólo las branquias (B) y las aletas (A) no presentaron diferencias según la clasificación de peso establecida. El rendimiento de *O. niloticus* y las variables asociadas al rendimiento en función de los pesos, se registra en el Cuadro 3.

Respecto al rendimiento en canal (%RC) el valor máximo se alcanzó en el rango de 300-350g (68,20%), y el menor valor se obtuvo en el rango de 350-400g (66,04%). Considerando las categorías de peso evaluadas, los resultados en los rendimientos obtenidos no presentaron diferencias ( $P > 0,05$ ). Estos son superiores a los obtenidos por Macedo-Viegas *et al.* (1997), quienes encontraron valores en canal para *O. niloticus* que oscilaron entre 59,13% al 63,69%; Clement y Lovell (1994; igualmente en *O. niloticus*) valores de 51%, y a los de Silva *et al.* (2009) quienes obtuvieron un promedio del 59,10% con la misma variedad.

En contraposición, estos valores difieren de los obtenidos por Souza y Maranhão (2001), los cuales encontraron %RC entre 75,61% y 78,18% de acuerdo al peso beneficiado, y menores a los de Gonçalves *et al.* (2003), quienes lograron resultados que oscilaron entre 86,88% y 87,82%, ambas experiencias en *O. niloticus*.

Los valores de %RC al ser comparadas con especies autóctonas como cachamas y sus híbridos, son inferiores. En tal sentido, Mora (2005) reporta valores del %RC para el morocoto o cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) entre 80,80%-86,80% (rango de peso: 400-1600g); y 85,70%-87,10% (rango de peso: 801-1400g) para el híbrido cachamote (*C. macropomum* x *P. brachypomus*).

Es ampliamente conocido que el %RC es muy variable entre especies, lo cual está determinado por su estructura ósea, el volumen visceral y al tamaño de la cabeza. En el caso de las tilapias, esta especie

presenta alto rendimiento debido al desarrollo de buena masa muscular a ambos lados de la columna vertebral, presentan cabeza pequeña y cavidad abdominal relativamente menor (Kodaira, 2002).

Al evaluarse el %RPF, el valor máximo se alcanzó en el rango de 350-400g (60,56%). El menor registro se obtuvo en el rango de 300-350g (57,88%). Este rendimiento en filete no presentó diferencias ( $P > 0,05$ ), lo cual indica que independientemente del peso al beneficio los rendimientos porcentuales del filete no difieren entre sí.

Resultados similares han sido reportados con anterioridad en *O. niloticus*, tanto en la variedad común como en la variedad Chitralada. Así, Silva *et al.* (2009) no encontraron diferencias al momento del beneficio en cuatro rangos de peso de la tilapia Chitralada. Por su parte, Gonçalves *et al.* (2003), tampoco encontraron variaciones sustanciales al evaluar cuatro categorías de peso; y Souza y Maranhão (2001), analizando dos categorías de peso obtuvieron resultados similares. Contrario a estas afirmaciones, Macedo-Viegas *et al.* (1997), determinaron que el %RC estuvo influenciado por el peso de los peces al momento de su beneficio.

Diversos autores (Clement y Lovell, 1994; Souza y Maranhão, 2001; Rutten *et al.*, 2004) han encontrado que el rendimiento en tilapias depende de varios factores como el peso corporal, condición sexual, condición corporal, características morfométricas, técnicas de procesamiento, métodos de fileteado, forma de presentación (con o sin piel) y eficiencia del fileteador. Este último factor, se ha observado que tiene una alta incidencia en el rendimiento final del procesamiento para estas especies. Estos últimos autores reportaron rendimientos en tilapias nilóticas cultivadas, que oscilaron entre el 25% al 42% con respecto al PF, valores inferiores a los obtenidos en este ensayo. Simões *et al.* (2007), logró un rendimiento del filete con piel para la variedad Chitralada con 21,63%, lo cual es inferior a los obtenidos en este ensayo.

Adicionalmente, la variedad empleada para el procesamiento en el presente ensayo, constó con animales sometidos al proceso de reversión sexual. Como parte de dicho proceso se obtienen machos funcionales, los cuales exhiben mejor crecimiento y desarrollo muscular que las hembras de esta especie.

Cuadro 2. Efecto de los rangos de peso y parámetros descriptivos de las variables relacionadas con el peso en la tilapia Chitralada (*O. niloticus*) cultivada en el sector El Jagüito del municipio Andrés Bello, estado Trujillo, Venezuela.

Variable	Peso (g)	Media (g)	DS	EE±	Intervalo de confianza de la media al 95%	Variable	Media (g)	DS	EE±	Intervalo de confianza de la media al 95%	
PF	250-300	269,30c	11,28	3,57	261,30	277,45	43,20b	16,63	3,05	36,30	50,12
	300-350	319,30b	9,78	3,26	311,84	326,88	EP	6,62	2,20	44,35	54,53
	350-400	375,60a	16,30	6,65	358,53	392,77		11,86	4,84	47,84	72,74
Pc	250-300	233,00c	96,80	3,06	226,09	239,90	19,08	12,14	7,63	1,81	36,35
	300-350	275,04b	115,70	3,85	266,13	283,90	B	20,83	7,74	2,97	38,68
	350-400	319,17a	134,30	5,48	305,00	333,20	16,32 NS	15,30	1,15	13,34	19,30
Pt	250-300	182,97c	9,38	2,96	176,25	189,67	25,16c	4,34	1,37	22,05	28,27
	300-350	217,86b	12,06	4,02	208,58	227,13	V	31,75b	4,02	28,66	34,84
	350-400	247,93a	14,26	5,82	232,95	262,90	40,16a	5,68	2,31	34,19	46,12
TSe	250-300	170,10c	14,90	4,71	159,44	180,76	23,21	2,39	8,91	17,84	22,59
	300-350	188,50b	19,00	6,33	173,89	203,11	A	23,38	4,29	16,03	24,53
	350-400	227,04a	19,87	8,11	206,19	247,80	23,66 NS	6,00	4,55	16,94	26,19
PFi	250-300	119,31c	4,09	1,29	102,94	120,80	39,81b	5,08	1,60	36,17	43,44
	300-350	135,39b	6,21	2,07	116,90	136,46	C	44,67b	4,41	41,28	48,06
	350-400	150,50a	14,80	6,04	120,59	182,68	56,83a	8,58	3,50	47,82	65,83
E	250-300	4,59b	1,07	0,35	3,76	5,42	135,43c	16,10	5,09	123,91	146,94
	300-350	5,79ab	1,12	0,35	4,99	6,60	R	155,53b	12,97	145,55	165,50
	350-400	6,76a	2,04	0,83	4,60	8,91	194,77a	19,80	8,08	173,98	215,56

Letras diferentes entre filas indican diferencias significativas a  $P < 0,05$ .

PF: peso fresco, Pc: peso de la canal, Pt: peso del tronco, TSe: peso del tronco limpio, PFi: peso del filete, E: escamas, EP: espinazo, B: branquias, V: vísceras, A: aletas, C: cabeza, R: residuos, DS: desviación estándar, EE: error estándar.



Cuadro 3. Efecto de los rangos de peso y parámetros descriptivos de las variables asociadas al rendimiento en la tilapia Chitralada (*O. niloticus*) cultivada en el sector El Jagüito del municipio Andrés Bello, estado Trujillo, Venezuela.

Vaible	Peso (g)	Media (%)	DS	EE±	Intervalo de confianza de la media al 95%	
%RC	250-300	67,93	2,48	0,78	66,15	69,71
	300-350	68,20	2,69	0,89	66,12	70,27
	350-400	66,04NS	3,58	0,14	62,28	69,80
%RPF	250-300	59,92	3,45	1,09	54,96	64,89
	300-350	57,88	3,88	1,29	51,89	63,84
	350-400	60,56NS	5,46	2,23	49,06	72,02
%RFPc	250-300	40,64	2,14	0,32	37,57	43,70
	300-350	39,34	2,21	0,73	35,93	42,74
	350-400	40,04NS	3,84	1,57	31,98	48,09

Letras diferentes entre filas indican diferencias significativas a  $P < 0,05$

%RC: rendimiento de la canal, %RPF: rendimiento del filete en función del peso fresco,

%RFPc: rendimiento del filete en función de la canal, DS: desviación estándar, EE: error estándar.

Lo cual, puede explicar qué en las 3 categorías de peso evaluadas (250-300g; 300-350 g y 350-400 g), no se encontraron diferencias en los rendimientos corporales.

En cultivo de tilapia la reversión sexual es empleada para controlar la reproducción de juveniles, los cuales dejan de alimentarse para efectuar el proceso reproductivo, conllevando a la degeneración de la calidad genética de la variedad (Castillo, 2005). Razón por la cual la mayoría de las experiencias de procesamiento en esta especie se realizan con animales sometidos a la reversión sexual.

Al respecto, Kodaira (2002) registraron un rendimiento en filete del 41%, demostrando el rendimiento porcentual de las diferentes partes corporales principales de la carne, independientemente de la época de la cosecha. Rutten *et al.* (2004) obtuvo un rendimiento en fileteado promedio del 35,7%, con diferencias entre 3 variedades de tilapias empleadas (Chitralada, GITH, e IDRC). Adicionalmente, se ha demostrado que el rendimiento en filete en estas especies está ligado también a factores propios de las tilapias como la forma anatómica del cuerpo, el tamaño de la cabeza y el peso final de los residuos. Por su parte, Rutten *et al.* (2005) encontraron que el peso corporal es el mejor indicador del peso en filete en comparación con las medidas del cuerpo.

Respecto al %RFPc, el mayor valor se encontró en el rango de 250-300 g (40,64%), y el menor valor en el rango de 300-350g (39,34%). No obstante, los valores obtenidos no presentaron diferencias ( $P > 0,05$ ), en base al rango de peso evaluados en el presente trabajo.

Estas medidas representan, en cierta forma, la parte comestible cuando es aprovechada, en virtud de las pérdidas por desperdicios que se generan durante el procesamiento, o en su caso del consumo fresco. Según los datos, en función de cada variable productiva, aunque los rendimientos relativos al peso de los tres grupos evaluados no exhibieron diferencias sustanciales entre rangos, con peces dentro del rango de 350-400 g se obtuvo los mejores resultados en %RC. Dichos pesos se podrían obtener a partir del cuarto mes de cultivo, dependiendo de una adecuada alimentación que cumpla con los requerimientos nutricionales para la especie.

Considerando los resultados registrados, el beneficio de las tilapias se debe realizar después que alcancen los 350 g, ya que, aunque los rendimientos obtenidos en función del PF y del PFI, no presentaron variaciones importantes, se observó diferencias estadísticas al momento de comparar los residuos. Lo cual enfatiza la necesidad de beneficiar los peces cuando estos adquieran una talla adecuada para obtener filetes más pesados y de mayor valor comercial.

Adicionalmente, a pesar de que los mejores resultados integrales se evidenció en los animales más pesados, el histograma de frecuencia (Figura) permitió visualizar que la mayoría de los animales seleccionados al azar al momento de la cosecha estaban entre 275-350g, lo cual presupone que desde el punto de vista práctico para obtener filetes más grandes hay que dejar que los peces lleguen a más de 350g (más tiempo para la cosecha) en la práctica, o realizar cosechas parciales con aquellos peces que muestren esta talla. Al comparar los valores obtenidos de los pesos y los rendimientos de filetes, los resultados son muy similares a los reportados por Macedo-Viégas *et al.* (1997) quienes evaluaron en *O. niloticus*, 4 categorías de peso, y donde peces entre 250–300g demostraron los mejores resultados proporcionando además mayor rendimiento de filete con respecto al Pc (40%), pero con pesos algo mayores (300-400g) obteniendo superiores cantidades de residuos.

Sin embargo, los valores son similares a los reportados por Leonhardt *et al.* (2006) con resultados entre 36,51 a 39,05%, en experiencias de fileteado con la variedad Chitralada, local e híbrida producto del cruce entre ambas variedades; y a los obtenidos por Golçalves *et al.* (2003) al encontrar rendimientos entre 37,91%-38,76%. En tilapias nilóticas, Simões *et al.* (2007) encontraron que el %RC y filetes no dependen directamente del peso al momento del beneficio, pero sí los rendimientos de filete con respecto a la canal. Lo anterior sugiere que independientemente del peso a la cosecha, los %RC y el fileteado no son alterados. Además, en esta variedad Chitralada, el crecimiento de las partes corporales presentan un crecimiento proporcional al aumento del peso corporal (Silva, *et al.*, 2009). Al respecto, el Cuadro 4 muestra los resultados obtenidos por algunos autores.

Al evaluar los rendimientos corporales (%RC, %RPF y %RFPc) de acuerdo a las categorías de peso evaluadas, los valores son similares. En tal sentido, el aprovechamiento comercial de la variedad Chitralada no se ve afectada al momento del beneficio, ya que hasta los residuos no presentan mayores valores en función de las tres categorías de peso. Adicionalmente, los rendimientos están dados por la técnica de fileteada empleada. En este ensayo, se empleó el fileteado manual el cual es muy preciso; no obstante, requiere mano de obra adecuada y con experiencia.

Por su parte, Clement y Lovell (1994) compararon el rendimiento de filete de tilapias nilóticas y bagres de canal (*Ictalurus punctatus*), siendo el rendimiento del filete menor en el caso de tilapia, con respecto al obtenido en *I. punctatus* (25,4% frente al 30,9%), lo que representa que en las especies de cuerpos comprimidos, los rendimientos del filete son menores debido a una menor masa muscular, como ocurre con las tilapias. Además, en el caso de los rendimientos en filetes, las tilapias aventajan a especies como la cachama (*C. macropomum*), en vista de que estas últimas presentan un mayor tamaño de cabeza, gran volumen visceral y el desarrollo de las espinas intramusculares bifurcadas, que dificultan el fileteado y pueden ser factores que reducen su potencial comercial en forma de filete (Kodaira, 2002; Mora, 2005). Adicionalmente, mediante el fileteado de la tilapia Chitralada se originan nuevas alternativas nutricionales para su comercialización, ya que mayormente su aceptación por parte de los consumidores es de la manera tradicional, es decir entero fresco eviscerado.

Igualmente, las tilapias poseen amplia demanda en su comercialización, y pueden ser ofrecidas en diferentes presentaciones, a parte de filete, pueden ser comercializada congelada, ahumada, lo cual incide en que existan o no variaciones en el precio a la venta, en virtud de que muchas especies de peces autóctonos cultivados, como sucede con la cachama (*C. macropomum*), morocoto (*P. brachypomus*), coporo (*P. mariae*) y bocachico (*P. reticulatus*), poseen espinas intramusculares e interdorsales. En tal sentido el filete surge como una alternativa de comercialización de fácil preparación.

El corte del filete fue con piel con el objetivo de dar estabilidad a los diferentes cortes corporales obtenidos, lo cual pudo haber influido en los rendimientos finales, todo ello a pesar de que las tilapias exhiben una piel fina y delicada. En este sentido, Macedo-Viegas *et al.* (1997) reportan valores de piel de 4,77% a 5,71% en 4 categorías de peso (P1: 250-300g, P2: 301-350g; P3: 351-400g y P4: 401-450g); Simões *et al.* (2007) por su parte, encontraron valores del 3,68%; Souza y Maranhão (2001) encontraron valores entre 6,16% a 6,56% en 2 categorías de peso (P1: 300-400g y P2: 401-500g), y Silva *et al.* (2009) obtuvo valores que oscilaron entre 5,77%-6,31%, en 4 categorías de peso (P1: 250-300g, P2: 350-400g; P3: 450-500g y P4: 550-600g).

Cuadro 4. Rendimiento en tilapia nilotica (*O. niloticus*) de acuerdo a diferentes autores.

Autor	Especie	Rango de peso (g)	Rendimiento en canal (%)	Rendimiento en Filete (%)
Clement y Lovell (1994)	<i>O. niloticus</i> , var. común	--	51	25,40
Macedo-Viegas <i>et al.</i> (1997)	<i>O. niloticus</i> , var. común	250-300	63,69	40,39
		301-350	62,59	36,22
		351-400	59,13	32,15
		401-450	61,60	36,27
Souza y Maranhão (2001)	<i>O. niloticus</i> , var. común	300-400	75,61	36,50
		401-500	78,18	36,84
Kodaira (2002)	<i>O. niloticus</i> , var. común	--	--	41
Gonçalves <i>et al.</i> (2003)	<i>O. niloticus</i> , var. común	272-372	87,71	37,91
		380-439	87,82	38,52
		440-534	86,88	38,33
		536-746	87,40	38,76
Rutten <i>et al.</i> (2004)	<i>O. niloticus</i> , var. Chitralada	--	--	34,5
	<i>O. niloticus</i> , var. GITH	--	--	37,8
	<i>O. niloticus</i> , var. IDCR	--	--	35,2
Leonhardt <i>et al.</i> (2006)	<i>O. niloticus</i> , var. Chitralada	--	--	36,51
	<i>O. niloticus</i> , var. Local	--	--	38,00
	<i>O. niloticus</i> , var. híbrida	--	--	39,05
Simões <i>et al.</i> (2007)	<i>O. niloticus</i> , var. Chitralada	--	78,85	21,63
Silva <i>et al.</i> (2009)	<i>O. niloticus</i> , var. Chitralada	250-300	59,39	33,22
		350-400	58,22	34,26
		450-500	58,20	33,83
		550-600	60,56	35,41

A lo anterior se suma que la piel de especies como las tilapias ha sido objeto de interés para la curtiembre, debido a los altos contenidos de colágeno, lo cual permite un mejor aprovechamiento integral, al incorporarse un valor económico en uno de los posibles desperdicios.

Adicionalmente, la variedad Chitralada posee una aleta caudal algo más pequeña que otras variedades de tilapias, lo cual puede influir positivamente en el peso final al ser comparado con otras de tamaño similares entre variedades de tilapias. Esta condición corporal proporciona en este cíclido, una forma anatómica más redondeada, lo cual posibilita mejor aprovechamiento en los filetes obtenidos durante el procesamiento (Poggere, 2009).

Esta característica sumada al rápido crecimiento y buena aceptación hacen de la variedad Chitralada excelente especie para su fileteado, a diferencia de la tilapia roja (*Oreochromis* sp.), en la cual se ha demostrado menor rendimiento en filete, razón por lo cual se destina al consumo directo de manera entera fresca eviscerada. La relación entre las variables evaluadas mediante el análisis de componentes principales (ACP) se muestra en el Cuadro 5.

El ACP describió dos componentes en los cuales de forma conjunta se extrajo el 100% de la varianza experimental. En la primera componente (CP1) se extrajo el 83,27% de la varianza total y todas las variables (tanto las morfométricas, como las de peso), se relacionaron principalmente en dicha componente. De las variables de mayor representación en la CP1, todas exceptuando el peso de branquias (B) y el %RC, se relacionaron positivamente entre sí.

En la segunda componente (CP2) se extrajo el 16,13% de la varianza total y las variables de mayor contribución fueron el peso del espinazo (EP) y el rendimiento del filete con relación al peso al beneficio (%RPF; %RFPc). Estas 3 variables en la CP2 se relacionaron positivamente entre sí. A partir de estos resultados, es importante destacar que desde el punto de vista estadístico con fines prácticos las variables morfométricas quedaron agrupadas en el mismo componente; lo cual indica que la selección de una de ellas es suficiente para realizar un monitoreo adecuado del rendimiento de la canal sin tener que sacrificar los animales durante el ciclo de producción.

La agrupación de la mayoría de las variables de peso en el ACP denota también que el pesaje aleatorio de algunos animales de los estanques puede proveer una información representativa del estatus y el rendimiento potencial luego del sacrificio, mediante la utilización de métodos predictivos ajustados. Sin embargo, el modo de abordar el nexo entre variables morfométricas y productivas queda circunscrito a las condiciones experimentales de cada área de producción y a las particularidades de los sistemas de manejo acuícola en cada caso.

La relación negativa de las branquias con respecto a las variables morfométricas y al peso quizás se encuentre relacionada con la tasa de oxigenación variable de esta especie y la variedad utilizada acorde a su crecimiento en el tiempo (Diodatti *et al.*, 2008). En este sentido, es conocido que la tasa de oxigenación variable y la morfometría específica de las branquias son aspectos característicos de cada especie y son sensibles (directa o inversa) a los cambios metabólicos ocasionados por el desarrollo corporal. En este caso la relación negativa encontrada permite sugerir posiblemente una tasa de crecimiento de las branquias mucha más lenta, respecto a la tasa de crecimiento integral del pez.

Por otra parte, la relación negativa entre el %RC con las variables morfológicas y de peso quizás se debe a que, según los resultados experimentales, los peces más grandes exhibieron mayor cantidad de residuos y presupone que la cosecha de esta variedad se debe realizar cuando la misma alcance un rango de peso en el cual íntegramente la cosecha sea productiva. La relación positiva entre los rendimientos del filete con el peso de las escamas quizás se debe a que la mayor dimensión longitudinal del pez (mayor área dorsal y lateral) influye positivamente en el alargamiento del filete, el cual se pesó con piel, y en consecuencia aumentó el peso integral de esta parte, considerando que es conocido que a mayor área de piel debe existir mayor cantidad de espinas pleurales o menor cantidad, pero de mayor peso.

## CONCLUSIONES

Independientemente del peso al beneficio, los rendimientos porcentuales tanto de la canal como del fileteado fueron similares entre los diferentes rangos de peso.

Los valores de la mayoría de las variables morfométricas medidas; así como las asociadas con el peso, se vieron influenciadas por los rangos establecidos, obteniéndose los mejores resultados en las tilapias de mayores tallas.

A pesar de que las variables productivas de rendimiento, de acuerdo a los tres rangos de peso, no exhibieron diferencias acentuadas, se observó que

con peces entre 350 y 400g se obtuvieron los mejores resultados integrales.

### AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento a la empresa Agropecuaria “El Limonal” por facilitar las condiciones técnicas para desarrollar la investigación.

Cuadro 5. Resultados del ACP y relación entre las variables medidas en tilapia Chitralada (*O. niloticus*) cultivada en el sector El Jagüito del municipio Andrés Bello, estado Trujillo, Venezuela.

Variable	Componente	
	1	2
LT	<b>0,981</b>	-0,194
LS	<b>0,978</b>	-0,210
LC	<b>0,992</b>	-0,127
AC	<b>0,943</b>	-0,333
EH	<b>0,995</b>	0,103
LH	<b>0,979</b>	-0,204
AH	<b>0,871</b>	0,492
PF	<b>0,987</b>	-0,163
Pc	<b>0,983</b>	-0,183
Pt	<b>0,971</b>	-0,238
TSe	<b>0,997</b>	0,003
PFi	<b>0,977</b>	-0,214
E	0,613	<b>0,790</b>
EP	<b>0,999</b>	-0,004
B	<b>-0,751</b>	-0,660
V	<b>0,992</b>	-0,128
A	<b>0,998</b>	-0,005
C	<b>0,999</b>	0,044
R	<b>0,900</b>	-0,013
%RC	<b>-0,904</b>	-0,427
%RPF	0,416	<b>0,910</b>
%RFPc	-0,278	<b>0,961</b>
Valor propio ( $\lambda$ )	18,32	3,68
Varianza (%)	83,27	16,73
Varianza total (%)	83,27	100

ACP: análisis de componentes principales

## LITERATURA CITADA

- Bartlex, M.S. 1937. Properties of sufficiency and statistical test. Proceedings of the Royal Society of London, Sr. A. 160: 268-282.
- Castillo, O. 2005. La piscicultura como alternativa de producción animal en Venezuela. En: Sistemas integrados de producción con no rumiantes. UNELLEZ. Portuguesa, Venezuela. pp. 44-46.
- Clement, S. and T. Lovell. 1994. Comparison of processing yield and nutrient composition of cultured Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture*, 119: 299-310.
- Diodatti, F.C., R.T. Fonseca, T.A. Freato, P.A. Ribeiro y L.D. Solis. 2008. Parámetros morfométricos en el rendimiento de los componentes corporales de tilapia de Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Anales de Veterinaria*, 24: 45-55.
- Giménez, E., F. Bortone, R. Royero, E. Piñero, M. González-Estopiñán, R. Valecillos, L. Peña, M. Lemus y M. Capecchi. 1995. La acuicultura en Venezuela, una alternativa de desarrollo. SARPA-MAC. Caracas, Venezuela. p 230.
- Gonçalves, T., A.J. Almeida e E.S. Borges. 2003. Características de carcaça de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em quatro classes de peso ao abate. *Acta Scientiarum*, 25 (1): 25-29.
- Kodaira, M. 2002. Experiencias en la tecnología postcosecha de las especies de pescado cultivadas en Venezuela. VI Congreso Venezolano de Acuicultura. San Cristóbal, estado Táchira, Venezuela. pp. 42-43.
- Leonhardt, J.H., M.C. Filho; H. Frossard y A. Machado. 2006. Características morfométricas, rendimiento e composição do filé de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, da linhagem tailandesa, local e do cruzamento de ambas. *Ciências Agrárias*, 27 (1): 125-132.
- Macedo-Viegas, E.M., M.L. Rodrigues de Souza e S.N. Kronka. 1997. Estudo da carcaça de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em quatro categorias de peso. *Rev. UNIMAR*, 19 (3): 863-870.
- Mora, J. 2005. Rendimiento de la canal en cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y el híbrido *Colossoma macropomum* x *P. brachypomus*. Procesamiento primario y productos con valor agregado. *Bioagro*, 17 (3): 161-169.
- Philippeau, G. 1986. Comment interpréter les résultats d'une analyse en composantes principales. Services de Etudes Statistiques. ITCF. Lusignan, France. p. 4.
- Popma, T. and L. Lovshin. 1996. Worldwide prospects for commercial production of tilapia. Auburn University, Alabama, USA. Research and Development Series N° 41. p 26.
- Popma, T. and M. Masser. 1999. Tilapia: life history and biology. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC). Publication 283. 4.
- Poggere, P.R. 2009. Avaliação do desempenho produtivo e rendimento de filé de três linhagens de tilápia (*Oreochromis niloticus*): Supreme, Chitralada e Bouaké. Dissertação de Mestre em Zootecnia. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus de Marechal Cândido Rondon, Brasil. p 61.
- Royston, P. 1982. An extension of Shapiro and wilk's test for normality to large samples. *J. Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)*, 31:115-124.
- Rutten, M.J., H. Bovenhuis and H. Komen. 2004. Modeling fillet traits based on body measurements in three Nile tilapia strains (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture*, 231: 113-122.
- Rutten, M. J., H. Bovenhuis and H. Komen. **2005**. Genetic parameters for fillet traits and body measurements in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture*, 246: 125-132.
- Silva, F.V., N.L. Franco, J.S. Vieira, A.J. Tessitore, L.L. Oliveira e E.P. Saraiva. 2009. Características morfométricas, rendimentos de carcaça, filé, vísceras e resíduos em tilápias do Nilo em diferentes faixas de peso. *R. Bras. Zootec.*, 38 (8): 1407-1412.
- Simões, M.R., C.A. Ribeiro, S.A. Ribeiro, K.J. Park e F.E. Murr. 2007. Composição físico-química, microbiológica e rendimento do filé de tilápia

- tailadensa (*Oreochromis niloticus*). Ciênc. Tecnol. Aliment., 27(3): 608-613.
- Souza, M. L. e T.C. Maranhão. 2001. Rendimento de carcaça, filé e subprodutos da filetagem da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L), em função do peso corporal. Acta Scientiarum, 23 (4): 897-901.
- Visauta, B. 1998. Análisis Estadístico con SPSS para Windows. Estadística Multivariante. McGraw-Hill-Interamericana de España. Madrid, España. p 200.
- Watanabe, W.A., T. Losordo, K. Fitzsimmons and F. Hanley. 2002. Tilapia production systems in the Americas: technological advances, trends, and challenges. Rev. Fisheries Sci., 10: 465–498.

## **Sistema trazable en el proceso de extracción y beneficio del polen corbicular colectado por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) en la zona Altoandina de Boyaca, Colombia**

Guillermo Salamanca Grosso\*, Mónica Patricia Osorio Tangarife y Andrés Mauricio Gutiérrez Ortiz

Universidad del Tolima Campus Universitario de Santa Elena parte Alta Facultad de Ciencias Departamento de Química  
Grupo de Investigaciones Mellitopalínológicas y Propiedades Físicoquímicas de Alimentos, A. A. 546  
Ibagué Tolima Colombia. \*Correo electrónico: salamancagrosso@gmail.com.

---

### **RESUMEN**

El polen corbicular en un producto colectado por las abejas que después de un delicado proceso de aglomeración, y tras su estabilización por secado, ha ganado importancia comercial en el mercado de los productos naturales gracias a sus propiedades nutricionales y terapéuticas. En este trabajo se evaluó el origen y condiciones de producción del polen corbicular beneficiado en la Campiña Altoandina de Boyacá (Colombia). Se reconoció el proceso histórico, ubicación y trayectoria del producto beneficiado en 45 instalaciones apícolas reunidas en 572 colmenas y sistemas de procesado desde la zona de beneficio hasta su estabilización por secado. Se consideraron las líneas de manejo, alimentación y operaciones de mantenimiento en los apiario, bajo criterios de buenas prácticas apícolas y gestión de puntos críticos. El origen del polen procede principalmente de 35 taxones correspondientes a 18 familias botánicas. Las propiedades físicoquímicas y la incidencia de agentes microbiológicos de deterioro fueron consideradas como criterio de calidad en el proceso de trazabilidad. El polen corbicular seco, contiene 4,10 a 5,80 p/p% de humedad. La limpieza y tamizado final son indicadores de los atributos del producto que en la zona de estudio es multifloral con diferentes tipos de tonalidades, principalmente amarillo, naranja y café. La temperatura óptima para el proceso de secado es de  $42\pm 3^{\circ}\text{C}$ . La implementación del sistema trazable, permite evaluar las características y condiciones del producto en sus diferentes etapas de proceso posibilitando registros y controles de manera sistemática a través de software. El trabajo realizado contribuye a un modelo trazable para los productos apícolas propendiendo por la inocuidad del producto y salud de los consumidores.

*Palabras clave:* apicultura, inocuidad, control de calidad, polen corbicular, puntos críticos, alimentos, propiedades físicoquímicas, trazabilidad.

---

### **Traceable system in the process of extraction and Corbicula pollen collected by *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) in the high Andean zone of Boyaca, Colombia**

### **ABSTRACT**

Corbicula pollen is a product collected by bees that after a delicate process of agglomeration, and stabilization, by drying has gained commercial importance in the marketing of natural products due to its nutritional and therapeutic properties. In this work we consider the origin and conditions for pollen production at highland lands mountains in Boyacá (Colombia). Traceable process has been recognized history, location and path of pollen from 45 facilities 572 qualifying bee hives and three processing systems from benefit area until their stabilization by drying also has been considered a line handling, feeding and maintenance on the apiary, following quality criteria, management practices for critical and hazard points. The origin of pollen analyzed belongs to 35



taxa of 18 botanical families. Physicochemical and microbiological properties are included; optimal temperatura for raw pollen in the drying process is  $42,5 \pm 3^{\circ}\text{C}$ , moisture in dry pollen is in the rank from 4,10 to 5,80% w/w, multifloral origin with yellow, orange and brown color composition are distinguishable. The implementation of traceable system allows evaluate the characteristics and conditions product at different stages of process in systematic way using controls through software. Work contributes to a model made traceable to bee products tending for product safety and consumer health.

*Keywords:* beekeeping, food safety, corbicular pollen, quality control, HACCP.

## INTRODUCCIÓN

El polen, es un producto natural generado a partir de las anteras de las flores de las plantas superiores, considerado como alimento de alto valor biológico, por su aporte en proteínas, vitaminas y minerales; el polen corbicular y alveolar corresponde a un aglomerado de granos de polen de diferentes fuentes botánicas, que son recogidos por las abejas y al que le han adicionado néctar y secreciones de las glándulas hipofaríngeas entre ellas la enzima  $\beta$ -glucosidasa; se le considera una buena fuente nutricional, beneficiosos para la salud, en particular debido a la presencia de compuestos fenólicos con propiedades antioxidantes (González, 1984; Serra y Gonell-Galindo, 1986; Serra y MartiI, 1987; Munitaegui, *et al.*, 1993).

Por su aporte de aminoácidos libres, proteínas, vitaminas y minerales se ha posicionado en el mercado selectivo entre los consumidores de productos naturales en virtud a sus propiedades funcionales, se emplea como suplemento en alimentación humana, cosmetología y procesos terapéuticos. También es un regulador del equilibrio orgánico, estimulante del crecimiento, regulador de funciones vitales (Kroyer y Hegedus, 2001; Campos *et al.*, 2003; 2008; Almeida-Muradian *et al.*, 2005; Marchini *et al.*, 2006). El análisis de los componentes estructurales del polen lo posicionan como un alimento tipo II, es decir aporta todos los aminoácidos esenciales, (Nicolau *et al.*, 1976; Serra y Escolá, 1997; Serra *et al.*, 2001; Isla *et al.*, 2001; García *et al.*, 2001; Del Risco, 2004; Bogdanov, 2004; Leja *et al.*, 2007; Salamanca *et al.*, 2008).

Los productos de la colmena como la miel, propóleos, jalea real y polen, están sujetos a programas de regulación y control por su condición de alimento. En la industria alimentaria, los sistemas de elaboración y procesado, reconocen actualmente la trazabilidad, como una herramienta de apoyo,

al integrar y reconocer el proceso histórico de las materias primas, su ubicación y trayectoria o lote de productos a lo largo de la cadena productiva, desde su origen hasta su estado de consumo. El sistema trazable se puede englobar dentro del amplio enfoque de los autocontroles de los operadores económicos; el establecimiento del sistema proporciona a la administración del sistema de producción una mayor confianza y otorga a los consumidores de los productos una garantía de calidad (Cordon, 2006). La optimización de sistemas trazables, permite a la administración una mayor eficacia en gestión de incidencias, crisis o alertas sobre seguridad (Baldi *et al.*, 2004; Briz y De Felipe, 2006).

Los sistemas de control y verificación de procesos trazables se pueden estructurar a partir de programas de calidad. El sistema de análisis de peligros y puntos de control crítico (SCPC), dentro de las actividades apícolas, constituye como un enfoque preventivo de los riesgos fitosanitarios vinculados al sistema de producción, (Bravo, 1994; Cañas y Sierra, 1997; Aranda, 1999; Baldi, 1999); la implementación del sistema representa una aproximación sistemática a la identificación, evaluación y control de los peligros asociados a la producción y manipulación de las cargas de polen, empleando variables fáciles de medir, aporta un enfoque preventivo que convergen a no poseer defectos. El enfoque al SCPC se puede realizar desde las buenas prácticas de manufactura, que convergen a la generación de productos inocuos (Salamanca *et al.*, 2002; 2008; Leja *et al.*, 2007; Guzmán, 2005; Briz y De Felipe, 2006; Franky, 2008).

Colombia posee cerca de 44.000 especies de plantas fanerógamas y un régimen pluviométrico constante, suficiente para el mantenimiento de la flora hasta condiciones satisfactorias durante la mayor parte del año en las diferentes zonas de vida, ofreciendo flujos apreciables de néctar y polen necesario para el mantenimiento de la colmena y la explotación racional

del sistema apícola. A nivel nacional no existen normativas para el control y aseguramiento de la calidad del polen, el beneficio de éste producto está en función de la demanda de un grupo de consumidores que han reconocido sus propiedades nutricionales; en el mercado se presentan pólenes diversos sin que se hayan establecido parámetros de calidad, ni su origen biogeográfico o botánico, condición que obliga al estudio no solo de sus propiedades sino las condiciones de beneficio bajo sistemas de calidad. El objetivo del presente trabajo se ha centrado en la implementación de las condiciones de beneficio y sistema trazable para el polen colectado en la zona altoandina de Boyacá, desde su origen fitogeográfico, los aspectos de sanidad y tipo de alimentación de las colmenas, así como el tipo y manejo de trampas y proceso de estabilización del producto por deshidratación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se ha evaluado el sistema apícola productivo para el beneficio del polen en las principales zonas apícolas en el departamento de Boyacá, tras la implementación de elementos de buenas prácticas de producción (BPP) y el desarrollo del SCPC cuyas directices se reúnen en el Cuadro 1. En la implementación se consideraron los criterios del Decreto 3075 de 1997 del Ministerio de Salud en Colombia; estas acciones condujeron a la creación de un sistema de control y trazabilidad en 45 instalaciones apícolas que reúnen 572 colmenas y 3 sistemas de procesado para reducción de humedad y la actividad de agua en el producto beneficiado. En la generación de árboles de trazabilidad se usó el software iLEAN Writer 2.0 y Reader 2.0™, donde se incluyeron las actividades del proceso.

Cuadro 1. Principios y consideraciones para el proceso de implementación de un sistema de control de puntos críticos.

Principios (SCPC)	Criterio	Pasos
1. Identificación los peligros potenciales asociados a la producción.	Producto	1. Definir los términos de referencia.
2. Determinar los puntos, procedimientos o fases del proceso que pueden controlarse con el fin de eliminar el o los peligros o, en su defecto, reducir al mínimo la posibilidad de que ocurra(n).		2. Selección del equipo SCPC. 3. Describir el producto. 4. Identificar las intenciones de uso.
3. Establecer un límite o límites críticos que deben ser cumplidos para asegurar que los PCC estén bajo control.	Proceso	5. Construcción del diagrama de flujo.
4. Establecer un sistema para vigilar el control de los PCC mediante pruebas u observaciones programadas.		6. verificación “in situ” del diagrama de flujo. 7. Identificar los peligros asociados a cada fase del proceso y todas las medidas preventivas.
5. Establecer las medidas correctoras que han de adoptarse cuando la vigilancia indica que un determinado punto crítico de control (PCC) no está controlado.	SCPC	8. Determinar los PCC.
6. Establecer procedimientos de verificación para confirmar que el sistema de APPCC funciona eficazmente.		9. Establecer los límites críticos para cada PCC. 10. Establecer un sistema de vigilancia para cada PCC. 11. Establecer un plan de acciones correctoras.
7. Establecer un sistema de documentación sobre todos los procedimientos y los registros apropiados para estos principios y su aplicación.	Registros	12. verificación de registros. 13. Establecer el mantenimiento de la documentación. 14. Revisión del plan SCPC.

Los registros de posicionamiento global se identificaron a través de GPS Garmin-Etrex™.

**La zona de estudio:** el trabajo se realizó en los entornos rurales de 13 municipios con incidencia en bosques de cliserie en la zona altoandina de Boyacá en las localidades de Belén (5°54'41.8" N; 72°56'26.3" O), Cerinza (5°56'2.04"N; 72°57'3.93"O), Duitama (5°46'91"N; 73°02'25"O), Firavitoba (5°41'20"N; 73°01'21"O), Nobsa (5°46'50"N; 72°58'06"O), Paipa (5°46'17"N; 73°02'25" O), Paz del Rio (5°59'57.1" N; 72°44'49.9" O), Santa Rosa (5°50'25.8" N; 73°00'32,9" O), Sotaquirá (5°46'25.5" N; 73°15'24.8" O), Tibasosa (5°46'91"N; 73°04'58" O), Toca (5°36'54,6"N; 73°13'2.40"O), Tutazá (6°03'31.8"N; 72°50'27.8"O) y Viracaha (5°26'44.8" N; 73°17'44.5" O).

Las condiciones fisiográficas del entorno principalmente están asociadas a un sistema de bosque andino que se caracteriza por la presencia de laderas bajas entre 2550-2600 y 2750-2800 m.s.n.m., una temperatura media entre 12 y 14°C, el régimen pluviométrico de 600 a 900 mm/año.

**Origen botánico:** el estudio del polen de origen apícola es una de las aplicaciones más interesantes de la palinología, contribuyendo así con información útil en cuanto a la relación existente entre el comportamiento ecológico y biológico de las abejas. Se realizaron excursiones de campo a la zona de estudio colectando especies botánicas de las cuales deriva la colecta de polen; en el herbario Toli de la Universidad del Tolima se realizó la caracterización taxonómica de las plantas colectadas y verificadas en la base de datos del herbario de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Muestras de anteras se acetolizaron siguiendo la metodología de Erdtman (1969) y las modificaciones propuestas por Fonnegra (1997). La placas se montaron usando gelatina glicerina preparada conforme a la técnica de Erdmant (1971) y Carretero (1989). La valoración cromática de las cargas de polen se realizó, tomando 10 g de muestra fresca extraídas de los apiarios visitados.

Los componentes por color de 17 muestras, fueron separadas manualmente con ayuda de una Lámpara Lupa tipo Hammer™, dispuesta con lente de 90 mm de dioptría 3D+12 y lámpara fluorescente compacta T4 12 W (Modelo FJ1209 LL8092). A continuación,

a cada una de las cargas se le clasificó en la escala de color de la guía universal PANTONE 747XR, que se acetolizaron y evaluaron en un microscópico en equipo Olympus™ CX21FS1, acoplado a cámara digital Dino-Eye™ AM-423XC, que permitió establecer las características morfológicas de los pólenes presentes en las cargas polínicas derivando las relaciones planta insecto en cuanto a los pólenes de referencia.

**Análisis fisicoquímico:** muestras de polen colectado se sometieron a proceso de deshidratación y perfiles granulométricos; al producto final se le ejecutaron pruebas para el establecimiento de su calidad fisicoquímica, se realizaron caracterizaciones fisicoquímica para los parámetros de azúcares totales, acidez, pH, conductividad, sólidos iónicos solubles, proteína, fracción etérea, perfil de ácidos grasos y presencia de minerales, fenoles totales y actividad antirradicalaria, siguiendo las directrices del manual oficial de análisis (Association of Official Analytical Chemists A.O.A.C, 2000).

**Análisis microbiológico:** en el análisis se involucraron los parámetros para el recuento de aerobios mesófilos (ufc/g), con lecturas a 48h a  $36 \pm 2^\circ\text{C}$ ; coliformes totales a través de la técnica de tubos múltiples (nmp/g), usando diluciones decimales de  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$  en caldo Brila (BGBL, 2%), dispuestos  $35 \pm 1^\circ\text{C}$  y mediciones a las 24 y 48 h; Los mohos y levaduras en (PDA), acidificando con ácido tartárico 0,1% y mediante siembra profunda. Se incluyó un test de inmunoensayo de inhibición de flujo lateral para aflatoxinas totales, para detección cualitativa de aflatoxinas B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> y G<sub>2</sub> (Romer Labs - AgraStrip™).

**Proceso de secado:** la operación de secado se realizó en un sistema tipo armario de 1,50 m de alto, 1,20 de largo y 0,80 m de profundidad, dispuesto para 62 bandejas de (0,023x0,46x0,69) m de profundo, ancho y largo, respectivamente. El peso medio de las bandejas se mantuvo en 1,0 kg; la malla usada fue de 0,05 mm en acero inoxidable.

La capacidad nominal como lecho de secado 0,90 kg. Las mediciones de humedad relativa (HR) y temperatura (°C), se realizaron con un higrómetro tipo Extech RH101™. Además, se monitoreo los cambios térmicos en los lechos de secado usando sonda USBN-TC01 de National Instruments™, acoplada a un PC Lenovo R61i™.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de polen en el entorno biogeográfico de Boyacá ofreció un potencial importante desde el punto de vista económico para los apicultores de la zona de estudio, donde predominaron distribuciones de tipo escalonado y diverso en vegetación, dependiente de la posición altitudinal y latitudinal en bosque de cliserie basal propio de bosque seco montano y premontano bajo. La flora asociada a estos ecosistemas se sucede conforme a tolerancia térmica. La oferta floral fue permanente, mantenida a lo largo del año y de 1 a 4 meses cuando fue fluctuante; como en otras zonas tropicales con pisos altitudinales superiores a 2.600 m.s.n.m., en cuyo caso la actividad apícola se centró en beneficiar polen, en virtud a los rendimientos observados, que oscilan entre los 48 a 62 kg/colmena/año (Salamanca *et al.*, 2008); el uso de trampas caza polen es imperioso, en las cuales el diseño permitió la retención del polen entre el 80 y 90% de la colecta diaria.

**Flora apícola:** el producto beneficiado en el área de estudio correspondió a 35 taxones distribuidos en 18 familias botánicas, entre ellos: *Acacia decurrens* Willd. (Acacia aroma; Fabaceae); *Agave americana* L. (Motua, Fique, Maguey; Agavaceae); *Alnus acuminata* Kunth (Aliso; Betulaceae); *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers. (Chilco; Asteraceae); *Baccharis macrantha* Kunth (Ciro; Asteraceae); *Brassica campestris* L. (Rebanca; Brassicaceae); *Bucquetia glutinosa* (L. f.) DC. (Saltón, Charne; Melastomataceae); *Citharexylum subflavescens* Blake (Cajeto; Verbenaceae); *Cordia boissieri* L. (Anacahuita; Borriginaceae); *Croton draco* Schltdl. & Cham (Sangregado; Euphorbiaceae); *Dodonaea viscosa* Jacq. (Hayuelo; Sapindaceae); *Duranta mutisii* L. f. (Espino, Cruceto; Verbenaceae); *Eucalyptus globulus* Labill. (Eucalipto; Myrtaceae); *Franseria artemisoides* Willd. (Altamisa; Asteraceae); *Gaultheria sclerophylla* Cuatrecasas (Comadera; Ericaceae); *Gnaphalium* sp. (Vira vira; Asteraceae); *Hesperomeles goudotiana* (Decne.) Killip (Mortiño; Rosaceae); *Lepechinia salviaefolia* (Kunth.) Epling (Salvia; Lamiaceae); *Liabum vulcanicum* Klatt. (Flor amarillo; Asteraceae); *Lippia citriodora* Kunth. (Cidron; Verbenaceae); *Miconia squamulosa* Triana (Tuno esmeraldo; Melastomataceae); *Monnina aestuans* D.G. (Tintillo; Polygalaceae); *Myrcianthes leucoxylla* (Ortega) McVaugh (Arrayan; Myrtaceae);

*Paspalum macrophyllum* Kunth. (Camelotillo; Poaceae); *Salmea scandens* (L.) DC. (Barbasco; Asteraceae); *Solanum lycioides* Ruiz (Gurrubo; Solanaceae); *Taraxacum officinale* Weber ex F.H. Wigg. (Diente de león; Asteraceae); *Trifolium repens* L. (Trébol blanco; Fabaceae); *Vallea stipularis* Mutis (Raque; Elaeocarpaceae); *Viburnum triphyllum* Bentham (Chuque; Caprifoliaceae); *Rubus ulmifolius* Schott (Zarzamora; Rosaceae); *Weinmannia tomentosa* L.f. (Encenillo; Cunoniaceae); *Xylosma spiculiferum* (Tul.) Triana & Planch (Corono; Salicaceae); *Zea mays* L. (Maíz; Poaceae).

**Sistema de beneficio:** el producto en la zona de estudio, es colectado por los apicultores haciendo uso de un sistema de trampas, constituidas por rejilla horizontal con malla de 4,5 mm, bajo ésta, un tamiz horizontal con mallas de 3 mm, deja pasar el polen a un cajón que lo recoge. El polen es beneficiado en colmenas estándar Langstroth, dispuestas bajo una cámara cría de 46,5x38x24 cm. En las condiciones climáticas del entorno se estimó el acopio entre 50.000 a 54.000 cargas de polen/día, cada una con 26 mg. en peso húmedo, con diferencias entre los apiarios establecidos. La recolección del polen se realizó con intervalos de 7 a 10 días, haciendo uso de bidones de 20 kg previamente higienizados que utilizan para el transporte. Los apicultores hacen uso de palancas en acero inoxidable para el acceso a las trampas, remueven el producto transfiriéndolo a los bidones y proceden a la limpieza de las trampas eliminando partículas o núcleos húmedos de polen que pudieran deteriorar la calidad del nuevo colectado. En el Cuadro 2, se recogen los peligros y medidas preventivas, en los cuales se establecen los puntos críticos para el caso del beneficio de polen, que puede ser resumido en 12 etapas que comprendieron el área geográfica, recolección y manejo postcosecha del producto en general (Figura). La alimentación de las abejas se realizó de manera periódica suministrando jarabe de azúcar (2:1) con una periodicidad de 2 veces por semestre.

En el diagrama de control y puntos críticos del proceso de beneficio (Figura), las secciones indicadas como PCC (puntos críticos de control), revisten especial interés en virtud a la aparición de peligros importantes para la seguridad del polen desde el punto de vista biológico, principalmente por la incidencia de agentes de significación alimentaria por efecto de hongos: mohos y levaduras o enterobacterias.

Cuadro 2. Identificación de peligros medidas preventivas y establecimiento de puntos críticos en el beneficio de polen

Etapa	Peligros	Medidas Preventivas	PCC
Área geográfica	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Presencia de agentes químicos por uso de insecticidas, plaguicidas y fertilizantes.</li> <li>2. Contaminación por partes vegetales.</li> <li>3. Baja oferta de floración en tiempos de verano.</li> <li>4. Altas velocidades de viento.</li> </ol>	<p>Procesos de trashumancia. Alimentación continua si así se requiere.</p> <p>Traslado de colmenas. Indicadores biológicos para detectar la presencia de agentes químicos.</p>	No
Instalación de colmenas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cajas de cría o de alza perforados.</li> <li>2. Colmenas con pinturas de plomo.</li> </ol>	<p>Aplicación de cera y/o cambio de caja.</p> <p>Establecimiento de cajas parafinadas.</p>	No
Manejo y alimentación de colmenas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contaminación del azúcar.</li> <li>2. Agua contaminada.</li> <li>3. Presencia de plagas que ataquen a las abejas como Varroa y/o Loque americana.</li> <li>3. Trampa con el 100% de eficiencia.</li> <li>Mutilación de las abejas.</li> </ol>	<p>Azúcar de reservorio. Cambio de trampa. Tratamiento con antibióticos y/o ácidos orgánicos. Agua potable tratada térmicamente.</p>	Si
Recolección del polen	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contaminación cruzada.</li> <li>2. Exceso de humo.</li> <li>3. Presencia de partículas, piedras e impurezas.</li> </ol>	<p>Asepsia por parte de los operarios. Ahumador completo.</p>	Si
Recepción de materia prima	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mala calibración de los equipos de pesaje.</li> <li>2. Recipientes de recepción contaminados.</li> </ol>	Pesas auxiliares.	No
Conservación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Posible deterioro, enmohecimiento o fermentación del polen por inadecuada temperatura y humedad relativa del medio.</li> <li>2. En caso de ser congelado, no puede ser re-congelado.</li> </ol>	<p>Mantenimiento y graduación controlada de temperatura y humedad relativa.</p> <p>Secado inmediato del polen descongelado.</p>	No
Secado	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Exceso de temperatura.</li> <li>2. Secado al medio ambiente.</li> <li>3. Pérdida de características nutricionales.</li> </ol>	<p>Secado artificial.</p> <p>Pruebas organolépticas cada 30 min.</p>	SI
Tamizado	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Deficiencia en la separación.</li> <li>2. Defectos en las bandas densimétricas como poros de mayor diámetro al deseado.</li> </ol>	<p>Homogenización y calibración de las bandas densimétricas.</p> <p>Optimización de la velocidad de vaivén.</p>	No
Limpieza	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Presencia de partículas indeseadas.</li> <li>2. Sustancias extrañas.</li> </ol>	Hacer una limpieza reiterada.	Si

.../... Continua

.../... Continuación Cuadro 2

Etapa	Peligros	Medidas Preventivas	PCC
Envasado y etiquetado	1. Envases contaminados. 2. Restos de agua. 3. Óxidos u olores inusuales. 4. Rótulos equivocados.	Envasar en lugares aislados. Empaques asépticos y estériles. Verificación previa de etiquetas antes de ser estampadas.	Si
Almacenamiento	1. Lugares húmedos 2. Presencia de roedores	Control de plagas y/o programa de desratización. Accionamiento de extractores.	No
Distribución y comercialización	Sustitución del producto. Producto no certificado. Falta de información de la calidad nutricional.	Verificación del sistema trazable mediante contacto directo con la empresa productora.	Si

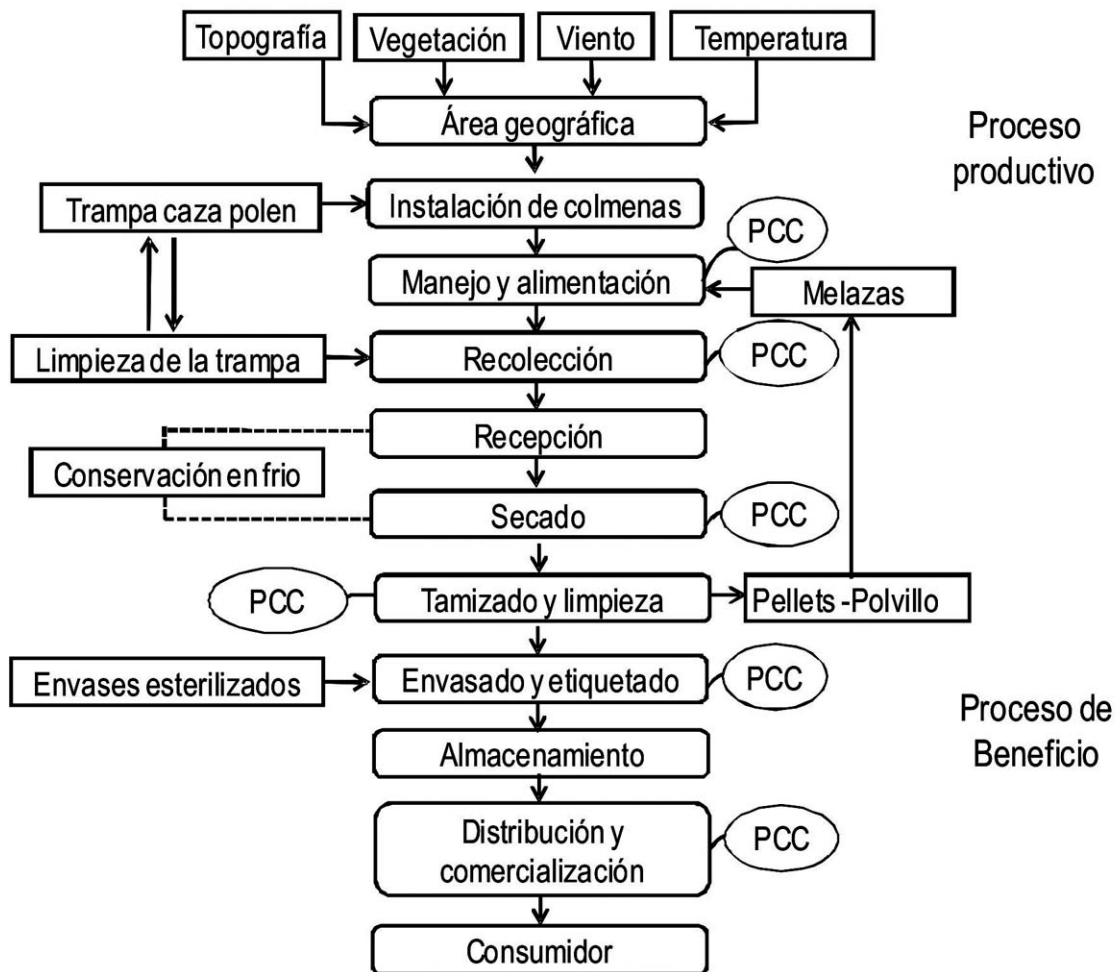


Figura. Sistema de control y puntos críticos asociados al beneficio del polen corbicular en zona altoandina colombiana.

Las trampas caza polen son el implemento necesario para su recolección, de su mantenimiento, frecuencia y condiciones de la colecta depende la calidad del producto. El polen como otros productos de la colmena exhibió características ácidas que cambiaron según la zona de beneficio desde 185 a 295 meq/kg; pH entre 4,27 y 5,34. La composición cromática de las cargas fue variable, predominante de 4 a 7 grupos, con una mayor frecuencia de tonalidades 138C, 145C; 160U y 398U de la escala cromática.

**Operaciones de secado y tamizado:** el polen que fue colectado en campo a temperaturas de 15 a 23°C, se sometió a secado para su estabilización por reducción del contenido de humedad variable, que osciló entre 18 al 26% p/p, éste en el producto fresco estuvo en función de su origen botánico y de las condiciones de entorno. La pérdida de humedad osciló entre 9,20 y 16,6% p/p, donde la actividad de agua ( $a_w$ ) se redujo desde 0,672 y 0,740 hasta 0,40, en una operación de disminución de humedad a 45°C. La fracción húmeda final en pólenes que fueron tratados para deshidratación se comprendió entre 4,20 y 5,48% ( $a_w$  0,312 a 0,380); el análisis granulométrico a través de tamizado se agrupó en 3 tipos de partícula de 2.8/2.0 mm (67%), 2,0/1,4 mm (31%) e inferiores a 1.4 mm (1,1%).

**Propiedades fisicoquímicas:** exámenes macro y microscópico de las muestras de polen estabilizado, reveló cargas de estructura y composición heterogénea. En términos de análisis proximal, presentaron un contenido medio de proteína del orden de 18,3%; lípidos 3,30; cenizas hasta 2,80%; la humedad variable dependiendo de las condiciones predominantes en el área de colecta 21 a 23% en polen fresco.

La conductividad igualmente varió con las condiciones del entorno. La fracción dulce en azúcares reductores 48,8±4,2; totales 52,1±3,80; sacarosa aparente 2,64±0,22, la fructosa y glucosa en 100 g de polen varió de 13,5 a 17,6.

El pH osciló entre 4,90 a 5,20, la acidez total de 185 a 295 (meq/kg), la fibra dietética insoluble de 13,7%; fracción etérea constituida por ácidos grasos saturados 33,2 % ( $C_{8:0}$ ,  $C_{10:0}$ ,  $C_{12:0}$ ,  $C_{14:0}$ ,  $C_{16:0}$ ,  $C_{18:0}$ ,  $C_{20:0}$ ) e insaturados 66,3% ( $C_{14:1}$ ,  $C_{16:1}$ ,  $C_{18:1}$ ,  $C_{18:2}$ ,  $C_{18:3}$ ). La actividad antioxidante de los componentes del polen, principalmente obedeció a la presencia de carotenos y las unidades de  $\beta$ -ionona y fracciones de

fenoles libres: los EEPC, conteniendo fenoles que en todos los casos fueron superior a 10 mg/g.

La inhibición de radicales DPPH, estuvo en el rango de 37.0 y 40  $CE_{50}$  ( $\mu$ g/ml). La fracción mineral principalmente constituida por elementos mayoritarios (mg/kg): potasio (4.150), sodio (1.300), fósforo (582), calcio (491) y magnesio (430). Los elementos menores cobre (8,80), manganeso (11,0), zinc (34), hierro (39,0). En el polen el contenido de fenoles totales, fue variable en un rango entre 17,32 a 49,95 mg (mg de equivalentes de ácido gálico (EAG). El contenido de proteína, le confiere al polen un alto valor biológico. El contenido de minerales y la reducida fracción grasa lo convierten en un alimento funcional, si se tiene en cuenta el aporte global de nutrientes.

**Análisis microbiológico:** el estudio de las fracciones y cargas de polen reveló la presencia de aerobios mesófilos desde 517 a 920 x 10<sup>3</sup> ufc/g en polen fresco y de 2,20 a 7,40 x 10<sup>3</sup> ufc/g en seco. La humedad fue un factor importante a la hora de recolectar el producto. Los mohos y levaduras, en polen fresco oscilaron en rangos amplios según el sistema de beneficio, trampas y frecuencia de limpieza, los valores observados están entre 140 a 175x 10<sup>3</sup> ufc/g en fresco y 2,52 a 2,78x10<sup>3</sup> ufc/g en producto deshidratado.

Los principales agentes causantes de problemas por efecto de humedad excesiva obedece a la presencia de los agentes: *Aspergillus flavus*; *A. ochraceus*; *A. niger*; *A. clavatus*; *Penicillium spp*; *Fusarium spp*; *A. parasiticus* y especies del género Mucor. En muestras colectadas de manera periódica y sometidas a proceso de secado, se aseguró la completa ausencia de aflatoxinas. Los límites críticos del sistema en términos de vigilancia y medidas correctivas asociadas los puntos críticos se recogen en el Cuadro 3.

**Sistema trazable:** en la implementación de proceso trazable se posibilitó la identificación del producto, nombre de apiario, fecha y período de recolección, condiciones geográficas y climáticas de entorno, sistema de alimentación, operaciones realizadas en los apiarios establecidos, personal asignado, análisis fisicoquímicos y microbiológicos, y algunos elementos propios de la distribución y comercialización factores que se usaron en el software de trabajo.

Cuadro 3. Límites críticos de la vigilancia y medidas de control en el beneficio de polen corbicular.

Etapa	PCC	Limite Critico	Vigilanci /Frecuencia	Medidas Correctoras	Registros
Manejo y alimentación de colmenas*	Si	Valoración e incidencia de epizootiologías controles para varroa mediante el método de cría desoperculada valores del orden de 3 a 5%.	Comprobación visual. Pruebas periódicas cada 10 a 15 días.	Cambio periódico de Reina y control de material biológico.	Fecha y hora de la prueba y el valor porcentual obtenido.
Recolección del polen*	Si	Evaluación cuantitativa de partículas indeseadas e impurezas, valor máx. 3%.	Inspección visual. Métodos gravimétricos. Pruebas periódicas cada recolección.	Cambio de diámetro de las mallas receptoras en la trampa caza polen.	
Secado*	Si	Temperatura 42-44°C. HR 30 a 37 %. 1,5 kg por bandeja Secadero tipo armario.	Termohigroméetro Cada 30 min.	Reducción de nivel en la resistencia. Aumento de r.p.m del ventilador.	Fecha y hora de inicio de secado con T(°C) y HR (%)
Limpieza*	Si	Evaluación cuantitativa de partículas indeseadas e impurezas, valor máx. 2%.	Inspección visual. Métodos gravimétricos. Pruebas al finalizar el proceso.	Reiteración de la limpieza.	Contenido de impurezas. Diámetro Tamiz.
Envasado y Etiquetado*	Si	Presencia de contenido acuso	Inspección visual cada vez que se dese envasar.	Secado envases. Cambio de envases.	Numero de envases defectuosos.
Distribución y comercialización*	Si	Transporte. Temperatura 18 a 25°C.	Por lote distribuido.	Adecuación de vehículos.	Placa del vehículo. Hora de salida.

\*Ejemplo representativo de cada etapa.



Los lineamientos de trazabilidad hacia adelante e interna permiten detectar errores de manera eficaz y eficiente en el momento que se presenten. La generación del árbol de trazabilidad, implicó el desarrollo de las etapas de identificación donde se realizó la descripción del producto a trazar teniendo en cuenta la fecha de recolección del producto y caducidad, la orden para proceso y el número del lote que generalmente estuvo dado por el apiario y/o zona donde se colectó. El programa de trazabilidad además permitió ubicar centros de trabajo, almacenes utilizados, códigos de barra e ID propio para el producto.

### CONCLUSIONES

El polen que las abejas colectan de especies botánicas endémicas establecidas en la zona de estudio es de naturaleza multifloral con variabilidad en su composición cromática y botánica. La optimización de las operaciones de recolección, estabilización, secado, tamizado y almacenamiento final son contributivas a la calidad final del producto. Los procesos de verificación de los límites críticos en el beneficio, vigilancia y medidas de control propician la sistematización de la producción bajo criterios de trazabilidad. Las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del polen de la zona altoandina de Boyacá y la ausencia de agentes contrarios a la seguridad del producto propician condiciones de aseguramiento e inocuidad del polen como producto derivado de la actividad de la colmena cuyo valor biológico se fundamenta el aporte de azúcares, minerales, proteína y vitaminas. El trabajo se plantea como una directriz en relación al manejo del polen y consolida acciones de vigilancia y control para la generación de productos seguros.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su gratitud a los apicultores colombianos de la zona altoandina de Boyacá y áreas incluidas en el estudio, por su gestión, apoyo y acompañamiento en el proceso de muestreo en trabajo de campo en particular a Edgar Fernando Vargas Gonzales, Efraín Muñoz Castebianco, Héctor Eli Tobasura y Baudilio Suárez, apicultores y técnicos apícolas de Boyacá, por su apoyo. A los evaluadores del artículo y colaboradores permanentes de la revista Zootecnia Tropical, por las observaciones en el proceso de arbitraje. Especial reconocimiento

al Grupo de Investigaciones Mellitopalinológicas y Propiedades Fisicoquímicas de Alimentos de la Universidad del Tolima.

### LITERATURA CITADA

- Almeida-Muradian, L. B., Pamplona, L. C., Coimbra, S. y O. M. Barth. 2005. Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets. *Journal of Food Composition and Analysis*, Rome, Vol. 18, (1), 105-111.
- AOAC. 2000. *Official Methods of Analysis*, 17th edition. Association of official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- Aranda, E. 1999. El polen, controles sanitarios. *Normas Legales*. España. *Vida Apícola* No. 94:56- 59.
- Baldi, C. B. 1999. Influencia del proceso de secado del polen para uso alimenticio. *Ciencia docencia y Tecnología*. 18, Año X. 241-274.
- Baldi, B., C. Grasso, P. S. Chavez, y G. Fernández. 2004. Caracterización bromatológica del polen apícola argentino. *Revista Ciencia, Docencia y Tecnología* 29:145-181. Año XV.
- Bogdanov, S. 2004. Quality and estándar of pollen and beewax. *Apiacta* 38:334-341
- Bravo, S. R. 1994. Estudio bromatológico del polen apícola. Universidad Complutense de Madrid. Tesis doctoral: Madrid.
- Briz, J. y I. De Felipe. 2006. Consumo y seguridad alimentaria: Evolución y tendencias. Universidad Politécnica de Madrid. En web: <http://www.itagra.com/documentos/08.pdf>. Consultado: Mayo de 2009.
- Campos, M. G., R. F. Webby, K. R. Markham, K. A. Mitchell, and A. Cunha. 2003. Age-induced diminution of free radical scavenging capacity in bee pollens and the contribution of constituent flavonoids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 51, No. 3:742-745.
- Campos M., S. Bogdanov, L. Bicudo de Almeida-Muradian, T. Szczesna, Y. Mancebo, C. Frigerio and F. Ferreira. 2008. Pollen composition and standardisation of analytical methods. *J. Apic. Res. and Bee World*, 47(2):154-161.

- Cañas, S. y F. Sierra. 1997. Apuntes de apicultura polen y agua. *Vida Apícola*. 31:84: 27-31.
- Carretero, J. 1989. Análisis polínico de la miel. Editorial Mundi Prensa. España. p 120.
- Cordón, M. C. 2006. Producción y control del polen apícola. Libro de actas 8 Congreso Iberoamericano de Apicultura Pastrana España. pp 477-496.
- Del Risco R, C. 2004. Polen-Pan De Abejas: Composición, Nutrición, Acción en La Salud Humana Y Microbiología, Cuba.
- Erdtman, G. 1969. Handbook of palynology. New York, Hafner Publ. p 486.
- Erdtman, G. 1971. Polen morphology and plant taxonomy. Hafner publishing Company. New York. p 541
- Franky, A. 2008. Producir *polen* es la mejor alternativa en zonas de alta montaña tropical. In: Memorias. IX Congreso Iberoamericano de Apicultura. Chile. p 3.
- Fonnegra, G, R. Melisopalinología. 1997. In: XXIV Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, Sociedad Colombiana De Entomologia, pp 14 – 46.
- García, M., C. Pérez-Arquillue, T. Juan, M. I. Juan, and A. Herrera. 2001. Note: Pollen analysis and antibacterial activity of Spanish honeys. *Food Science and Technology International*, Vol. 7, No. 2, pp 155-158.
- González, F. 1984. El polen apícola Español. Composición botánica y características fisicoquímicas. Memorias I Congreso Nacional de Apicultura. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Publicaciones de Extensión Agraria. Madrid. pp 31-46.
- Guzmán, P. K.Y. 2005. Herramienta didáctica de aprendizaje para la aplicación de sistemas de Inocuidad de Alimentos en la Unidad de Agroindustria del Centro Agropecuario. Programa de ingeniería Agroindustrial. Universidad del Tolima.
- Isla, M. I., Moreno, M. I. N., Sampietro, A. R. and M. A. Vattuone. 2001. Antioxidant activity of Argentine propolis extracts. *Journal of Ethnopharmacology*, Leiden, Vol. 76, (2), 165-170.
- Kroyer, G. and N. Hegedus. 2001. Evaluation of bioactive properties of pollen extracts as functional dietary food supplement. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, Amsterdam, Vol. 2, (3), pp 171-174.
- Leja, M., Mareczek, A., Wyzgolik, G., Klepacz-Baniak, J. y K. Czekonska. 2007. Antioxidative properties of bee pollen in selected plant species. *Food Chemistry*, Oxford, Vol. 100, (1): 237-240,
- Marchini, L. C., V. D. A. Reis, y A. C. Moreti. 2006. Composição físico-química de amostras de pólen coletado por abelhas africanizadas *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) em Piracicaba, Estado de São Paulo. *Ciência Rural*, Santa Maria, Vol. 36, (3): 949-953.
- Munitaegui, S., T. Sancho, L. Terradillos, J. Hidobro, y J. Simal-Lozano. 1993. Composición del polen apícola. *Vida Apícola* 59: 44-48.
- Nicolau, J., M. C. Lansac, R. Rosa, F. Pedroso, and A. Leal. 1976. Activities of some glucolytic enzymes in the major salivary glands of some laboratory animals. *Comp. Biochem. Physiol.* (47A):499-502.
- Salamanca, G. G., V. E. Hernández, y E.F. Vargas. 2002. El polen en el sistema de puntos críticos cosecha, propiedades y condiciones de manejo. En [www.beekeeping.com/articulos/salamanca/polen\\_apicultura.htm](http://www.beekeeping.com/articulos/salamanca/polen_apicultura.htm).
- Salamanca, G. G., R. Pérez, y E. Vargas. 2008. Origen botánico propiedades fisicoquímicas microbiológicas del polen colectado en algunas zonas apícolas de la campiña de Boyacá. In: II Congreso Iberoamericano sobre Seguridad Alimentaria. V Congreso Español de Ingeniería de Alimentos. Barcelona España.
- Serra B. J. y Gonell-Galindo, J. 1986. Estudio de la composición y características fisicoquímico del polen de abeja. *Alimentaria* pp 63-67.
- Serra B. J. y J. Escolà. 1997. Nutrient composition and microbiological quality of honeybee-collected pollen in Spain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, Vol. 45, No. 3, pp 725-732.

Serra B. J., T. M. Soliva, and L. E. Centelles. 2001. Evaluation of polyphenolic and flavonoid compounds in honeybee-collected pollen produced in Spain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, Vol. 49, (4): 1848-1853.

## INSTRUCCIONES A LOS AUTORES DE ZOOTECNIA TROPICAL

ZOOTECNIA TROPICAL publica trabajos inéditos y originales en las áreas de producción, salud, genética, reproducción, pastos y forrajes, acuicultura marítima y continental, tecnología de alimentos de origen animal y desarrollo rural utilizando especies de interés zootécnico, generados de trabajos de investigación utilizando metodologías tradicionales, participativas o de investigación desarrollo. relacionados con el trópico y preferiblemente orientados a contribuir al desarrollo agropecuario sustentable de los países menos desarrollados. La revista publica tres categorías de trabajos: Artículos Científicos, Notas Técnicas y Revisiones Bibliográficas. Los trabajos pueden escribirse en español, inglés o portugués, con un resumen en inglés y en español.

Los Artículos Científicos deberán ser innovadores y constituir un aporte al conocimiento científico, tecnológico o metodológico en el área de la producción agropecuaria sustentable. El trabajo debe incluir las siguientes secciones: Introducción, materiales y métodos, resultados y discusión, conclusiones, literatura citada y agradecimientos de ser considerado por el autor o autores.

Las Notas Técnicas deben ser breves, consistiendo en innovaciones tecnológicas, modificaciones a técnicas, informes de casos de interés en particular, preliminares de trabajos y/o estudios en desarrollo que por sus resultados ameriten divulgar la información. El texto tendrá las mismas secciones del Artículo Científico. El mismo no deberá de exceder de ocho páginas.

Las revisiones bibliográficas deberán ser artículos acerca de temas, que por los avances científicos, tecnológicos o metodológicos logrados en los mismos, requieran de una visión más completa a fin de facilitar la comprensión de los alcances de dichos adelantos. Estos serán solicitados a especialistas de reconocidos trayectoria profesional y aporte en los temas requeridos.

### NORMAS DE PUBLICACIÓN

#### PRESENTACIÓN

Los manuscritos deben enviarse de manera digital vía Internet utilizando para tal fin el sistema de publicaciones del INIA ubicado en la siguiente dirección electrónica [www.inia.gob.ve](http://www.inia.gob.ve). Los manuscritos deben escribirse utilizando preferiblemente Open Office Writer o en su defecto Microsoft Office Word en cualquiera de sus versiones recientes. Utilizando letra Times New Roman en tamaño 12. Los Cuadros o tablas deben ser solamente los necesarios, ilustrativos y concisos, contando con los datos precisos para que sean autosuficientes. La letra de los Cuadros o tablas debe ser tamaño 10 y deben estar insertos en el texto del manuscrito. Las figuras o graficas deben realizarse de preferencia en Open Office Calc o en su defecto en Microsoft Office Excel y deberán enviarse en archivo complementario, sin embargo el autor deberá señalar en el texto del manuscrito la ubicación sugerida para cada grafica.

Solo se incluirán fotos cuando las mismas sean indispensables para explicar los resultados obtenidos. Estas serán enviadas en archivo complementario y deberán estar en formato JPG o Giff y tener una resolución mínima de 150 DPI y máxima de 600 DPI

Todas las líneas de cada página deben estar numeradas. Así mismo, cada página debe estar numerada en la parte superior derecha

Los originales de Artículo Científico y Nota Técnica deberán contener los elementos que a continuación se indican escribiéndose en letras mayúsculas, cerradas y en negritas:

**Título:** No debe exceder de los líneas son puntos, excepto cuando exista alguna subdivisión del mismo.

**Autor (es):** Dos líneas abajo del título debe(n) aparecer el (los) autores del mismo indicando nombre y apellido.

**Institución y dirección:** Dos líneas debajo del (los) autor (es), identificar la afiliación institucional y dirección postal.

**Dirección electrónica:** En la misma línea anterior, colocar el correo del autor con quien se establece la correspondencia.

**Resumen:** Debe ser un bloque de 300 palabras máximo, sin punto y aparte.

**Palabra Clave:** Máximo seis.

#### **Título en inglés**

**Abstract:** El abstract debe consistir en una traducción fiel y exacta del resumen en español, con las mismas instrucciones señaladas para este último.

**Keywords:** Traducción al inglés de las palabras claves.

**Introducción:** No deberá exceder de dos páginas, cuyo contenido deberá expresar la importancia del tema a tratar y finalizar estableciendo el objetivo del trabajo.

**Materiales y Métodos:** Deben ser lo suficientemente claros y precisos para que otra persona especialista en la materia pueda repetir el experimento y/o metodología. Debe incluir igualmente cuáles fueron los métodos estadísticos del análisis. En investigación de campo, deberá incluir además una breve descripción agroclimática de la localidad donde se efectuó el trabajo. Las cifras menores de diez (10) deben escribirse y las mayores a ésta se enumeran. Excepto cuando en una misma frase aparecen cantidades de un dígito y otras de varios dígitos; en este caso todos se expresarán en números.

**Resultados y discusión:** Pueden ir en conjunto o separados. No deberá exceder de ocho páginas, excluyendo los cuadros, figuras y/o fotografías. La discusión debe finalizar con un comentario resaltando la importancia de los resultados obtenidos.

**Conclusiones:** Deben ser concisas y concretas.

**Agradecimientos:** Un párrafo optativo, si es necesario.

**Literatura citada:** Se debe presentar en orden alfabético. En caso de un mismo autor en años diferentes, se ordenará de acuerdo al año y en caso de ser igual, según la primera letra del título del trabajo. Se deberá colocar todos los autores integrantes del trabajo citado. Los trabajos que no han sido publicados no deben referirse en la bibliografía, sino en el texto, colocando inmediatamente después del apellido y entre paréntesis el tipo de fuente donde provino la información (comunicación personal, datos inéditos) y el año en el cual se efectuó la consulta, separado por una coma. No se aceptan como referencias bibliográficas informes personales o artículos de prensa.

Si en el texto, dado el ordenamiento de la frase, se cita el apellido del autor, inmediatamente deberá ser colocado el año correspondiente entre paréntesis. En caso de dos autores se deberán colocar los dos apellidos, separados por la letra "y"; para el caso de tres o más autores, se citará el apellido del primero, seguido de la abreviatura latina *et al.* y el año correspondiente entre paréntesis. De igual forma se puede colocar el apellido del primero, seguido de la abreviatura latina *et al.*, y el año respectivamente.

Las referencias bibliográficas deberán contener todos los elementos que permitan su fácil localización, cuya variación está regulada por el tipo de publicación citada. Para ello, a continuación se indican algunos ejemplos:

#### **Revista (Artículo publicada)**

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

#### **Revista (Artículo aceptado, pero no publicado)**

Valle A. 1996. Importancia del porcentaje de área negra en animales Holsteinsobre el proceso adaptativo. VI. Componentes de la leche. *Zootecnia Trop.*, 14(1): En prensa.

**Suplemento de revista**

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

**Libro**

Maynard L. A., J. K. Loosli, H. F. Hintz y R. G. Warner. 1989. *Nutrición Animal*. 7<sup>ma</sup> ed. McGraw-Hill, México.

**Capítulo de libro**

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

**Congresos, simposio, reuniones y/o Memorias**

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

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

**Tesis y Trabajos de Ascensos**

Noguera E. 1985. Evaluación del conocimiento productivo y reproductivo mediante análisis de registros del rebaño de una Estación Experimental dedicada a la producción de leche. Tesis de Maestría en Ciencias. UCV - FCV, Maracay, Venezuela.

García A. 1991. Evaluación del comportamiento productivo y reproductivo del rebaño de vacas inscritas en el ROPL en el período 1986 – 1990. Trabajo de Ascenso LUZ, FCV, Maracaibo, Venezuela.

**Revistas y otras fuentes electrónicas**

Las referencias electrónicas deben estar respaldadas por instituciones científicas. En tales casos, estas referencias deben incluir: autores, año, título, lugar de origen e institución que la respalda, dirección electrónica y fecha de consulta. No se aceptan como referencias documentos que provengan de casas comerciales o paginas Web privadas.

McCollum T. 1997. Supplementation strategies for beef cattle. Texas Agricultural Extension Service. The Texas A&M University System. Disponible en línea: <http://agpublications.tamu.edu/pubs/eanim/b6067.pdf> [Octubre 15,1997].

**Publicaciones misceláneas**

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

El autor principal o el responsable de la correspondencia con el Editor debe hacer constar en la hoja de remisión del trabajo que se encuentra al final de estas instrucciones, que el artículo enviado es original e inédito y que cada autor está en conocimiento de la veracidad del artículo y de la intención de publicarlo.

Una vez aceptado el manuscrito se le enviará la comunicación oficial de aceptación, con la ubicación relativa donde será incluido en la revista ZOOTEKNIA TROPICAL.



**COORDINACIÓN EDITORIAL**

*Dr. Luís Dickson*

**COMPOSICIÓN**

*Lic. Mónica González*

**MONTAJE**

*Gerardo Moreno*

**FOTOLITO**

*Mario Pino y Gerardo Moreno*

**IMPRESIÓN**

*Eliseo Silva y Wilmer Gallardo*

**DISEÑO DE TAPA**

*Ing. Aurioli Chirinos*

Impreso en el Taller Gráfico del INIA.  
Maracay, Venezuela  
Tiraje: 500 ejemplares



Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical