

Junio de 2000

ISSN 0258-9702

**REVISTA DE
INVESTIGACIÓN DE LA
UNIVERSIDAD DE PANAMÁ**

SCIENTIA



SCIENTIA

Vol. 15 • No. 1

Vol. 15 • No. 1 • Junio de 2000

CONSEJO EDITORIAL

DIRECTOR

Dr. César A. Villarreal

EDITOR

Dr. Alfredo Figueroa Navarro

Prof. Jorge Castillo
Facultad de Economía

Dr. Plinio Valdés
Facultad de Medicina

Dr. Raúl De Los Ríos
Facultad de Odontología

Dr. Eduardo Flores
Facultad de Ciencias Naturales,
Exactas y Tecnología

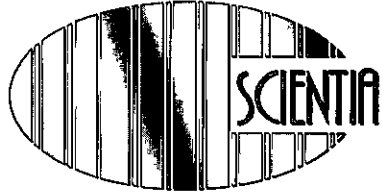
Ing. Luis Carlos Salazar
Facultad de Ciencias Agropecuarias

Dra. Vilma Turner
Facultad de Farmacia

Dra. Marina de Laguna
Facultad de Enfermería

Portada, diseño y diagramación:
Novo Art, S.A.

Impreso en Panamá
300 ejemplares
Imprenta Universitaria (Universidad de Panamá).



**Revista de Investigación de la
Universidad de Panamá**



**Publicación de la Vicerrectoría
de Investigación y Postgrado**



**AUTORIDADES DE LA
UNIVERSIDAD DE PANAMA**

**Dr. Gustavo García de Paredes
RECTOR**

**Dr. Carlos Brandaris Z.
VICERRECTOR ACÁDEMICO**

**Mgter. Luzmila R. de Young
VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO**

**Mgter. Néstor Castillo R.
VICERRECTOR DE EXTENSIÓN**

**Mgter. Osman Robles
VICERRECTOR DE ASUNTOS ESTUDIANTILES**

**Mgter. Gloriela de Rengifo
VICERRECTORA ADMINISTRATIVA**

**Dra. Betty Anna Rowe de Catsambanis
SECRETARIA GENERAL**

NOTA EDITORIAL

La Universidad de Panamá, una vez más, consciente de su misión de lograr la formación de profesionales de la mejor calidad que compartan una visión integral del conocimiento en el contexto nacional y universal del mismo, ofrece este resultado del quehacer investigativo de la comunidad científica, con el propósito de que se produzca paulatinamente el balance positivo, necesario, entre lo que son nuestras fortalezas y nuestras debilidades. Con el fin de contribuir de manera efectiva a la solución de problemas específicos de nuestra Nación que genere una mejor calidad de vida de sus habitantes en el marco de una sociedad más equitativa y solidaria.

La contribución de la Maestría de Entomología se hace evidente tanto a través de los artículos presentados en esta revista como en ejemplares anteriores. En esta ocasión, nos referimos a dos artículos que recogen, el primero, una comparación de la dinámica poblacional de las moscas del gusano barrenador, que se llevó a cabo en el Parque Natural Metropolitano, especialmente el caso de *Cochliomyia hominivorax* que causa daños al ganado cuando sus larvas se alimentan de heridas. La gusanera, que puede desarrollarse, lesiona o mata los animales infectados, provocando pérdidas millonarias en la actividad del sector. El segundo artículo nos guía en el reconocimiento de la diversidad y distribución de insectos acuáticos a lo largo del cauce del Río Chico (Provincia de Chiriquí), investigación en la que se pudo comprobar que, a medida que la biomasa del río aumenta, se puede observar el incremento de las familias de insectos.

Contamos, además, con la contribución de miembros del Museo de Invertebrados, en un estudio sobre avispas en el que la cuidadosa y metódica descripción de especímenes contiene información especialmente valiosa y probablemente novedosa para los taxónomos. El sitio de investigación es el Parque Nacional de Coiba, isla considerada como un santuario ecológico. Paradójicamente es poco lo que se conoce de su flora y fauna. Sin embargo, los esfuerzos de un proyecto español, con la colaboración de científicos de la Universidad de Panamá, permiten definir a Coiba como una área de gran potencial que puede poseer ejemplares nunca antes reportados.

En este recorrido biológico, procedente del Caribe colombiano encontramos una contribución mixta entre una colega de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, sede de Santa Marta, y el Centro de Ciencias del Mar de

la Universidad de Panamá, en la que se trabaja sobre una investigación minuciosa a propósito de la utilidad de la ostra perlífera *Pinctada imbricata* que está dotada de interés económico tanto por la concha como también por las perlas y su carne.

La importancia de la pesquería en Panamá identifica el interés de un grupo de investigadores del Laboratorio de Fisiología Animal e Immunobiología Dr. Erich Graetz quienes contribuyen con dos artículos en el área de la fisiología de peces. El primer estudio evalúa el crecimiento corporal y gonadal del *Dormitator latifrons*, tomando en cuenta dos comunidades piscícolas para, de esta manera, contribuir a la mejor comprensión del desarrollo ovárico y del patrón de desove del guapote (*Dormitator latifrons*) cuyo objetivo relevante es el de estudiar los procesos bioquímicos y celulares que se desarrollan durante la adaptación hiperosmótica e hiposmótica con aplicación a especies eurihalinas y dulceacuícolas.

En la sección de notas científicas se reproduce una comunicación elaborada por un estudiante de la Carrera de Biología de la Universidad de Panamá y científicos del Smithsonian Tropical Research Institute, la cual versa sobre los Atrayentes para Felinos utilizando la fragancia "Obsession" de Calvin Klein, sin considerar el efecto científico de la misma sino la efectiva combinación de atrayente/cámara que permita recabar información sobre el número de felinos presentes en la Isla de Barro Colorado.

La Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, de la Universidad de Panamá, aprovecha la oportunidad para invitar a los investigadores de sus facultades, institutos, centros de investigación, centros regionales y extensiones, a que remitan sus trabajos a la revista **Scientia** para su publicación. Esta invitación es extensiva a los investigadores de las restantes universidades e instituciones nacionales y extranjeras que se dediquen al cultivo de actividades análogas relativas a la Ciencias Naturales, Exactas, Biomédicas Agronómicas, de la Tierra y la Tecnología.

COMPARACIÓN DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DE LAS MOSCAS DEL GUSANO BARRENADOR (*Cochliomyia hominivorax*) (DIPTERA: CALLIPHORIDAE) DENTRO Y EN EL BORDE DEL BOSQUE DEL PARQUE NATURAL METROPOLITANO, 1995-1996

IVÁN GUSTAVO LUNA, BOLÍVAR CASTILLO, RIGOBERTO MANCILLA, NEFERTITIS CIGARRUISTA y CARLOS GIRÓN

Programa Centroamericano de Maestría en Entomología,
Vicerrectoría de Investigación y Postgrado,
Universidad de Panamá.

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en el Parque Natural Metropolitano, ubicado en la Ciudad de Panamá, con varios propósitos: determinar la preferencia del gusano barrenador *Cochliomyia hominivorax* entre los hábitats dentro y en el borde del bosque; determinar la distribución poblacional durante el período de un año entre junio de 1995 a mayo de 1996, evaluar la actividad diaria de las moscas y el efecto de los parámetros físicos sobre éstas. Para esto se establecieron cuatro sitios de colecta, dos dentro y dos en la periferia o borde del bosque, empleándose hígado de res como atrayente. La temperatura y velocidad del viento fueron medidas en cada captura de moscas. Un total de 433 moscas fueron capturadas en este trabajo con un promedio de $2,09 \pm 0,44$ moscas por día. Durante este estudio se observó una ligera preferencia por el hábitat dentro del bosque. La captura de estas moscas fue ligeramente mayor durante la temporada seca. Ellas son más activas durante las horas de la mañana.

Nuestros resultados parecen indicar cierta preferencia por el hábitat boscoso y que el Parque Natural Metropolitano (PNM) presenta características especiales que aumentan la cantidad de estas moscas durante la época seca.

PALABRAS CLAVES

Ecofisiología, Diptera, *Cochliomyia hominivorax*.

INTRODUCCIÓN

Cochliomyia hominivorax es una mosca del orden Diptera que causa daños al ganado cuando sus larvas se alimentan de las heridas. En este estado, los animales parasitados no se alimentan y tienden a retirarse del rebaño refugiándose entre la vegetación. La gusanera lesiona o mata a los animales infectados, especialmente si las heridas no son curadas, debido a las infecciones secundarias, toxemia y hemorragias (Méndez, 1992). Antes de su erradicación en los Estados Unidos, esta plaga causaba en este país una pérdida de 100 millones de dólares anuales (Cooke y Adams, 1993). En la región centroamericana y en nuestro país las pérdidas se calculan en varios millones de dólares por año. Por ejemplo, en Panamá, la Asociación Nacional de Ganaderos (ANAGAN) estimó las pérdidas económicas por esta plaga en 7 millones de dólares por año (Zárate, 1997). Por lo tanto, esta mosca causa un fuerte impacto en la economía ganadera.

La mosca de la gusanera es una especie de la familia Calliphoridae causante de miasis obligatoria en animales de sangre caliente. La hembra de *C. hominivorax*, a diferencia de *C. macellaria*, con la cual se puede confundir, requiere de una herida para depositar sus huevos. Estos, después de ser colocados, eclosionan de 12 a 24 horas produciendo larvas que se alimentan de los tejidos sanos (Bushland, 1975). Esta especie pasa por tres estadios larvales que duran entre 4 a 8 días, dependiendo de la temperatura, tamaño, tipo de herida y número de larvas. La larva de tercer estadio cae al suelo donde se entierra y se transforma en pupa hasta la emergencia del adulto. La duración del período pupal depende de la temperatura. En nuestro medio, ella dura aproximadamente 7 días al final de los cuales sale el adulto. Las moscas pasan en este último estadio entre tres a cuatro semanas, algunas veces hasta cinco si las condiciones son óptimas. Por lo tanto, cuando los factores son favorables, el ciclo de vida de una mosca es de 17 días (Poudevigne, 1995).

La hembra copula una sola vez al segundo o tercer día de edad. Después de la copulación la hembra está lista para la puesta de los huevos. Para esto, ella busca una herida en animales vivos de sangre caliente, especialmente mamíferos (Hightower y O'Grady, 1972; Thomas, 1993; Thomas y

Chen, 1990). Ellas usan estas heridas para su nutrición y oviposición (Guillot *et al.*, 1977). La atracción hacia el hospedero sólo ocurre normalmente cuando la hembra está sexualmente madurada (Hammack *et al.*, 1987; Thomas y Mangan, 1989). Casi todas las heridas son atractivas para las hembras. Por ejemplo, las hembras son atraídas por lesiones producidas en el ganado por los depredadores y prácticas ganaderas. Uno de los tipos de heridas más atractivas para estas moscas son aquellas producidas en el ombligo de los terneros recién nacidos (Laake y Cushing, 1936; Bruce y Sheely, 1944; Hall, 1991; Méndez, 1992).

Los factores físicos, como temperatura, precipitación y viento, se conjugan entre sí afectando la biología de esta especie. Por lo tanto, la temporada del año afecta el número de moscas presentes en un lugar. Por ejemplo, en las regiones subtropicales (Sur de Estados Unidos y Norte de México) la población del gusano barrenador se incrementa gradualmente durante la primavera y, luego, muestra un rápido descenso durante el caluroso y seco clima del verano, aumentando nuevamente en el otoño. Para desaparecer totalmente en el invierno (Linguist, 1938; Hightower *et al.*, 1966; Coopedge y Snow, 1977; Readshaw, 1989). Por otro lado, en las regiones tropicales, los pocos estudios realizados establecen la mayor actividad de estas moscas durante la estación lluviosa (Baumhover *et al.*, 1955; Spencer *et al.*, 1981; Mackley, 1986; Parker *et al.*, 1993).

Antes de los trabajos de Brenner (1985) se consideraba que la mosca del gusano barrenador prefería hábitats abiertos, debido a la gran cantidad de ataques que recibe el ganado en los potreros. Sin embargo, este autor encontró que estas moscas se presentan en mayor número en las áreas del borde del bosque (ecotono) debido a que ellas se mueven con mucha frecuencia hacia el bosque, donde obtienen sombra, protección y néctar (Mangan y Thomas, 1989). Desde este momento han aparecido varios trabajos como los de Welch (1988, 1989) que reafirman la presencia de mayor cantidad de moscas en las áreas boscosas.

Los estudios de los hábitats de dispersión de las moscas de gusano barrenador son muy importantes para los ensayos de erradicación de esta plaga. Por lo que es recomendable tener trabajos que nos indiquen cuál es el comportamiento de las moscas en su ambiente natural. De esta manera, se puede saber en qué momento y en qué ambientes se debe hacer más énfasis en los programas de dispersión de machos estériles. Por esta razón, se llevó a cabo esta investigación. Por lo tanto, este trabajo tiene como propósito estudiar la dinámica poblacional de esta mosca a través de todo el

año, haciendo énfasis en la influencia de los factores físicos sobre ellas. Así como también, poder determinar la dinámica poblacional en dos hábitats que la literatura señala muy importantes para ellas: el bosque y el borde de éste. Nuestro estudio presenta un carácter especial debido a que es el único trabajo que estudia el bosque alejado de las regiones ganaderas. De tal manera, que podemos saber el verdadero papel del bosque en la dinámica poblacional de esta especie.

PARTE EXPERIMENTAL

Este estudio se llevó a cabo en el Parque Natural Metropolitano (PNM) (79°38'15" N y 8°58'32" O). Esta área representa una zona de bosque húmedo tropical de 2,56 km² localizada en el lado Norte de la Ciudad de Panamá, en el corregimiento de Curundú. El área consta de un bosque de tipo secundario tardío que actúa como pulmón para la Ciudad de Panamá. Esta región presenta una precipitación pluvial entre 1500 y 2000 mm y una temperatura promedio de 28 °C (Ministerio de Planificación y Política Económica, 1996).

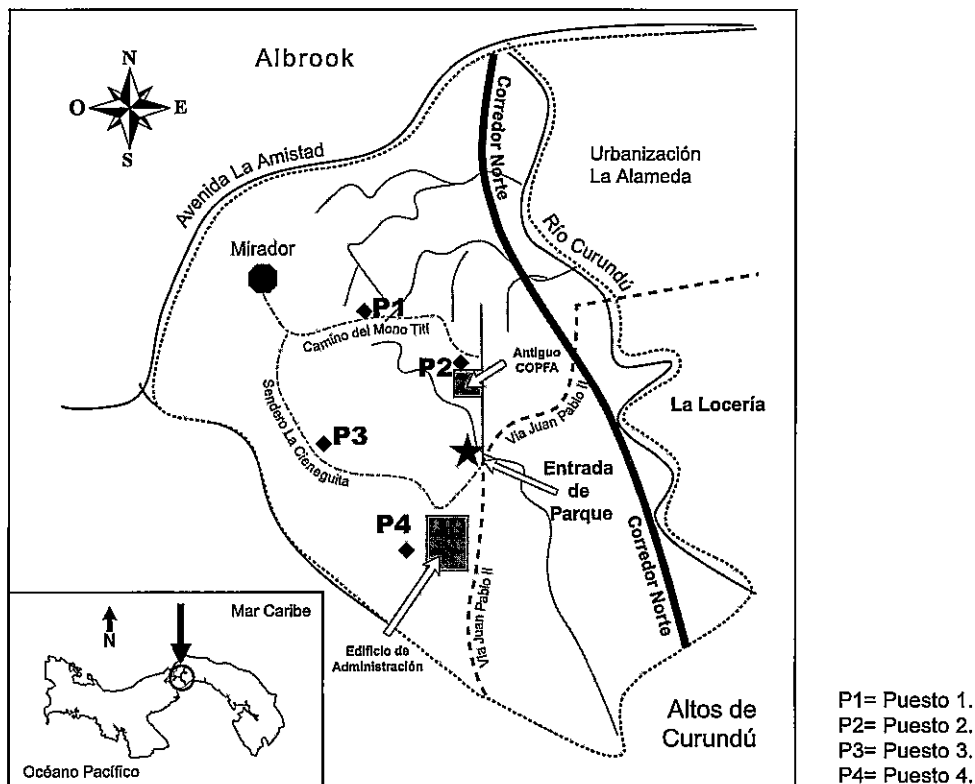
Esta investigación se realizó quincenalmente, desde el 3 de junio de 1995 al 19 de mayo de 1996. En el área se ubicaron cuatro sitios de colecta en la entrada principal del parque (Figura 1). Dos de ellas se ubicaron dentro y el resto en el borde del bosque. Los dos puestos del bosque estuvieron separados entre sí a 480 metros de distancia. Uno de éstos, el 1 (P1), se ubicó aproximadamente a 5 m del margen derecho del camino del "Mono Tití", aproximadamente a 60 metros sobre el nivel del mar. El otro, el 3 (P3), se colocó en el margen del Sendero La Cieneguita, a unos 15 ó 20 metros de la entrada de dicho camino. Los dos puestos del borde del bosque se encontraron separados entre sí a 500 metros de distancia. Uno de ellos, el 2 (P2), estuvo localizado detrás del edificio 420 del antiguo de COPFA y el otro, el 4 (P4), se ubicó detrás de la oficina principal del Parque Natural Metropolitano.

Cuatro colectores se rotaron entre los puestos de trabajo en el sentido de la manecilla del reloj con el fin de eliminar el efecto de la destreza en la captura de moscas (bloque). El atrayente empleado fue hígado de res en descomposición. En cada sitio, los colectores se sentaron en una silla y revisaron el hígado desde las 7:30 a.m. hasta las 12:00 p.m. y entre la 1:00 p.m. y 5:00 p.m. Entre las 12:01 y 12:59 p.m. era el período de almuerzo de los colectores y se detuvo el muestreo momentáneamente. Las moscas que llegaban al hígado eran capturadas con una red entomológica, donde

se determinaba su sexo. En el caso de los machos, que son difíciles de identificar al ojo, se llevaron al laboratorio donde se diferenció *C. hominivorax* de *C. macellaria* con la cual se parece mucho. Al momento de la captura se registraron los datos de fecha, hora, temperatura (con un termómetro digital, Radio Shack, Cat:63.869), velocidad del viento (con un anemómetro Dwyer, Cat: 2993374). Los datos de precipitación se obtuvieron de la estación meteorológica de Balboa de la Autoridad del Canal.

La variable en estudio fue la captura de moscas, la cual como se encontraba en forma de frecuencia debió ser transformada mediante la raíz cuadrada. Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza diseñado en bloque completo al azar, donde los bloques estuvieron representados por los colectores. Los datos originales fueron analizados mediante las pruebas no paramétricas *Kruskal-Wallis* y *Mann-Whitney*. El paquete estadístico empleado fue el STATISTICA® versión 5.1.

Figura 1.
Área de estudio.



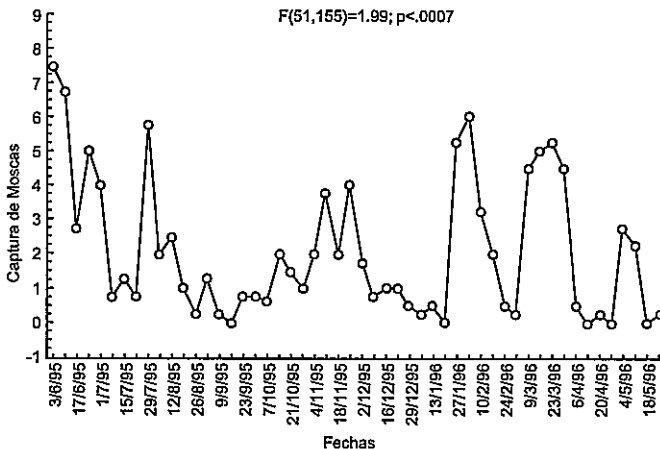
RESULTADOS

Números de adultos:

Un total de 433 moscas fueron colectadas durante los 52 días que comprendió esta investigación. Esto representó un promedio de $2,91 \pm 0,44$ moscas por puesto día. Como se puede apreciar en la Figura 2, el número de adultos fue mayor entre el 3 de junio y el 29 de julio descendiendo hasta la segunda semana de enero cuando el número se incrementó drásticamente. Además, se puede apreciar en esta figura que el número de días de colectas fue mayor durante la estación lluviosa (33) que en la seca (19). Por consiguiente, esto arrojó una mayor cantidad de moscas en la primera (261) que en la segunda época del año (172). Sin embargo, en promedio se capturaron más moscas en la estación seca ($2,15 \pm 0,66$) que durante la lluviosa ($2,05 \pm 0,44$) (Figura 3). No obstante, estas diferencias no son estadísticamente significativas ($t = -0,2064$; $p > 0,05$; $t = 0,14771$; $p > 0,05$). La temperatura promedio de captura fue de $27,3 \pm 1,71$ °C. En tanto que la velocidad del viento de captura fue de $0,98 \pm 0,33$ km/h.

Figura 2.

Distribución de las colectas de moscas durante el período de estudio. Observe la mayor captura durante la temporada seca y el inicio de la lluviosa.



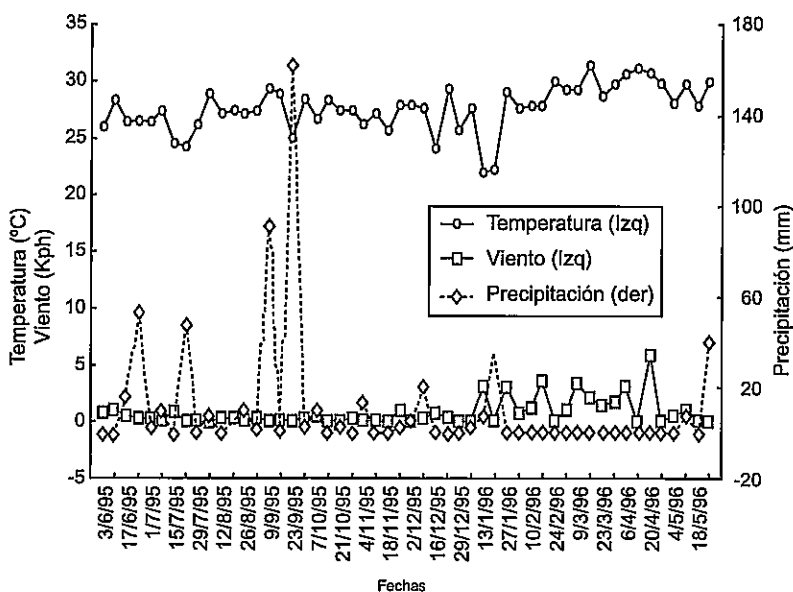
Efecto de los factores físicos:

La Figura 3 muestra la distribución de los parámetros físicos durante el estudio. Como era de esperar las temperaturas fueron estadísticamente más altas durante la estación seca ($28,2 \pm 0,6$ °C) que en la lluviosa

($26,9 \pm 0,4 \text{ } ^\circ\text{C}$) ($t = -4,17$; $p < 0,001$). De igual manera se comportó la velocidad del viento; a pesar de que las diferencias entre los promedios de la velocidad del viento entre ambas estaciones no resultaron significativas ($t = -1,49$; $p > 0,05$), éstos fueron más fuertes durante la estación seca ($1,31 \pm 0,625$) que durante la lluviosa ($0,80 \pm 0,39$). Asimismo, esta figura nos muestra que las precipitaciones fueron nulas desde el 27 de enero hasta el 21 de abril.

Figura 3.

Comportamiento de los parámetros físicos (temperatura, viento y precipitación) durante el período de estudio.



Diferencias entre los hábitats

La Figura 4 nos muestra que el promedio de moscas capturadas dentro del bosque fue más alto ($N = 259$; $\bar{X} = 2,49$) que en el borde ($N = 103$; $\bar{X} = 1,69$). Sin embargo, esta diferencia no resultó estadísticamente significativa ($t = 0,977$; $p > 0,05$). La Figura 5 nos permite apreciar que no hubo diferencias estadísticamente significativas en la captura de moscas con relación a la temporada del año para cada hábitat ($F_{1,203} = 0,096$; $p > 0,05$). Sin embargo, el promedio de moscas fue ligeramente mayor dentro del bosque durante la estación lluviosa. Mientras que, por el contrario, en el borde esta tendencia fue opuesta.

Figura 4.

Comparación en el número de moscas capturadas entre el borde y dentro del bosque donde se aprecia que, a pesar de que no existen diferencias significativas, se colectó mayor número de moscas dentro del bosque.

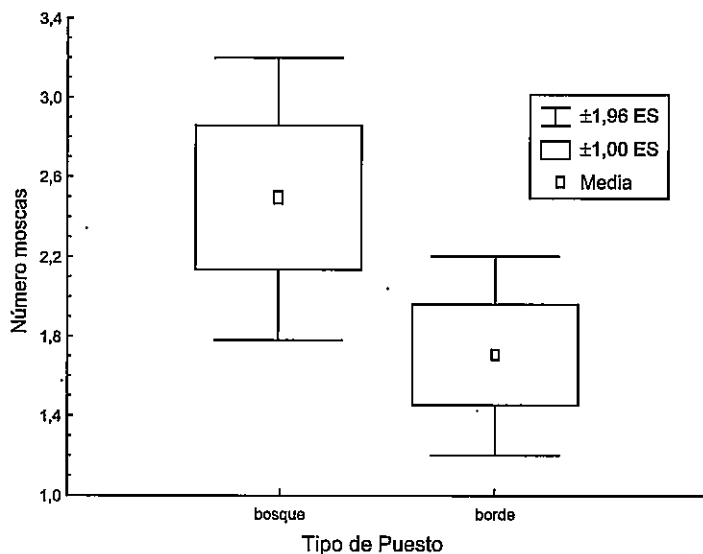
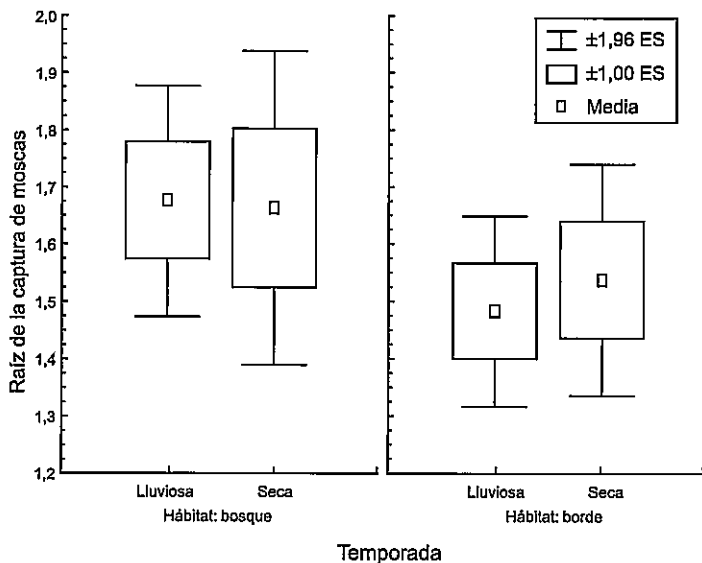


Figura 5.

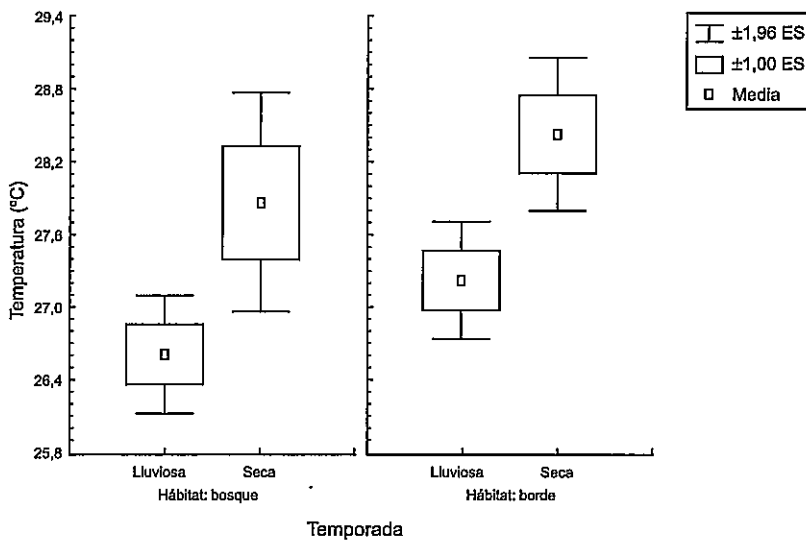
Comparación entre la temporada del año de acuerdo al hábitat de estudio en la cual se aprecia que dentro del bosque durante la estación lluviosa el número de moscas fue ligeramente mayor. En tanto que en el borde el patrón fue lo contrario.



Al comparar las temperaturas entre ambos hábitats, la Figura 6 nos permite apreciar que las temperaturas fueron ligeramente superiores en el borde ($27,7 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$) que dentro del bosque ($27,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$). Sin embargo, estas diferencias no son estadísticamente significativas ($F_{1,103} = 3,57$; $p > 0,05$). Como era de esperar, las temperaturas fueron significativamente mayores durante la estación seca ($28,2 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$) que en la lluviosa ($26,9 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$) ($F_{1,103} = 15,4$; $p < 0,001$). Asimismo, esta misma figura nos muestra que las temperaturas fueron ligeramente mayores dentro del bosque durante ambas temporadas del año ($F_{1,103} = 0,0079$; $p > 0,05$).

Figura 6.

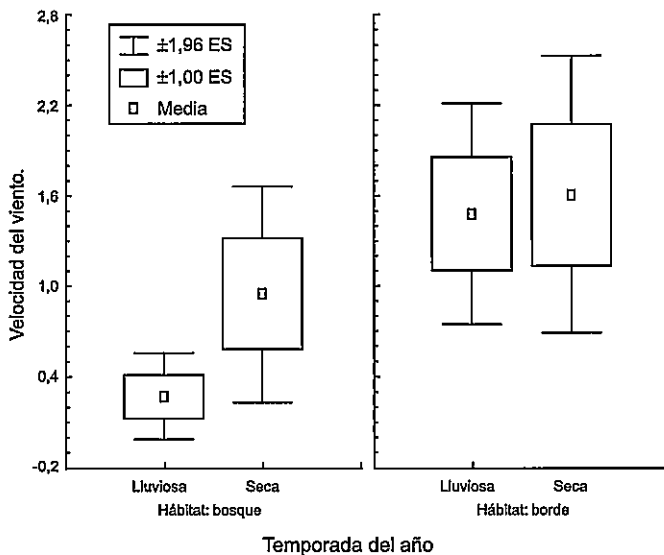
Comparación de la temperatura media en ambas temporadas del año entre los dos tipos de hábitat, observándose que en ambos la temperatura fue estadísticamente más alta durante la estación seca.



En cuanto al comportamiento del viento, podemos reportar que su velocidad durante el período de estudio fue significativamente más fuerte en el borde ($1,53 \pm 0,58$ km/h) que dentro del bosque ($0,47 \pm 0,31$ km/h) ($F_{1,103} = 7,7$; $p < 0,01$) (Figura 7). Lo más sobresaliente fue que, a pesar de que la velocidad del viento fue mayor durante la estación seca ($1,32 \pm 0,62$ kph) que en la lluviosa ($0,80 \pm 0,39$ km/h), no hubo diferencias estadísticamente significativas entre ambas ($F_{1,103} = 1,4$; $p > 0,05$). En la Figura 7, se puede observar que los vientos, en ambas temporadas, siempre fueron mayores en el borde que dentro del bosque ($F_{1,103} = 0,65$; $p > 0,05$).

Figura 7.

Comparación del comportamiento del viento durante las temporadas del año de acuerdo al hábitat de estudio, apreciándose una mayor velocidad del viento durante la estación seca.

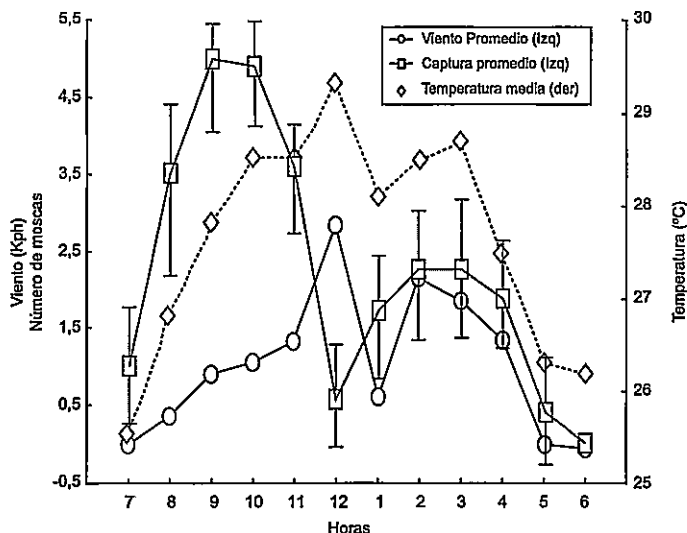


Número de moscas de acuerdo a la hora:

La actividad de las moscas asociada con el comportamiento de la temperatura y el viento de acuerdo a la hora del día se muestra en la Figura 8. Esta nos muestra que existen diferencias significativas entre las horas en que fueron capturadas las moscas ($\chi^2 = 24,04$; $p < 0,01$). Como se ve, las colectas fueron más altas en las horas de la mañana entre las 8:01 y 9:59 a.m. con un pequeño pico en las horas de la tarde entre las 2:01 y 3:59 p.m. La disminución observada a las 12:00 representa el período en que los colectores se encontraban almorzando. Asimismo, la temperatura y la velocidad del viento se incrementaron en las horas de la mañana hasta encontrarse en su punto más alto al mediodía, decreciendo a partir de las 3:00 p.m. Las horas de actividad de las moscas fueron más o menos similares en ambas temporadas del año ($F_{11,144} = 0,86$; $p > 0,05$) y en ambos hábitats ($F_{11,144} = 0,86$; $p > 0,05$). Por añadidura, esta gráfica nos permite apreciar que la actividad de la mosca se asocia con la temperatura y la velocidad del viento. Las horas de mayor captura están relacionadas con temperaturas y vientos moderados. Estas moscas fueron más activas a una temperatura media de $27,3 \pm 1,71^\circ\text{C}$ y a vientos leves de $0,98 \pm 0,3$ km/h. Las moscas, en un 95%, fueron colectadas entre los $24,0$ y $29,8^\circ\text{C}$ de temperatura.

Figura 8.

Comparación de los comportamientos del viento, temperatura y número de captura de acuerdo a la hora del día donde se aprecia que la actividad de las moscas es mayor durante las horas de la mañana cuando la temperatura y el viento son moderados.



Número de moscas de acuerdo a los puestos:

En cuanto al número de moscas capturadas entre los puestos ubicados dentro de cada hábitat no se encontraron diferencias significativas ($\chi^2_3 = 0,967$; $p > 0,05$).

Número de moscas por colectores:

Diferencias significativas fueron observadas entre los colectores ($\chi^2_3 = 10,29$; $p \leq 0,05$), principalmente entre Nefertitis Cigarruista y Bolívar Castillo, pues la primera presentó el porcentaje de captura más bajo. Esto quizás se deba a que esta colectora tuvo que ser remplazada en la segunda mitad del período de colecta por razones de fuerza mayor. Por consiguiente, el efecto de rotación de los colectores minimizó la diferencia entre ellos dos.

DISCUSIÓN

Como se pudo observar, el número de moscas capturadas en nuestro estudio en el PNM fue bastante bajo, sólo 433 moscas en 52 días de captura.

($\bar{X} = 2,09 \pm 0,44$ por puesto por día). En trabajos llevados a cabo en México, usando diferentes tipos de técnica, como: el empleo de animales centinelas y trampas orientadas con el viento (WOT), se han obtenido números aún más bajos que los reportados por nosotros. Por ejemplo, Krafur *et al.* (1979) en el norte de Veracruz, México, obtuvieron un promedio de 3,68 masas de huevo por sitio por semana. Spencer *et al.* (1981), en la costa pacífica de Chiapas, México, registraron 1,8 moscas por trampa y 1,31 masas de huevos por semana. Brenner (1985) capturó 0,08 moscas nativas y 0,99 estériles por trampa por día. Mackley (1986) trabajando en las tierras altas de Chiapas, México, encontró de 0,07 a 0,82 masas de huevos por día. Por otro lado, estudios en lugares más cercanos al nuestro, como en Costa Rica, han reportado números extremadamente altos de moscas. Por ejemplo, Parker y Welch (1992) en la Estación Experimental Enrique Núñez Jiménez en Guanacaste, Costa Rica, usando cuatro puestos de captura con hígado como atrayente y animal centinela herido, capturaron 3000 moscas entre machos y hembras con un promedio 49,1 moscas por día. Esto representa 6 veces más moscas que en el PNM. Asimismo, otro estudio llevado a cabo por Parker *et al.* (1993) revela que en la misma zona capturaron 4387 moscas entre machos y hembras con un promedio de 70,7 moscas por día, con la diferencia de que, en vez de usar cuatro puestos, emplearon seis.

Esta diferencia tan apreciable se puede deber al hecho que ambos estudios emplearon una combinación de dos técnicas: hígado descompuesto y animal centinela. Asimismo no podemos descartar la diferencia de hábitat entre ambos lugares. El bosque estudiado en ambos estudios era de tipo seco tropical mientras que el PNM es húmedo tropical. El primero estaba rodeado de plantaciones de caña de azúcar y pastos permanentes con ganado. Además, los puestos de colecta fueron ubicados en las inmediaciones del río. En tanto que nuestra área de estudio es más boscosa, sin sembradíos ni ganados en los alrededores. Además, hay que tener en cuenta que los límites del parque están representados por carreteras con gran tráfico y urbanizaciones, los cuales pueden afectar el movimiento de los grandes mamíferos que representan la fuente de heridas para las moscas hembras. También debemos considerar el efecto de la construcción del Corredor Norte, el cual representa una autopista que atraviesa el parque de Norte a Sur. Otro factor que debemos considerar en nuestra área de estudio es su ubicación. El PNM se encuentra en el borde Sur de la zona boscosa de la cuenca del Canal, la cual abarca casi 100,00 km². Esta particularidad hace pensar, junto con las carreteras que rodean al parque, que la fauna de mamíferos no es muy grande. Por lo tanto, las fuentes de ani-

males con heridas es bastante baja comparada con Guanacaste que presentaba ganado en sus alrededores.

Nuestros resultados, a diferencia de los de Guanacaste, a pesar de no ofrecer diferencias estadísticamente significativas entre los puestos dentro y del borde del bosque, presentaron un mayor número de captura en el primero que en el segundo. Esto se puede explicar debido a que el borde presentó temperaturas más altas que dentro del bosque, haciendo que las moscas se movieran más hacia el segundo. Sin embargo, aunque, durante la estación lluviosa, las temperaturas entre ambos hábitats fueron más o menos semejantes, el bosque presentó una ligera mayor cantidad de moscas. Estudios anteriores, como los de Brenner (1985), establecen que estas moscas se encuentran en mayor cantidad en las zonas del borde o ecotono cercanas a casas con animales domésticos o en áreas donde se presentan animales de sangre caliente, como el ganado. Sin embargo, nuestro estudio fue llevado a cabo en un área densamente boscosa, cuyas características del borde en nada se asemejan a las de este estudio. Así, tenemos, también, el estudio de Parker y Welch (1992) que fue llevado en su totalidad dentro del bosque; pero éste se encontraba rodeado de potrero. En el PNM los bordes colindaban con caminos pedestres y no muy extensos sin animales de sangre caliente. En los lugares como los que estudió Brenner (1985), el borde es empleado por las moscas como una zona de paso entre hábitats. Por ejemplo, Welch (1989) haciendo estudios de liberación de moscas estériles en un corredor de deforestación para las líneas de tendido eléctrico dentro del bosque, descubrió que estas moscas tienden a moverse hacia dentro del bosque, capturándose menor cantidad en el área abierta. Por lo tanto, debemos asumir que, si las áreas aclaradas dentro del bosque no presentan animales de sangre caliente, las moscas tenderán a permanecer dentro del bosque. Welch (1988) descarta la idea de que las moscas emplean las áreas abiertas o aclaradas como corredores de dispersión. Aparentemente nuestro estudio apoya esta idea.

Anteriormente, según Parman (1945), se consideraba que *C. hominivorax* preferían áreas abiertas, entrando sólo a las áreas boscosas para alimentarse. Todos los estudios posteriores tendieron a desestimar al bosque como un área donde pudieran encontrarse estas moscas en grandes cantidades; por lo tanto, este hábitat no era contemplado en los muestreos. Por consiguiente, los estudios se concentraban en trabajar en áreas abiertas. No es hasta el trabajo de Mangan y Thomas (1989) cuando se incluye al bosque con fines comparativos, encontrándose, que, contrario a lo esperado, el bosque presentaba mayor cantidad de moscas. A partir de aquí,

otros estudios se han llevado a cabo confirmando este hecho, como es el caso de Parker *et al.* (1993) en Guanacaste, Costa Rica. Nuestro trabajo es de suma importancia debido a que es el único hasta ahora que tiende a estudiar un bosque alejado de las zonas de pastoreo. Nuestros resultados apoyan la hipótesis de que los bosques representan el principal reservorio de las moscas del barrenador del ganado. Hay que recordar que ellas son de origen neotropical y estaban antes de la llegada del ganado a nuestro continente. Por consiguiente, como señalan Mangan y Parker (1989), el bosque es el hábitat natural de esta especie y sus principales hospederos son los mamíferos del bosque.

Al igual que en otros estudios como el de Parker y Welch (1992) y Parker *et al.* (1993), la mayor captura de moscas se dio durante las horas de la mañana (9:00 a 10:00 a.m.), encontrándose un pico más pequeño en la tarde (2:00 a 3:00 p.m.). Este patrón está muy relacionado con la temperatura y el viento. La mayor cantidad de moscas se obtiene entre la 9:01 a 10:59 horas cuando la temperatura es moderada y el viento es bajo. Sin embargo, cuando la temperatura sube y el viento arrecia, el número de moscas disminuye. Aparentemente, la actividad de las moscas presenta un rango donde se desenvuelve mejor. Como se puede apreciar, entre las 2:00 y 3:00 p.m., hay un pequeño aumento en el número de moscas que se puede relacionar con la disminución de la temperatura y velocidad de viento en este período del día. A diferencia del estudio de Parker *et al.* (1993) en el cual los puestos ubicados dentro del bosque no presentaron una distribución bimodal durante la estación húmeda, en nuestro estudio ambos hábitats se comportaron bimodalmente y de manera similar en esta temporada del año. Esto se puede explicar debido a la naturaleza de ambos bosques. El bosque donde Parker *et al.* (1993) realizaron su investigación se encontraba rodeado de potreros y el nuestro no lo estaba. Nosotros sospechamos que, en dicho estudio, durante esta época del año, muchas moscas se encontraban en las horas cuando las temperaturas y velocidades del viento eran óptimos en las áreas abiertas cercanas al ganado. Mientras que, en nuestro trabajo, debido a la ausencia de potreros, las moscas tendieron a permanecer más tiempo dentro del bosque. Asimismo, el bosque de nuestro estudio es húmedo tropical secundario tardío (Ministerio de Planificación y Política Económica, 1996) dentro del cual las temperaturas tienden a ser altas debido a su cubierta boscosa que impide el movimiento del aire.

El mayor número de moscas en la temporada seca, aunque estadísticamente no significativo, ha sido ratificado con significancia estadística

por estudios posteriores en el PNM por Castañeda *et al.* (1997). Esta tendencia es opuesta a los reportes de otros trabajos que indican que el número de moscas aumenta durante la estación lluviosa, como los de Spencer *et al.* (1981) en Chiapas, México; Mackley (1986) en las tierras altas de Chiapas, México, y Parker *et al.* (1993) en Guanacaste, Costa Rica. Igual patrón ha sido encontrado en nuestro país en la región de La Pita, Chepo, por Mendieta y Solís (1999). Esta discordancia se puede explicar debido a las características especiales que presenta el PNM. Como ya sabemos, este parque es pequeño y está en los límites de la cuenca del Canal colindando con la Ciudad de Panamá. Además de esto, él se encuentra separado del resto del bosque por tres carreteras, La Amistad, Juan Pablo II y el Corredor Norte. Nosotros pensamos que durante la estación lluviosa la disponibilidad del agua es lo suficiente para mantener a los animales del bosque dentro de la zona boscosa. Sin embargo, durante la época seca parece que el panorama es opuesto y los animales se ven en la necesidad de moverse hacia el río Curundú que se encontraba cerca de nuestra área de muestreo. Parker *et al.* (1993) afirman de manera enfática el papel de los mamíferos silvestres para estos dípteros, al señalar que ellos son los principales hospederos de estas moscas. Por lo tanto, este patrón estacional observado refleja el movimiento de los mamíferos dentro del parque. Esto apoya la idea expuesta por investigadores como Mangan y Thomas (1989), Welch (1989) y Parker *et al.* (1993) de que el hábitat natural y reservorio de esta especie es el bosque. Asimismo, nuestros resultados refuerzan la hipótesis esbozada por Parker *et al.* (1993) que atribuyen la estacionalidad de las poblaciones de esta plaga al efecto que los factores físicos ejercen sobre las fuentes de alimento y hospederos.

CONCLUSIÓN

Podemos señalar que el bosque es el hábitat natural de esta especie. Los animales silvestres con heridas son suficientes para mantener una población estable de esta plaga. Por lo tanto, concordamos con Mangan y Thomas (1989) y Parker *et al.* (1993) cuando afirman que los programas de liberación de machos estériles deben hacer énfasis en el área boscosa para que puedan tener buena efectividad en la eliminación de esta plaga. El PNM presenta características especiales que hacen que estas moscas posean un patrón estacional que se relaciona con el movimiento de los mamíferos del parque.

SUMMARY

COMPARISON OF POBLATIONAL DYNAMICS OF THE SCREWWORM (*Cochliomyia hominivorax*) (DIPTERA: CALLIPHORIDAE) STUDIED IN EDGE AND DENSE FOREST OF PARQUE NATURAL METROPOLITANO, PANAMA CITY, REPUBLIC OF PANAMA, 1995-1996.

The habitat preferences, activity hours, effect of abiotic factors, and population trends of screwworm *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel) were studied in edge and dense forest habitats of a tropical humid forest in the Metropolitan Natural Park at border of Panama City, Republic of Panama. This study was conducted from June 1995 to May 1996. Screwworm fly activity was monitored using liver-baited stations at four collection sites, two in edge and two in dense forest habitats. A total of 433 flies were collected during the 52 days ($2,09 \pm 0,44$ per site/day) of sampling. Collections were slightly higher in the forested versus edge habitats and during morning hours versus afternoon hours. Slightly more flies of screwworm were collected during dry season versus rainy season. Our results suggest that surveys, studies, and eradication programs should consider forested habitats as preferred sampling location. Additionally, Metropolitan Natural Park may have special features resulting in greater collection during dry season compared to the rainy season.

KEYWORDS

Ecophysiology, Diptera, *Cochliomyia hominivorax*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAUMHOVER, A.H., GRAHAM, A.J., BITTER, B.A., HOPKINS, D.E., NEW, W.D., DUDLEY, F.H. y BUSHLAN, R.C. 1955. Screwworm control through release of sterilized flies. *J. Econ. Ent.*, 48, 462-466.

BRENNER, R. 1985. Distribution of screwworms (Diptera: Calliphoridae) relative to land use and topography in the humid tropics of Southern Mexico. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 78, 433-439.

BUSHLAND, R.C. 1975. Screwworm research and eradication. En: *Advances in Veterinary Science*. Ed. C. A. Brandly, Vol. 6: 1-17. Nueva York: Academic Press.

BRUCE, W.G. y SHEELY, W.J. 1944. Screwworm in Florida. **Niv. Fl. Agric. Ext. Serv. Bull.** 123, 28 pp.

CASTAÑEDA, Y., GONZÁLEZ, E.G. y PINILLA, M.F. 1997. **Movimiento de Dispersión de *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel) (Diptera: Calliphoridae)**, Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología, Universidad de Panamá, 127 pp.

COOKE, L y ADAMS, S. 1993. Shrinking screwworm's domain-ARS assists FAO in groundwork for eradication effort. **Agricultural Research**, 4, 12-15.

COPEDEGE, J.R. y SNOW, J.W. 1977. Seasonal response of screw-worm adults to the attractants in subtropical Texas. **Southwest Entomol.**, 2, 57-61.

GUILLOT, F.S., COPPEDEGE, J.R., GOODENOUGH, J.L., AHRENS, E. y ADAMS, T.S. 1977. Behavior and reproductive status of female screwworms attracted to a host. **Ann. Entomol. Soc. Am.**, 71, 199-201.

HALL, M.J.R. 1991. Screwworm flies as agents of wound myiasis. En: **World Animal Review** (Special issue), 8-17.

HAMMACK, L., BRIOMEL, M., DUH, F.M. y GASSNER, G. 1987. Reproductive factors affecting responses of the screwworm, fly *Cochliomyia hominivorax* (Diptera:Calliphoridae), to an attractant of bacterial origin. **Ann. Entomol. Soc. Amer.**, 80, 775-780.

HIGHTOWER, B.G. y O'GRADY JR., J.J. 1972. Ovipositional behavior of wild-type and laboratory adapted strains of screwworm flies. **Environ. Entomol.**, 1, 227-229.

HIGHTOWER, B.G., DAVIS, R.B., BAUMHOVER, A.H. y GRAHAM, O.H. 1966. Seasonal abundance of the screwworm in northern Mexico. **J. Econ. Entomol.**, 59, 416-420.

KRAFSUR, E.S. 1987. Climatological correlates of screwworm (*Cochliomyia hominivorax*) abundance in Texas, USA. **Med. Vet. Entomol.**, 1, 71-80.

KRAFSUR, E.S., HIGHTOWER, B.G. y LEIRA, L. 1979. A longitudinal study of screwworm populations, *Cochliomyia hominivorax*, (Diptera: Calliphoridae) in Northern Veracruz, Mexico. **J. Med. Entomol.**, 16, 470-481.

LAAKE, E.W. y CUSHING, E.C. 1936. Biology of the primary screwworm fly, *Cochliomyia americana*, and a comparison of its stages with those of *Cochliomyia macellaria*. **U.S. Dep. Agric. Tech. Bull.** 500, 24 pp.

LINQUIST, A.W. 1938. A study of the incidence and habits of *Cochliomyia americana* by means of flytraps. **J. Kansas Entomol. Soc.**, 2, 97-104.

MACKLEY, J.W. 1986. Incidence of the screwworm, *Cochliomyia hominivorax*, and the secondary screwworm, *C. macellaria* (Diptera: Calliphoridae), in the central highlands of Chiapas, Mexico. **J. Med. Entomol.**, 23, 76-82.

MANGAN, R.L. y THOMAS, D.B. 1989. Habitat preferences and dispersal patterns in native female screwworm flies (Diptera: Calliphoridae). **Ann. Entomol. Soc. Am.**, 82, 332-339.

MÉNDEZ, E. 1992. El "Gusano Barrenador" (*Cochliomyia hominivorax*) y su posible erradicación en Panamá. **Notas Veterinarias**, 2, 8-12.

MENDIETA, J.A. y SOLÍS, R.A. 1999. **Incidencia de la mosca del Gusano Barrenador del Ganado *Cochliomyia homnivorax* (Diptera: Calliphoridae) durante la Estación Seca y Lluviosa en Áreas Boscosas y de Potrero, en la Región Este de Panamá.** Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología, Universidad de Panamá, 98 pp.

MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN Y POLÍTICA ECONÓMICA (MIPPE). 1996. **Plan de Manejo del Parque Natural Metropolitano.** Asociación para la Investigación y propagación de Especies Panameñas (AIPEP) en colaboración con la Comisión Nacional de Medio Ambiente, Monografía, 35 pp.

PARKER, F.D. y WELCH, J.B. 1992. Monitoring adult populations of the screwworm (Diptera: Calliphoridae) with feeding stations baited with liver. **Ecol. Behv.**, 85, 1740-1752.

PARKER, F.D., WELCH, J.B. y MATLOCK, R.B. 1993. Influence of habitat, season, and attractants on adult behavior of the screwworm (Diptera: Calliphoridae) in a tropical dry zone in Costa Rica. **J. Econ. Entomol.**, 86, 1359-1375.

PARMAN, D.C. 1945. Effect of weather on *Cochliomyia americana* and a review of methods and economic applications of the study. **J. Econ. Entomol.** 38, 66-76.

POUDEVIGNE, F. 1995. Ecología de la Miasis. Aplicación a un nuevo sistema de colecta. **I Seminario Sobre el Gusano Barrenador**, 13-24 febrero 1997, Universidad de Panamá. Monografía.

READSHAW, J.L. 1989. The influence of seasonal temperatures on the natural regulation of screwworm, *Cochliomyia hominivorax*, in the southern USA. **Med. Vet. Entomol.**, 3, 159-169.

SPENCER, J.P., SNOW, J.W., COPPEDGE, J.R. y WHITTEN, C.J. 1981. Seasonal occurrence of the primary and secondary screwworm (Diptera; Calliphoridae) in the Pacific Coastal area of Chiapas, México during 1978-1979. **J. Med. Entomol.**, 18, 240-243.

THOMAS, D.B. 1993. Behavioral aspects of screwworm ecology. **J. Kansas Entomol. Soc.**, 66, 13-60.

THOMAS, D.B. y CHEN, A.C. 1990. Age distribution of adult female screwworms (Diptera: Calliphoridae) captured on sentinel animals in the coastal lowlands of Guatemala. **J. Econ. Entomol.**, 83, 1422-1429.

THOMAS, D.B. y MANGAN, R.L. 1989. Oviposition and wound visiting behavior of the screwworm fly, *Cochliomyia hominivorax* (Diptera: Calliphoridae). **Ann. Entomol. Soc. Am.** 82, 1140-1144.

WELCH, J.B. 1988. Effect of trap placement on detection of *Cochliomyia hominivorax* (Diptera: Calliphoridae). **J. Econ. Entomol.**, 81, 241-245.

ZÁRATE, A. 1997. Los Estragos de la Gusanera (Trasfondo), **Diario La Prensa**, 24 de mayo de 1997. página 3 A.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Dr. John Welch, del Servicio de Investigaciones Agrícolas, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA-ARS), quien nos apoyó con todo el equipo necesario para llevar a cabo esta investigación y revisó este manuscrito. A la dirección del Parque Natural Metropolitano quien nos brindó la oportunidad de llevar a cabo este estudio allí.

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS ACUÁTICOS A LO LARGO DEL CAUCE DEL RÍO CHICO (PROVINCIA DE CHIRIQUÍ, REPÚBLICA DE PANAMÁ).

BISETH ARAÚZ ¹, RAÚL AMORES ¹ y ENRIQUE MEDIANERO ²

¹ Departamento de Fisiología y Comportamiento Animal,
Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología,
Universidad de Panamá.

² Programa de Maestría en Entomología,
Vicerrectoría de Investigación y Postgrado,
Universidad de Panamá.

RESUMEN

Con el objetivo de describir la estructura de la comunidad de insectos a través del cauce de un río, determinar los lugares de mayor diversidad de insectos y los factores que contribuyen a dicha distribución y diversidad, se realizaron colectas cada dos meses por espacio de un año en cinco estaciones del cauce alto y medio del río Chico, Provincia de Chiriquí, República de Panamá. Reportándose 56 familias de insectos y 9307 individuos. Siendo la estación dos en el cauce alto la que registró el mayor número de familias y de individuos. El índice de diversidad (de la serie logarítmica) indica que no existe una estación con mayor diversidad entre las primeras cuatro comunidades. El índice de similitud de Jaccard entre las cuatro primeras comunidades muestra una similitud promedio de 65%, siendo la estación cinco ubicada en el cauce medio la que presenta menor diversidad y similitud con respecto a las otras estaciones. Los análisis de correlación entre la biomasa del río y la diversidad de insectos muestran una relación positiva, lo que indica que, al aumentar la biomasa en el río, el número de familias e individuos de insectos aumenta ($r = 0,667$, $t = 1,84$, $p < 0,05$). Las familias más abundantes de insectos colectadas fueron: Leptoceridae (Trichoptera), Chironomidae (Diptera), Elmidae (Coleoptera) y Tricorythidae (Ephemeroptera).

PALABRAS CLAVES

Insectos, río, lótico, léntico, diversidad, distribución.

INTRODUCCIÓN

Los hábitats de agua dulce ocupan una porción relativamente pequeña de la superficie de la Tierra en comparación con los marinos y terrestres, pero su importancia para el hombre y los ecosistemas naturales es incalculable (Odum, 1995). Para el hombre son la fuente apropiada y barata de agua para uso doméstico e industrial, proporcionándole los sistemas de eliminación de desperdicios más cómodos y económicos. En la naturaleza constituyen un importante componente en el ciclo hidrológico, sirviendo como fuente de agua a muchos animales y brindando albergue a otro número considerable de especies.

Por ejemplo, en los ríos las características físico-químicas varían desde la cabecera hasta su desembocadura, y el cauce es drásticamente modificado al atravesar las diferentes regiones, brindando una variedad de nichos que pueden ser ocupados por los diferentes organismos adaptados al medio acuático.

El estudio de la estructura de las comunidades de organismos tiene gran importancia en la evaluación de los ecosistemas acuáticos, en razón de la interacción existente entre estos organismos y el medio abiótico que los rodea y le sirve de hábitat (Nieves, 1989). Debido a que las variables físico-químicas sólo dan una idea puntual sobre la calidad del agua y no informan sobre las variables en el tiempo, las características de las comunidades dan fe del nivel de deterioro ambiental de las corrientes superficiales.

Desde hace varias décadas los macroinvertebrados fueron propuestos como indicadores de la calidad de agua (Caicedo y Palacios, 1998). Los macroinvertebrados que habitan en los ríos viven en interacción constante con su medio físico determinado. Debido a su hábito sésil adherido a las rocas, troncos y demás sustratos del fondo del río, estos organismos soportan el efecto de los cambios que se producen en el agua (Nieves, 1989). Por consiguiente, la estructura de la comunidad evolucionará paralelamente a lo largo del tiempo reflejando los cambios producidos en el medio acuático.

Entre el grupo de los macroinvertebrados, los insectos se encuentran entre los mejores adaptados a las diferentes condiciones del cauce de un río. Desde que se dio inicio a la evolución de los insectos, hace más de 280 millones de años, existe una estrecha relación de éstos con los cuerpos de agua. En el proceso evolutivo de los insectos, diferentes especies se adaptaron a los nichos que ofrecían los sistemas acuáticos. Sin embargo, muchos de éstos son drásticamente afectados por los cambios de temperatura, pH, oxígeno disuelto, salinidad entre otros, lo que los convierte en buenos indicadores del bienestar de estos ecosistemas.

Conviene mencionar que es relativamente poco el conocimiento publicado sobre la estructura de las comunidades de insectos acuáticos en Centroamérica y Panamá. Estudios sobre el tema han sido desarrollados en Suramérica por Roldán *et al.*, 1984; Roldán, 1985; Ramírez, 1987; Wolf *et al.*, 1988; Ramírez y Roldán, 1989; Asprilla *et al.*, 1998; Quiñones *et al.*, 1998 y Caicedo y Palacios, 1998. Por lo tanto, este estudio tiene como objetivos: describir la estructura de la comunidad de insectos a través del cauce de un río en la República de Panamá, determinar dónde ocurre la mayor diversidad de insectos y examinar algunos factores que contribuyen a dicha distribución y diversidad.

METODOLOGÍA

Área de estudio:

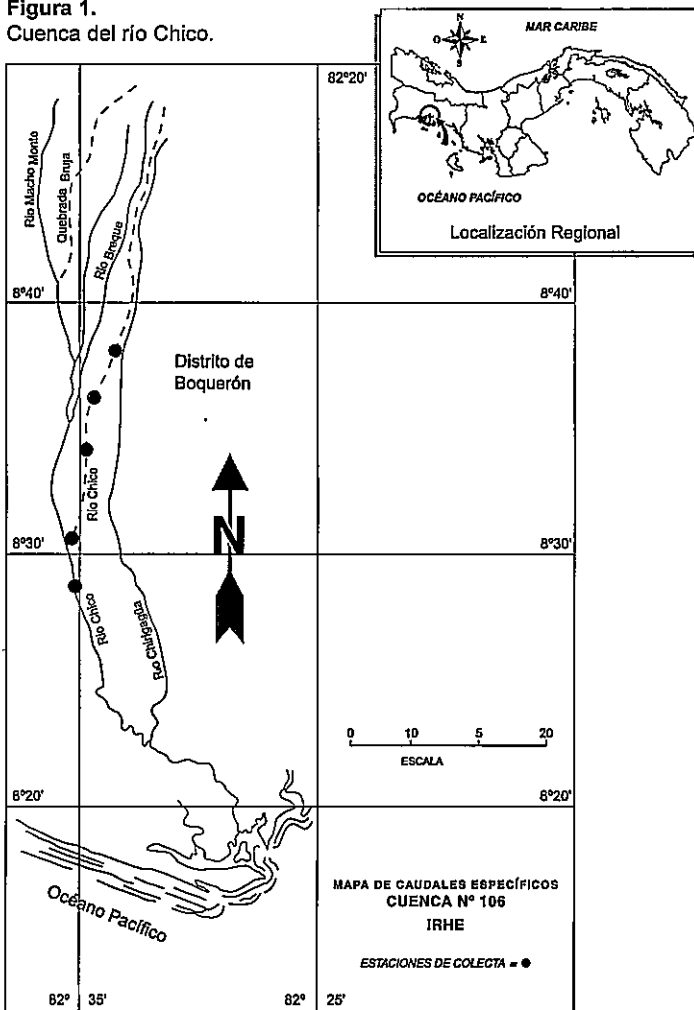
El estudio tuvo una duración de 12 meses, las colectas fueron realizadas cada dos meses, entre octubre de 1992 y agosto de 1993, en cinco estaciones dentro del cauce alto y medio del río Chico (Figura 1).

El río Chico está ubicado en la Provincia de Chiriquí, República de Panamá. Esta es la tercera cuenca hidrográfica más importante en la provincia de Chiriquí, cuyo sistema fluvial está formado por cuatro ramales: Macho de Monte, Piedras, Chico y Chiricagua. El río Chico es un pequeño tributario de segundo orden que nace como un curso intermitente a unos 800 metros sobre el nivel del mar, en la parte alta de la falda sur del Volcán Barú. Recorre unos 20 km, con una pendiente aproximada de 2,89%, antes de desembocar en el río Piedras.

En el área de estudio se reconocieron tres zonas de vidas: El Bosque Muy Tropical Húmedo (bmh-T), en su cabecera, donde se ubicaron las estaciones 1, 2 y 3. Con una precipitación pluvial mínima de 1850 mm y una

máxima de 3400 mm, con una temperatura media anual de 26 °C. En estas estaciones, el bosque de galería alcanza aproximadamente 10m a ambos lados de las riberas del río. El Bosque Muy Húmedo Premontano (bmh-P), donde se ubica la estación 4, con una precipitación que oscila entre 2000 a 4000 mm y una temperatura media anual de 17 °C. En este lugar el bosque de galería es de cuatro a cinco metros de ancho, y el Bosque Húmedo Tropical (bh-T), donde se ubica la estación 5, con precipitaciones de 1850 mm y una temperatura anual promedio de 26 °C; aquí el bosque de galería es escaso, constituido por hierbas y pequeños arbustos. Los cinco sitios de colecta se caracterizan por dos estaciones climáticas: la seca, que se extiende de diciembre a abril y la lluviosa, de mayo a noviembre (Tossi, 1971).

Figura 1.
Cuenca del río Chico.



Metodología de colecta:

Para colectar las muestras se utilizó una red Surber para bentos con una malla de trama de 1mm. En cada estación de colecta se procedía a colocar la red dentro del cauce del río en tres inmersiones diferentes dentro del ambiente (léntico o lótico). Luego se procedía a remover toda la hojarasca que se encontraba dentro del agua en un metro cuadrado para obtener una muestra lo más representativa posible. Las piedras de mayor tamaño que formaban el sustrato eran levantadas y lavadas frente a la red. Las de menor tamaño eran solamente removidas con el propósito de sacar a los insectos de su hábitat.

En cada estación de colecta se tomaron seis submuestras del bentos, tres por ambiente (léntico y lótico). De tal forma que de cada ambiente se colectaban tres submuestras, que fueron examinadas, sumadas y registradas como una muestra para lénticos y una para rápidos. Cada submuestra de bento obtenida era introducida en una bolsa plástica y debidamente etiquetada. A cada bolsa se le adicionaba 5mL de una solución de formalina al 0,05%, para la preservación de los organismos. Al finalizar cada colecta se obtenían 10 muestras, dos por cada estación (cinco de ambiente léntico y cinco de ambiente lótico) cada una constituida por tres submuestras.

En cada estación de colecta se obtuvieron datos sobre la temperatura, velocidad de la corriente y se midió el ancho del cauce (Cuadro 1).

Cuadro 1.

Temperatura y velocidad de la corriente en cada estación de colecta.

	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 4	Estación 5
Temperatura	20,3	22,0	22,6	22,6	23,83
Velocidad de corriente (m/s)	0,557	0,488	0,608	0,57	0,525
Ancho de cauce (m)	4-8	5,5- 11.7	6,5 - 13	6 - 22	>25

Procesamiento de las muestras:

Las muestras eran trasladadas al Laboratorio de Fisiología General, Profesor Arnoldo Masters, de la Universidad de Panamá, tratadas individualmente y lavadas con agua de grifo para la eliminación de la solución de formalina. Luego de lavadas eran colocadas en bandejas de porcelana para separar la hojarasca de los macroinvertebrados. Después de dicha separación se procedía a colocar la hojarasca en una bandeja de porcelana

(previamente pesada); ésta era introducida en un horno a 300 °C por tres días. Pasado ese lapso, la bandeja era retirada y pesada nuevamente para la obtención del peso seco de la hojarasca. El peso seco de las tres submuestras de un ambiente (lótico o léntico) era sumado y se obtenía el promedio para este ambiente. Este procedimiento se efectuó para todas las submuestras de cada una de las cinco estaciones.

Los macroinvertebrados separados de la hojarasca eran colocados en viales de 20mL que contenían una solución de alcohol al 70%. Estos eran identificados con claves taxonómicas para insectos de Merrit y Cummins, (1984) y Roldán, (1988). Identificado cada individuo colectado, era anotado el orden y la familia a que pertenecía. Luego de contabilizados todos los individuos para cada submuestra, se procedía a sumar los resultados para cada ambiente en particular.

Análisis estadístico:

Los datos fueron agrupados por estación de muestreo, por lo que se obtuvo un número de familias, individuos y gramos de biomasa vegetal para cada estación. A los datos obtenidos de familias e individuos de cada estación se le determinó el índice de diversidad alfa (α) de la serie logarítmica y se aplicó el índice de Jaccard para estimar el porcentaje de similitud de las comunidades de insectos. Los datos de familia e individuos fueron graficados y las familias se separaron basándose en su abundancia durante todo el muestreo. Las cuatro familias más abundantes se graficaron por estación de colecta y época del año. Los datos de biomasa obtenidos de los muestreos; así como los de precipitación pluvial para la región de estudio, facilitados por la Sección de Hidrometeorología, del Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (IRHE), fueron utilizados para establecer el tipo de correlación entre estas dos variables y el número de familias e individuos capturados durante cada una de las colectas.

RESULTADOS

Los resultados de este estudio muestran un total de 56 familias de insectos y 9307 individuos colectados en el curso alto y medio del río Chico. El número de familias e individuos encontrados en cada una de las cinco estaciones de muestreo figura en el Cuadro 2. La estación 2 fue la que registró el mayor número de familias e individuos, seguida de las estaciones 1 y 4. Estas últimas mostraron igual número de familias y poca diferencia en el número de individuos. La estación 3 y la 5 registran el menor número de individuos, respectivamente.

Cuadro 2.

Número de familias e individuos por estación de colecta.

	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 4	Estación 5
Número de individuos	2090	3084	1679	2069	385
Número de familias	37	42	37	37	25
Índice de diversidad α	6,386	6,876	6,692	6,40	5,981

El índice de diversidad α de la serie logarítmica indica que no existe una estación de muestreo con mayor diversidad entre las primeras cuatro. La estación 2 presenta el valor más alto de las cuatro, siendo 6,876; seguida de la estación 3 (6,692), la estación 4 (6,40), la estación 1 (6,386), y la estación 5 (5,981), los valores de la estación 2 y la estación 5 presentan la mayor diferencia en los valores de este índice.

El índice de Jaccard muestra una similitud promedio de 65% entre las primeras cuatro comunidades, destacándose las comunidades de la estación 3 y la estación 4 con un 72% de similitud (Cuadro 3). La comunidad de la estación 5 presenta la menor similitud al compararla con las otras, siendo esta de 53%. La mayor diferencia entre comunidades se observa entre las estaciones 2 y 5, siendo de 49%.

Cuadro 3.

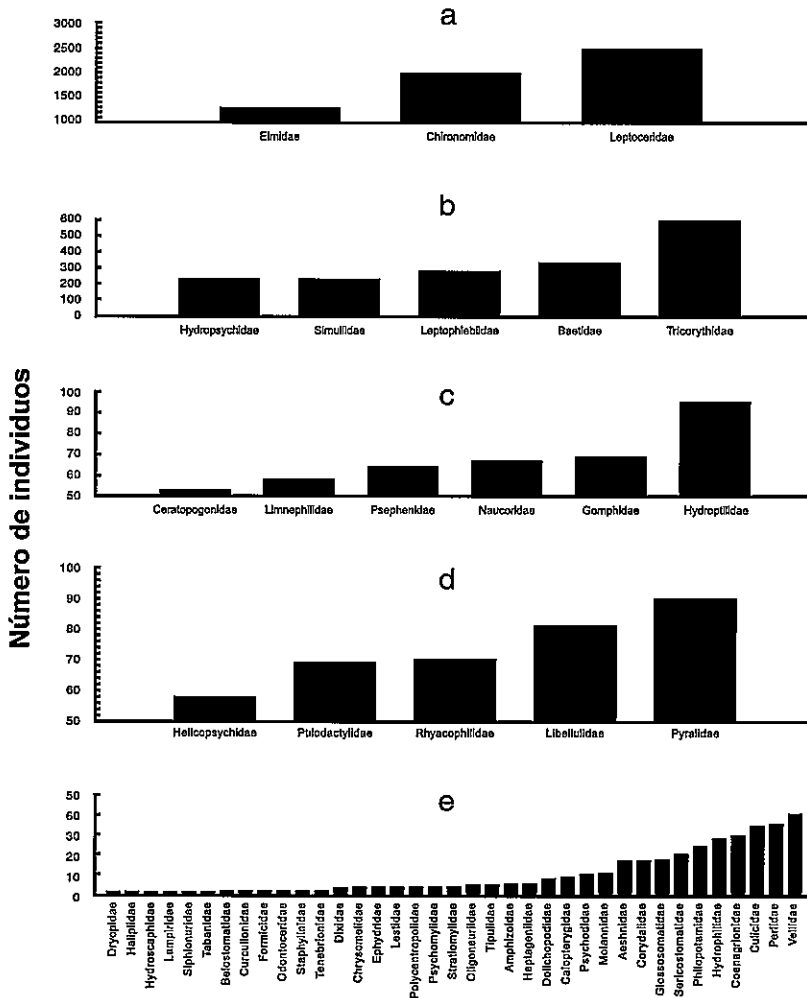
Índice de similitud de Jaccard entre las comunidades.

Comunidad	2	3	4	5
1	0,681 (68,1%)	0,609 (60,9%)	0,644 (64,4%)	0,550 (55,00%)
2	-	0,612 (61,2%)	0,646 (64,6%)	0,489 (48,92%)
3	-	-	0,721 (72,1%)	0,550 (55,00%)
4	-	-	-	0,550 (55,00%)

De las 56 familias encontradas, 19 registraron 50 individuos o más (Figura 2a-d). Las otras 37 familias registraron menos de 50 individuos durante todo el muestreo (Figura 2e). La poca abundancia de estas familias puede ser producto de factores fortuitos, como, por ejemplo, la red utilizada no es la apropiada o eran familias provenientes del bosque de galería que se encontraban en el cauce del río.

La familia Leptoceridae (Trichoptera) fue la más abundante del estudio, seguida por la Chironomidae (Diptera), la Elmidae (Coleptera), y la Tricorythidae (Ephemeroptera), (Figura 2a y b). Estas cuatro familias suman en total 6389 individuos, lo que representa el 68% de todos los individuos registrados en el muestreo realizado.

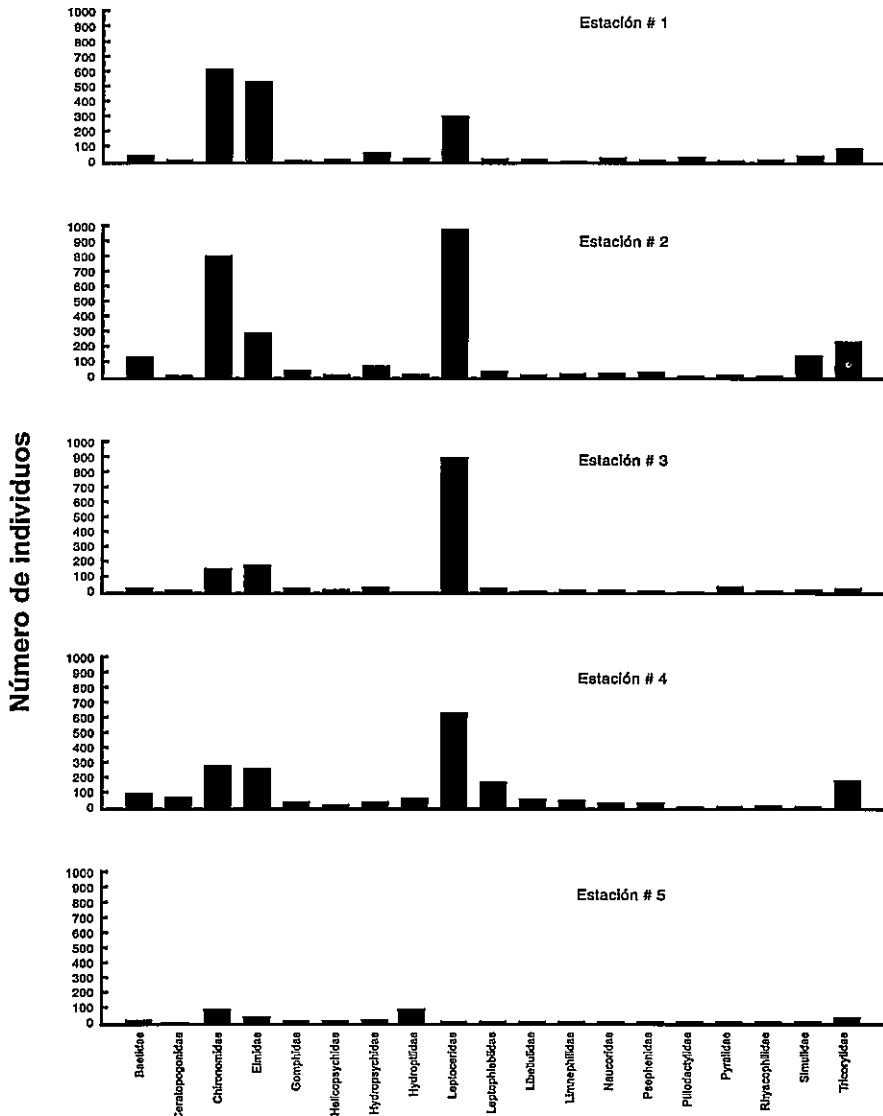
Figura 2.
Familias de insectos acuáticos encontradas en el estudio y su abundancia.



La Figura 3 muestra las 19 familias que presentaron 50 individuos o más durante el año de muestreo y su distribución en cada una de las estaciones de colecta. En la estación 1, las familias dominantes resultan ser la Chironomidae, Elmidae, Leptoceridae, Tricorythidae, Hydropsychidae y Simuliidae. En la estación 2, las familias Leptoceridae, Chironomidae, Elmidae, Tricorythidae, Simuliidae, Baetidae e Hydropsychidae. En la estación 3, las familias: Leptoceridae, Elmidae, Chironomidae y Pyralidae. En la estación 4, dominaron las familias Leptoceridae, Chironomidae, Elmidae, Tricorythidae, Leptophlebiidae, Baetidae, Ceratopogonidae,

Hydroptilidae, Libellulidae y Limnephilidae y en la estación 5, la familia Chironomidae y la familia Hydroptilidae. Es notorio que el dominio fue siempre de las mismas familias (por esto la alta similitud entre las comunidades); sin embargo, existe una alternancia en la abundancia de éstas en las diferentes estaciones de colectas.

Figura 3.
Familias de insectos acuáticos más abundantes por estación de colecta.



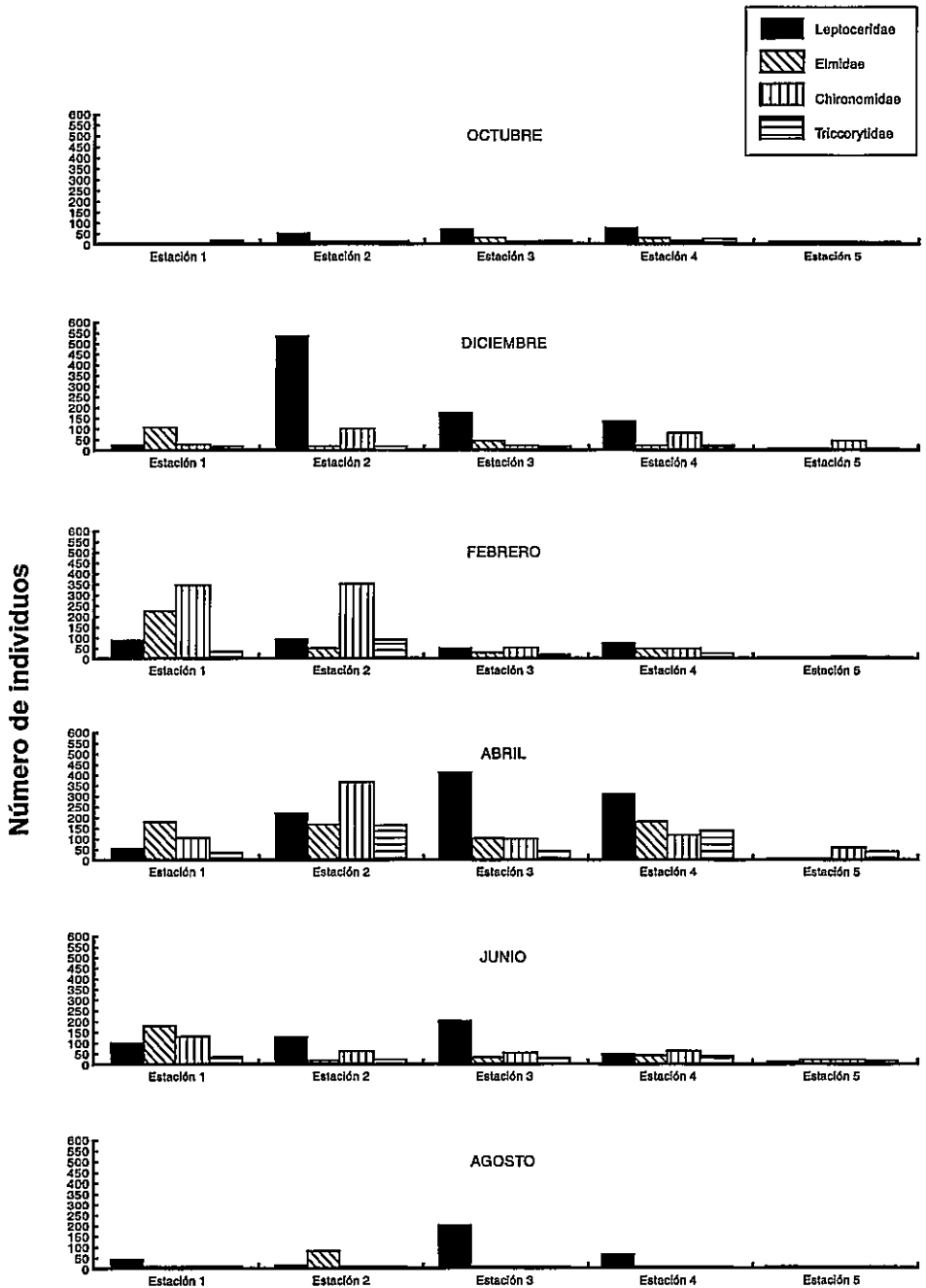
En cuanto a su distribución por ambiente lótico y léntico, el Cuadro 4 muestra el número de individuos registrados para las 19 familias con más de 50 individuos en este estudio. En ambos ambientes se registraron individuos de las 19 familias representativas, pero solo nueve fueron encontradas con mayor abundancia en ambientes lénticos, entre ellas Leptoceridae y Chironomidae, mientras que, en ambientes lóticos, las cuatro familias más abundantes fueron: la familia Chironomidae, la familia Leptoceridae, la familia Baetidae y la familia Simuliidae.

Cuadro 4. Familias abundantes y su distribución por ambientes lótico y léntico.

Familia	Número de individuos en ambiente lótico	Número de individuos en ambiente léntico	Número de individuos en el muestreo
<i>Helicopsychidae</i>	36	22	58
<i>Philodactilidae</i>	11	58	69
<i>Rhyacophilidae</i>	38	32	70
<i>Libellulidae</i>	6	75	81
<i>Pyralidae</i>	26	64	90
<i>Ceratopogonidae</i>	22	81	103
<i>Limnephilidae</i>	37	79	116
<i>Psephenidae</i>	68	61	129
<i>Naucoridae</i>	77	57	134
<i>Gomphidae</i>	22	116	138
<i>Hydroptilidae</i>	125	65	190
<i>Hydropsychidae</i>	145	88	233
<i>Simuliidae</i>	205	39	244
<i>Leptophlebiidae</i>	151	131	282
<i>Baetidae</i>	213	125	338
<i>Tricorythidae</i>	314	287	600
<i>Elmidae</i>	480	792	1272
<i>Chironomidae</i>	718	1286	2004
<i>Leptoceridae</i>	668	1845	2513

En la Figura 4 se observa el número de individuos de las cuatro familias más abundantes en cada estación durante cada mes del muestreo. La familia Leptoceridae presenta su mayor número de individuos en las estaciones 2, 3 y 4, alcanzando mayor abundancia en la estación 2 en el mes de diciembre. En las estaciones 3 y 4, abril es el mes que registra una mayor abundancia. En la estación 5, esta familia no presenta una gran importancia en ningún muestreo durante todo el estudio y en la estación 1 está entre las familias con más individuos, sólo en los mes de junio y agosto, pero con registros sumamente bajos.

Figura 4.
Estacionalidad de las familias más abundantes.



La familia Chironomidae presenta una importante distribución de sus individuos en las cuatro primeras estaciones, principalmente en el mes de febrero y abril, mostrando en la estación 2 una mejor condición de existencia. En cuanto a su estacionalidad anual, esta familia presenta su máximo entre febrero y abril. La familia Chironomidae fue, junto a la familia Hydroptilidae, la que presentó mayor abundancia en la estación 5 donde no existían ambientes lénticos.

La familia Elmidae presenta un mayor número de individuos en la estación 1 y alcanza su mayor abundancia en los meses de febrero y abril. En las otras estaciones, el número de individuos de esta familia es similar, sobresaliendo la estación 2 y la estación 4 durante el mes de abril.

La familia Tricorythidae alcanza su mayor abundancia en el mes de abril, luego disminuye hasta alcanzar el más bajo valor en agosto. La mayor abundancia de esta familia se registró en las estaciones 1 y 4.

En términos generales, estas cuatro familias presentan un mayor número de individuos en los meses de diciembre, febrero y principalmente abril cuando ocurre la mayor abundancia y en los meses de agosto y octubre se registra menor abundancia. Las primeras tres estaciones presentan mayor número de individuos, principalmente la segunda, como lo corroboran ligeramente nuestros valores de índice de diversidad.

Los análisis de correlación entre la biomasa vegetal del río y la diversidad de insectos muestran una relación positiva ($r = 0,667$, $t = 1,84$, $p < 0,05$), lo que indica que, al aumentar la biomasa vegetal en el río Chico, el número de familias e individuos de insectos aumenta (Figura 5).

En cuanto al efecto de la precipitación pluvial sobre la distribución y diversidad de los insectos en el río, se observa que, al disminuir la precipitación, aumenta el número de familias e individuos (Figura 6). Los meses de febrero y abril fueron los de menores registros de precipitación pluvial, y de mayor abundancia de insectos. Se observa que, al aumentar la precipitación pluvial en el mes de junio, la abundancia de insectos disminuye y, cuando ésta alcanza su mayor nivel, la abundancia de insectos alcanza su menor expresión. Los análisis de correlación muestran un resultado de $r = -0,6809$, $t = -1,859$, $p < 0,05$, para la relación precipitación pluvial número de familias y $r = -0,62627$, $t = -1,626$, $p < 0,05$, en la relación precipitación pluvial número de individuos, siendo ambas una relación significativa e inversa.

Figura 5.
 Número de familias, individuos y gramos de biomasa por estación.

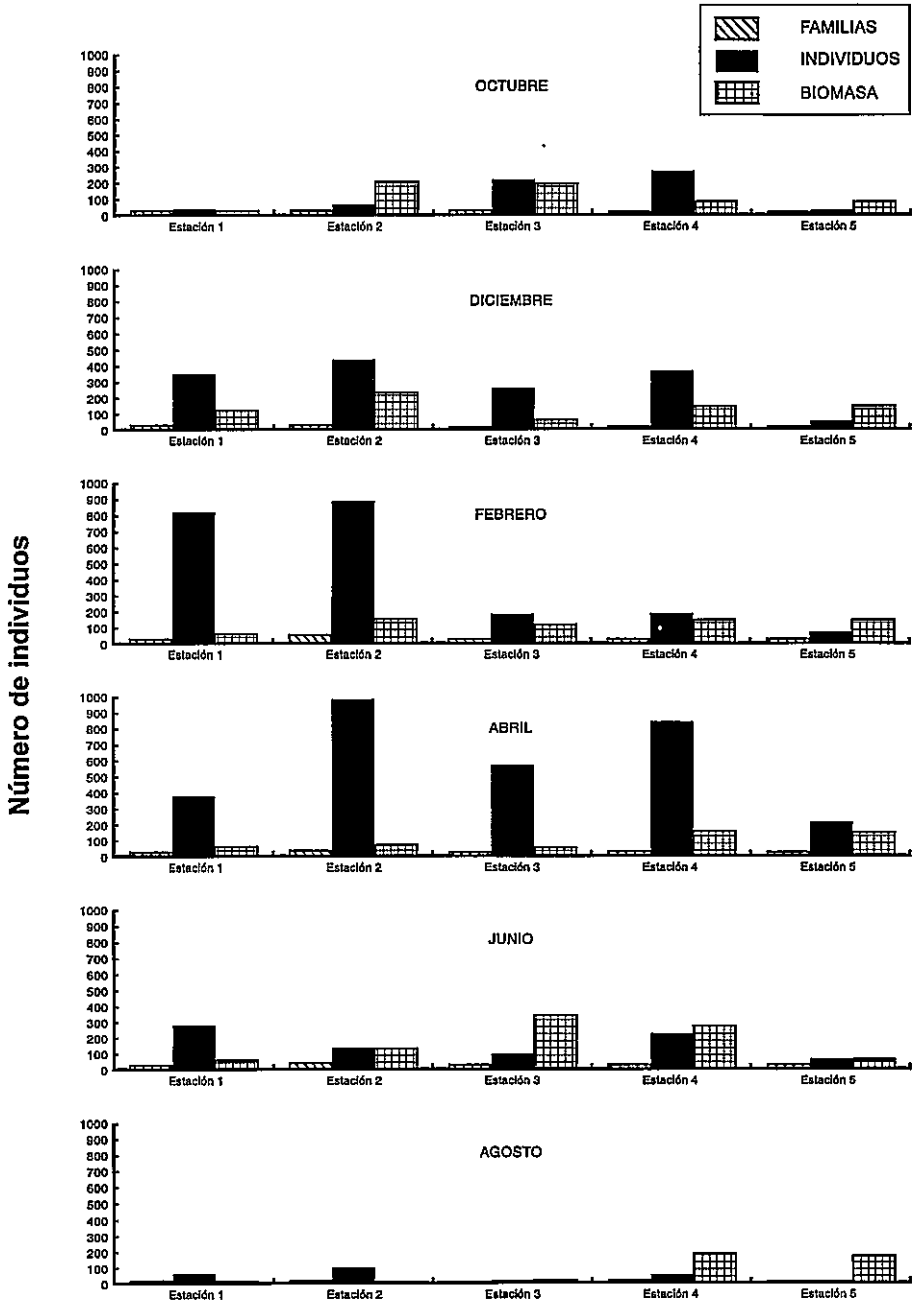
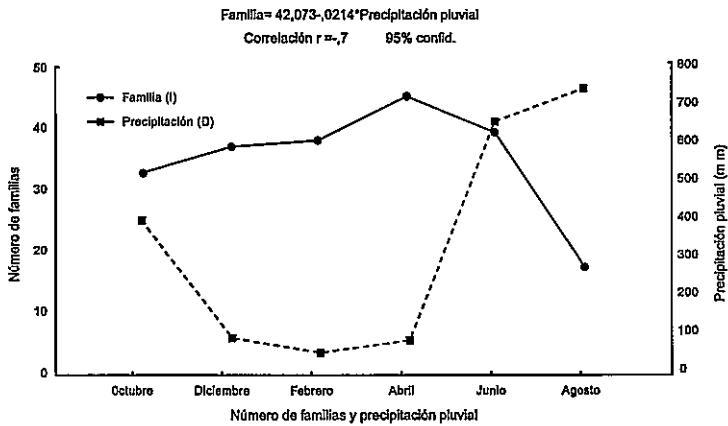
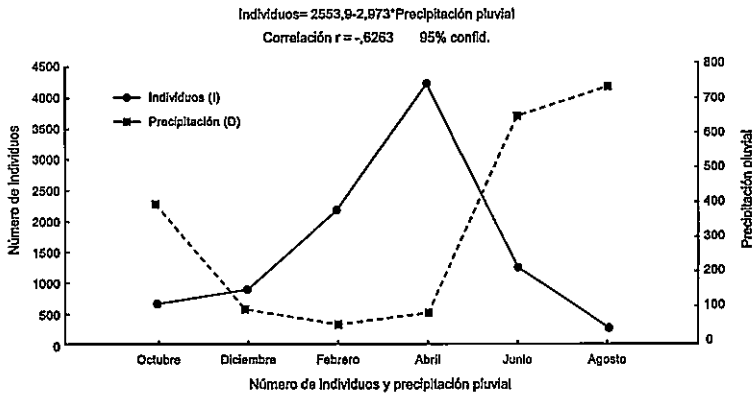


Figura 6.
Relación entre la precipitación pluvial y el número de familias e individuos.



DISCUSIÓN

Diversidad y distribución:

La diversidad y la distribución de los insectos acuáticos en los ríos y demás cuerpos de agua están determinadas por dos tipos de factores: Primero, los ambientales del río, que actúan como agentes seleccionadores de los organismos que allí habitan. Entre estos factores se destacan: tipo de sustrato, tipo de hábitat, luz, tipo de alimento, grado de alteración del ambiente, interacciones bióticas, química del agua, temperatura, patrones de corriente, altitud, ancho del río, vegetación y factores regionales como latitud, biomasa y continentalidad (Merritt *et al.*, 1984; Word, 1992; Wallace y Webster, 1996 y Vinson y Hawkins, 1998).

La combinación de estos factores varía a lo largo del curso del río, por lo que las características del hábitat serán diferentes, permitiendo la acumulación y expresión de diferentes especies, lo que permite la existencia de zonas con mayor diversidad. El segundo tipo de factores son los intrínsecos, inherentes a la biología y genética de las especies, que le permitirán habituarse a los diferentes ambientes que le ofrece el curso del río; entre éstas se destacan: rasgos morfológicos, hábitos alimenticios y tolerancia a temperaturas, concentraciones de iones y pH, entre otros.

Factores que afectan la distribución:

Tres características que influyen drásticamente en la distribución de los organismos acuáticos son: la temperatura, la velocidad de la corriente y la oxigenación del agua. En el curso superior de los ríos la velocidad de la corriente es mayor, al igual que la oxigenación y las temperaturas son más bajas, características que disminuyen al acercarnos al curso inferior del río (Merritt *et al.*, 1984). En nuestro estudio, las cuatro primeras estaciones presentan temperaturas y velocidades de corrientes muy similares por lo que las características del hábitat son parecidas, expresándose biológicamente en una similaridad de las comunidades de insectos y poca diferencia en la diversidad. En la estación 5, la temperatura aumenta, producto del escaso bosque de galería provocando una menor oxigenación en el río y variando las características, dando como resultado la diferencia en la composición de la comunidad de insectos y la menor diversidad de éstos en el estudio.

Alternancia en la abundancia:

Sin embargo, a pesar de las características similares del hábitat de las cuatro primeras estaciones, las familias colectadas presentan una alternancia en la abundancia; esto es producto, probablemente, del tipo de biomasa que se acumula en cada estación, lo que acondiciona el medio a la presencia de las especies de una determinada familia en una estación y de otras familias en la siguiente estación. Debemos señalar que las cuatro familias más abundantes de este estudio exhiben una amplia distribución y diversidad en los trópicos incluyendo representantes en los diferentes ambientes, que se forman a lo largo del cauce de los ríos y alimentándose de una gama de productos.

La familia Leptoceridae incluye especies detritívoras, herbívoras y depredadoras, comúnmente en aguas corrientes limpias y oxigenadas debajo de piedras, troncos y material vegetal (Roldán, 1988). Algunas especies viven

en zonas de lénticas. Las larvas de las especies de la familia Chironomidae habitan en aguas lólicas y lénticas, en fango, arena y con abundante materia orgánica en descomposición. Ellos son indicadores de aguas mesoeutróficas, variedad de sustrato y están adaptadas para diferentes ambientes (Roldán, 1988). Esta familia que domina las estaciones 1 y 5, presenta especies en dos ambientes diferentes, las de la estación 1 están mayormente en ambientes lénticos y las de la estación 5 todas están en los rápidos, lo que hace suponer que ellas son especies diferentes.

Las naiadas de la familia Tricorythidae son de hábitos variados; principalmente en aguas calientes lentas, remansos, debajo de rocas, hojas y vegetales, pero también pueden encontrarse en aguas frías. Ellas son indicadores de aguas ligeramente contaminadas; mientras que la familia Elmidae presenta una gran variedad de especies adaptadas también a las diferentes condiciones de los ríos. Algunas especies de estas familias están adaptadas a aguas lólicas, adhiriéndose a rocas, gravas, troncos y hojas cuando se encuentran en corrientes moderadas (Roldán, 1988). Estas características, propias de las especies de las familias más dominantes, permiten suponer que la alternancia de éstas en cada estación es provocada por la presencia de diferentes especies que se han adaptado a la variedad de nichos tróficos que se encuentran en el río. Así, en la estación 1, se encontró hojarasca compuesta de hojas bastante completas en diferentes estados de descomposición, pequeños troncos y ramas. En la estación 2, la biomasa es similar pero el volumen de la misma aumenta. En las estaciones 3 y 4, la hojarasca de los ambientes lénticos está caracterizada por partículas más pequeñas. En la estación 5, debido a que el bosque de galería está ausente, la hojarasca colectada aquí es el producto del arrastre del río.

Otro factor fundamental que puede influir en esta alternancia de familias es el sustrato de cada estación. En un río la naturaleza del sustrato es muy importante en la determinación de la capacidad productiva, ya que influye en el tipo y abundancia de los organismos que lo habitan (Word, 1992). El sustrato afecta la composición química (debido a que arrastra los materiales solubles de los tramos superiores), la turbulencia, la velocidad de la corriente del agua y la disponibilidad de alimento (Word, 1992). En este estudio, las estaciones 1, 2, 3 poseen sustrato rocoso tanto en rápidos como en lénticos. En la estación 4, los ambientes lénticos están representados por grandes charcos con gran cantidad de materia orgánica, siendo el sustrato limoso, pero los rápidos poseen un sustrato rocoso (en esta estación ocurre la unión del río Chico con el río Piedra). En la estación 5, el sustrato fue siempre rocoso.

Distribución anual:

En cuanto a los factores que afectan la distribución anual de los insectos en el río, nuestros resultados muestran que la precipitación pluvial es el factor principal. Este factor va a influir de manera directa e indirecta en la abundancia de insectos en el río. De manera indirecta, la biomasa vegetal del río se transforma por completo durante la estación de lluvias y la estructura misma de los ambientes lóticos y lénticos es afectada por la influencia de las crecidas, y de manera directa, los insectos son arrastrados por éstas y depositados en las diferentes partes del cauce del río, por lo que se observa que las familias muestran mayor abundancia cuando la precipitación pluvial es baja y disminuye cuando ésta se incrementa.

SUMMARY

DIVERSITY AND DISTRIBUTION OF AQUATIC INSECTS THROUGH THE RIVERBED OF RIVER

With the objective of describing the structure of insects community through the riverbed, to determine the sites of greater diversity of insects and the factors that contribute to that distribution and diversity, collections were made every two months for about a year in five stations of the high side river and the middle side of Chico river, Province of Chiriqui, Republic of Panama. 56 families of insects and 9307 individuals were reported. The second station of the high side of the river was the one that registered the highest number of families and individuals. The diversity index (of the logarithmic series) shows that it does not exist any station with a greater diversity between the first four communities. The Jaccard index similarity between the first four communities shows an average similarity of 65% being the fifth station situated in the middle of the riverbed, which shows a lesser diversity and similarity in relationship to the other stations. The correlation analysis between the biomass of the river increases, the number of families and individual insects increase too ($r = 0,0667$, $t = 1,84$, $p < 0,05$). The more abundant families of insects collected were: Leptoceridae (Trichoptera), Chironomidae (Diptera), Elmidae (Coleoptera) and Tricorythidae (Ephemeroptera).

KEYWORDS

Insects, lotic waters, lentic waters, diversity, distribution.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASPRILLA, S., RAMÍREZ, J. y ROLDÁN, G. 1998. Caracterización limnológica preliminar de la Ciénaga de Jotaudó (Chocó, Colombia). **Actualidades Biológicas**, 20 (69), 87-107.

CAICEDO, O. y PALACIOS, J. 1998. Los macroinvertebrados béntonicos y la contaminación orgánica en la Quebrada la Mosca (Guarne, Antioquia, Colombia). **Actualidades Biológicas**, 20 (69), 61-73.

MERRIT, R. y CUMMINS, K. 1984. **An Introduction to the Aquatic Insects of North America**. 2da Edición. E.U. Edition Kendall/Hunt Publishing Company. 722 pp.

MERRIT, R., CUMMINS, K. y BARTON, T. 1984. The role of aquatic insects in the processing and cycling of nutrients. En: **Ecology of Aquatic Insects**. Eds: R. Merrit y K. Cummins, E.U. Edition Kendall/Hunt Publishing Company, pp. 13-154.

NIEVES, A. 1989. Estudio de las comunidades macrobénticas en el río Manzanares y sus principales afluentes y su relación con la calidad de agua. **Actualidades Biológicas**, 18 (65), 45-60.

ODUM, E. 1995. **Ecología**. 3ra Edición. México. Editorial Interamericana. 639 pp.

QUIÑONES, M., RAMÍREZ, J. y DÍAZ, A. 1998. Estructura numérica de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos derivadores en la zona ritral del río Medellín. **Actualidades Biológicas**, 20 (69), 75-86.

RAMÍREZ, J. 1987. Contribución al conocimiento de las condiciones limnológicas de la Laguna del Parque Norte. **Actualidades Biológicas**, 16 (59), 12-27.

RAMÍREZ, J. y ROLDÁN, G. 1989. Contribución al conocimiento limnológico de los Macroinvertebrados acuáticos de algunos ríos de la región de Urabá, Antioquia. **Actualidades Biológicas**, 18 (66), 113-121.

ROLDÁN, G. 1985. Contribución al conocimiento de las ninfas de efemerópteros (Clase, Insecta, Orden Ephemeroptera) en el Departamento de Antioquia, Colombia. **Actualidades Biológicas**, 14(51), 3-13.

ROLDÁN, G. 1988. **Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos**. Departamento de Antioquia. Fondo para la protección del medio ambiente. 217 pp.

ROLDÁN, G., CORREA, M., MACHADO, T., RAMÍREZ, J., VELÁSQUEZ, L. y ZULUAGA, F. 1984. Estudio Limnológico de la Presa del Peñol. **Actualidades Biológicas**, 13(50), 94-105.

TOSSI, J.A. 1971. **Zonas de Vida. Una Base Ecológica para las Investigaciones Silvícolas e Inventarios Forestales en la República de Panamá**. Programa de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Panamá. 126 pp.

VINSON, M. y HAWKING, C. 1998. Biodiversity of stream insect: variation at local, basic, and regional Scales. **Annu. Rev. Entomol.**, 43, 27-293.

WALLACE, B. y WEBSTER, J. 1996. The role of macroinvertebrates in stream ecosystem function. **Annu. Rev. Entomol.**, 41, 115-139.

WOLF, E., MATHIAS, U. y ROLDÁN, G. 1988. Estudio del desarrollo de insectos acuáticos, su emergencia y ecología en tres ecosistemas diferentes en el Departamento de Antioquia. **Actualidades Biológicas**, 17 (63), 2-30.

WORD, J.V. 1992. **Acuatic Insect Ecology**. Londres: John Wiley and Sons, Inc.

DIVERSIDAD DE AVISPAS ESFÉCIDAS (HYMENOPTERA: SPHECIDAE) EN EL PARQUE NACIONAL COIBA, PANAMÁ.

ROBERTO A. CAMBRA T. y ALONSO SANTOS M.

Museo de Invertebrados G. B. Fairchild,
Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología,
Universidad de Panamá,
Estafeta Universitaria,
Panamá, República de Panamá.

RESUMEN

Treinta y tres géneros y 68 especies de esfécidas son reportadas para el Parque Nacional Coiba. Los siguientes ocho géneros y siete especies de esfécidas lo son por primera vez para Panamá: *Bothynostethus*, *Dolichurus*, *Enoplolindenius*, *Nitela* (*Nitela*), *Psammaletes*, *Rhopalum*, *Mimumesa*, *Xysma*, *Enoplolindenius pugnans*, *Oxybelus irwini*, *Oxybelus sericeus*, *Quexua verticalis*, *Tachysphex cockerellae*, *Trachypus gracilis* y *Trachypus spinosus*. Comentarios sobre la diversidad de esfécidas del Parque Nacional Coiba y Panamá se añaden.

PALABRAS CLAVES

Sphécidae, diversidad, Parque Nacional Coiba, Panamá.

INTRODUCCIÓN

La fauna de la Isla de Coiba ha sido pobremente estudiada debido a su condición de colonia penal, siendo declarada Parque Nacional en 1991. Fairchild (1986) reportó una especie de Tabanidae para Coiba. Nieves y Fontal (1997a) mencionan que desconocen trabajos previos publicados sobre la entomofauna de Coiba.

Las esfécidas son avisipas parasitoides. Es una familia muy diversa con unas ocho mil especies y 245 géneros descritos (Hanson y Menke 1995). Muy poco se conoce sobre la diversidad de esta familia en Panamá y hasta la fecha ninguna especie ha sido reportada para el Parque Nacional Coiba.

En el presente trabajo se da a conocer por primera vez la diversidad de las avisipas esfécidas en el Parque Nacional Coiba y se compara su diversidad con el resto de las especies previamente reportadas para Panamá.

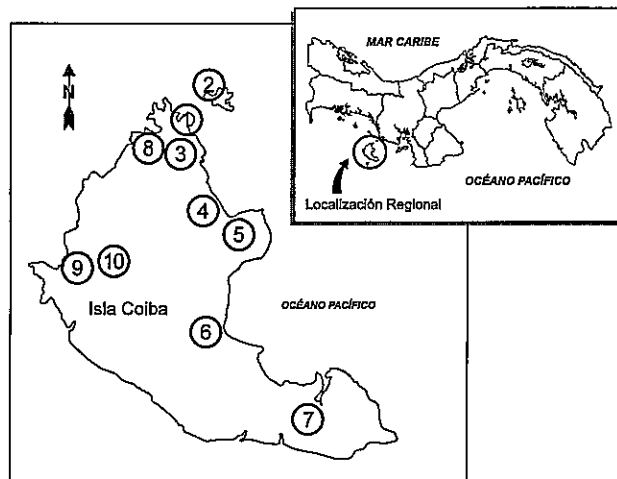
MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Parque Nacional Coiba (PNC), el cual está localizado en el Océano Pacífico panameño entre las coordenadas geográficas $7^{\circ} 10' 4'' - 7^{\circ} 53' 27''$ N y $81^{\circ} 32' 35'' - 81^{\circ} 56' 15''$ O. El PNC ocupa una área marina de 270125 hectáreas, siendo Coiba la isla continental de mayor tamaño en el Pacífico americano con 50314 hectáreas.

Tres giras de colecta fueron realizadas en 1998 al PNC: la primera del 5 al 13 de marzo; la segunda del 29 de julio al 6 de agosto y la última del 26 de noviembre al 4 de diciembre. Las localidades muestreadas dentro del PNC son enumeradas en la Figura 1. Los métodos de colecta fueron: colectas manuales (redes entomológicas, pinzas) (total de 803 horas, cuatro personas), 20 trampas de caída al hueco, 9 trampas Malaise Townes modificadas (total de 432 horas), 40 trampas amarillas (total de 126 horas) y colecta en luz blanca (total de 10 horas).

Figura 1.
Mapa de las islas
Coiba y Coibita mostrando
las localidades muestreadas:

1. Estación Biológica Coiba
2. Isla Coibita
3. Cerro La Equis
4. Campamento Juncal
5. Campamento de Producción
6. Campamento Las Salinas
7. Playa Blanca-Cativales
8. Ensenada Santa Cruz
9. Playa Hermosa
10. Cerro La Torre



En la sección de resultados y discusión los géneros colectados en el PNC se ordenan alfabéticamente. Se menciona para cada género su distribución mundial, las especies reportadas para Panamá, el número de especímenes y las especies colectadas en el PNC con sus localidades, nuevos reportes para Panamá (si es el caso para un género o especie) y los hospederos utilizados por cada género.

Para la identificación generica de las esfécidas colectadas en el PNC se utilizó el trabajo de Menke y Fernández (1996).

Las avispas colectadas fueron depositadas en el Museo de Invertebrados G. B. Fairchild (MIUP), ubicado en la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, de la Universidad de Panamá.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Se colectaron en el PNC 1107 especímenes, 33 géneros y 68 especies de esfécidas distribuidas en los siguientes géneros:

Ampulex. Cosmopolita; con tres especies en Panamá: *angusticollis*, *maculicornis* y *neotropica*. Un espécimen de *angusticollis* (Figura 2) fue colectado en el Cerro La Torre a 430 msnm, el cual representa el punto más alto en la Isla de Coiba. Parasitoides de Blattaria (cucarachas).

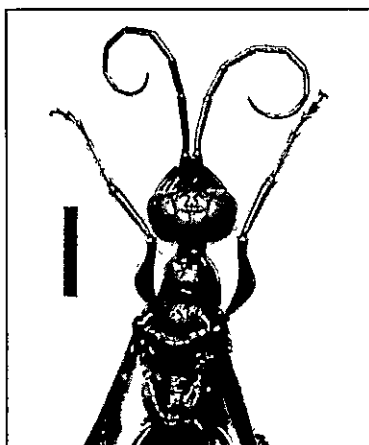
Bembecinus (Figura 3). Cosmopolita; con tres especies en Panamá: *agilis*, *bolivari* y *quinquespinosus*. 115 especímenes de *quinquespinosus* se colectaron en las localidades 1, 2, 4 y 5 (Figura 1). Ellos son parasitoides de Cicadellidae y otros homópteros Auchenorrhyncha.

Bicyrtes. Este se encuentra distribuido en América; con tres especies en Panamá: *discisa*, *spinosa* y *variegata*. Tres especímenes de *variegata* (Figura 4) fueron colectados en Isla Coibita. Ellos son parasitoides de Hemiptera (chinchas), usualmente ninfas.

Bothynostethus. Distribuidos de México hasta Brasil; ninguna especie registrada en Panamá. Tres especímenes de una especie no identificada fueron colectados de las localidades 1 y 2 (Figura 1). Es el primer reporte del género para Panamá. Hemos colectado cuatro especímenes adicionales del Parque Nacional Darién y un espécimen en el Valle de Antón. Ellos son parasitoides de escarabajos Chrysomelidae.

Cerceris. Cosmopolita; con 15 especies en Panamá: *azteca*, *binodis*, *compacta*, *dilatata*, *otomia*, *chiriquensis*, *intricata*, *kennicottii*, *lutzi*, *marginula*, *militaris*, *nigra*, *tolteca*, *cribrosa* y *panama*; estas dos últimas especies colectadas en el PNC. Un espécimen de *cribrosa* fue colectado en el campamento Juncal. Cinco especímenes de Panamá (Figura 5) fueron colectados en las localidades 1, 4 y 9 (Figura 1). Ellos son Parasitoides principalmente de escarabajos Curculionidae, Buprestidae, Chrysomelidae, Tenebrionidae y Bruchidae (Hanson y Menke 1995).

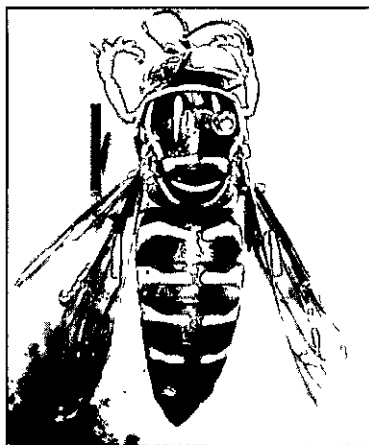
Figuras 2-5.
Sphecidae del Parque Nacional Coiba, hembras, vista dorsal.



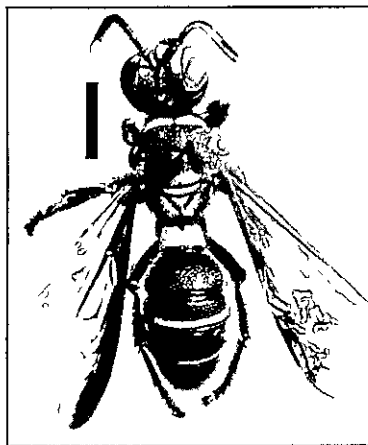
2. *Ampulex angusticollis*, cabeza y tórax, línea: 5,5 mm.



3. *Bembecinus* sp., línea = 2 mm.



4. *Bicyrtes variegata*, línea = 3,5 mm.



5. *Cerceris panama*, línea = 2 mm.

Dolichurus (Figura 6). Cosmopolita, registrado por Hanson y Menke (1995) para Costa Rica. Dos especímenes de una especie nueva fueron descubiertos en las localidades 3 y 10 (Figura 1). Es el primer reporte del género para Panamá. Hemos colectado 14 especímenes adicionales del Parque Nacional Darién y un espécimen en la División Continental en Fortuna, Provincia de Chiriquí. Ellos son parasitoides de Blattaria.

Ectemnius. Cosmopolita; con siete especies en Panamá: *basiflavus*, *carinatus*, *centralis*, *chagrinator*, *pacuarus*, *recuperatus* y *semipunctatus*. Un espécimen de *semipunctatus* fue colectado en Cerro La Equis. Ellos son parasitoides de moscas, especialmente Syrphidae, Stratiomyidae y Muscoidea.

Enoplolidenius. Este se distribuye en América; con dos especies, *chibcha* y *pugnans*, reportadas desde México hasta Suramérica, aunque desconocemos de localidades en la literatura sobre Panamá. Cinco especímenes de *pugnans* se colectaron en las localidades 2 y 3 (Figura 1). Se registra por primera vez este género en Panamá. Especímenes adicionales del género se colectaron en Tortí, (un espécimen); Cerro Azul (un espécimen) y Santa Fe, Provincia de Veraguas (dos especímenes). Su biología es desconocida.

Epinysson. Este género se distribuye en América; con una especie para Panamá: *sigua*. Cinco especímenes de *sigua* se ubicaron en las localidades 2, 3 y 10 (Figura 1). Ellas son cleptoparasíticas de esfécidas del género *Hoplisoides*.

Foxia. Este se distribuye desde el Sur de Estados Unidos hasta Argentina; una especie para Panamá: *cuna*. 24 especímenes de esta especie se colectaron en las localidades 1, 2, 3 y 10 (Figura 1). Su biología es desconocida.

Foxita. Este se distribuye de Costa Rica hasta Paraguay; una especie para Panamá: *woyowai*. Un sólo espécimen de *woyowai* fue colectado en Cerro La Equis. Su biología es desconocida.

Isodontia. Cosmopolita; con dos especies para Panamá: *fuscipennis* y *cyanipennis*. Cuatro especímenes de *cyanipennis* (Figura 7) fueron capturados en campamento Producción. Ellos son parasitoides de Gryllidae y Tettigoniidae.

Liris (Figura 8). Cosmopolita; con diez especies en Panamá: *anticus*, *apicipennis*, *beatus*, *bella*, *lutusator*, *panamensis*, *partitus*, *tenebrosus*, *ticipennis* y *violaceipennis*. Actualmente, no existe una revisión sistemática

para las especies neotropicales por lo cual se dificulta la identificación de las especies con base en sus pobres descripciones originales. Se consiguieron 113 especímenes de ocho especies en las diez localidades muestreadas del PNC (Figura 1). Ellos son parasitoides de Gryllidae.

Microbembex. América; una especie en Panamá: *monodonta* (Figura 9). Se colectaron 13 especímenes de esta especie en las localidades 1, 2 y 4 (Figura 1). Ellas utilizan para aprovisionar sus nidos una amplia variedad de insectos vivos o muertos.

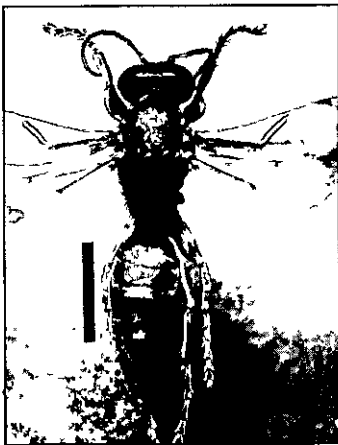
Figuras 6-9.
Sphecidae del Parque Nacional Coiba, habitus, vista dorsal.



6. *Dolichurus* sp., hembra,
línea: 2 mm.



7. *Isodontia cyanipennis*.
hembra, línea: 4 mm.



8. *Liris* sp. hembra, línea = 6 mm.



9 *Microbembex monodonta*,
macho, línea: 2 mm.

Mimumesa. Holártico, Cuba, Trinidad y la costa caribe de Centroamérica (Bohart y Menke 1976). Aunque se menciona en la literatura una sola especie, *longicornis*, para Centroamérica, desconocemos de localidades para Panamá. Seis especímenes de una sola especie, probablemente *longicornis*, se localizaron en el PNC, en las localidades 1, 2 y 4. Es el primer reporte del género para Panamá y la costa pacífica de Centroamérica. Ellos son parasitoides de Cicadellidae y Delphacidae (Hanson y Menke 1995).

Nitela. Cosmopolita. Un espécimen, probablemente una especie nueva del subgénero *Nitela*, fue colectado en el Cerro La Equis. Es el primer reporte del género para Panamá. Ubicamos dos especímenes de una especie del subgénero *Tenila* en el Parque Nacional Darién y en Chiguirí Arriba, Provincia de Coclé, lo que aumenta el rango de distribución del género en Panamá. Ellos son parasitoides de Psocoptera.

Oxybelus. Cosmopolita, excepto Australia; con ocho especies para Panamá: *andinus*, *aztecus*, *argenteopilosus*, *mexicanus*, *sericeus*, *analís*, *irwini* y *peruvicus*; estas tres últimas especies colectadas en el PNC. 247 especímenes de *analís* se recogieron en las localidades 1, 2, 4, 5 y 9 (Figura 1); seis especímenes de *irwini* en Isla Coibita y dos especímenes de *peruvicus* en las localidades 1 y 7. Las especies *irwini* y *sericeus* se registran aquí por primera vez para Panamá con base en especímenes colectados en Antón, Provincia de Coclé y determinados por el Dr. R. M. Bohart. Bohart (1993) realizó una revisión sistemática del género *Oxybelus* para Centroamérica y el Caribe. Ellos son parasitoides de moscas, principalmente Muscoidea (Hanson y Menke 1995).

Pison. Cosmopolita; con catorce especies en Panamá: *arachniraptor*, *chrysops*, *conforme*, *convexifrons*, *cooperi*, *cressoni*, *duckei*, *gnythos*, *krombeini*, *longicorne*, *maculipenne*, *cameronii*, *eu* y *pilosum*; estas tres últimas especies fueron colectadas en el PNC. Un espécimen de *cameronii* y dos de *eu* fueron colectados entre el campamento de Playa Blanca y Los Cativales. Un espécimen de *pilosum* se localizó en Isla Coibita. Ellos son parasitoides de arañas.

Pluto. América; con dos especies para Panamá; *smithii* y *spinicollis*. Se extrajeron dos especímenes de *smithii* (Figura 10) en las localidades 3 y 10 (Figura 1). Un espécimen, que probablemente represente una nueva especie se encontró en el Cerro La Equis. Ellos son parasitoides de Cicadellidae.

Podium. Ellos se distribuyen en América; con cinco especies para Panamá: *angustifrons*, *denticulatum*, *friesei*, *fumigatum* y *rufipes*. Un espécimen de *rufipes* fue colectado en Cerro La Torre. Parasitoides de cucarachas.

Psammaletes. Ellos se distribuyen del Sur de Norteamérica hasta Costa Rica. Un espécimen, de una especie nueva, se halló en Isla Coibita. Es el primer reporte del género para Panamá. Hemos colectado 6 especímenes (de una especie diferente a la colectada en el PNC) en Bocas del Toro, Parque Internacional La Amistad. Parasitoides de Fulgoroidea.

Quexua. Costa Rica hasta Bolivia y Brasil (Hanson y Menke 1995); con dos especies para Panamá: *verticalis* y *ricata*. Un espécimen de *ricata* se colectó en Cerro La Equis. La presencia de *verticalis* en Panamá se basa en un espécimen ubicado en el Parque Nacional Darién, ya que esta especie era previamente conocida solo de Suramérica. Ellos son parasitoides de Cicadellidae (Cooper 1986).

Rhopalum. Cosmopolita. Dos especímenes, probablemente de una especie nueva, se localizaron en Isla Coibita y en un islote (sin nombre) cercano a Granito de Oro. Por vez primera se registra este género en Panamá. Especímenes adicionales del género han sido colectados en el Cerro Cara de Iguana, Valle de Antón, Provincia de Coclé (un espécimen); Cerro La Vieja, Coclé (un espécimen); Jurutungo y Río Sereno en la Provincia de Chiriquí (dos especímenes) y Altos de Pacora, Provincia de Panamá (un espécimen). Ellos son parasitoides de pequeñas moscas, Psocoptera, Aphidoidea y otros insectos (Hanson y Menke 1995).

Sagenista (Figura 11). Este se distribuye desde México hasta Brasil; con una especie para Panamá: *cayennensis*. Un espécimen, probablemente *cayennensis*, hallado en Cerro La Torre. Ellos son parasitoides de Fulgoroidea.

Sceliphron. Cosmopolita; con tres especies en Panamá: *assimile*, *caementarium* y *fistularium*. Dos especímenes de *fistularium* (Figura 12) fueron descubiertos en la Isla Coibita. Parasitoides de arañas.

Sphex. Cosmopolita; con ocho especies en Panamá: *caliginosus*, *dorsalis*, *ichneumoneus*, *melaponus*, *nitidiventris*, *opacus*, *servillei* y *tictipennis*. Tres especímenes de *ichneumoneus* (Figura 13) colectados en las localidades 2, 4 y 5 (Figura 1). Un espécimen de una especie no identificada fue colectada en Cerro La Torre. Ellos son parasitoides principalmente de Tettigoniidae, pero también de Gryllidae y Gryllacrididae (Hanson y Menke 1995).

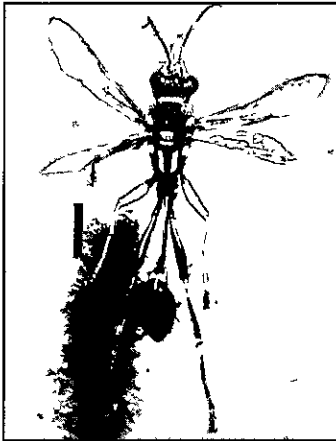
Figuras 10-13.
 Sphecidae del Parque Nacional Coiba, habitus, hembras, vista dorsal.



10. *Pluto smithii*, línea: 2,5 mm.



11. *Sagenista* sp., línea: 2,5 mm.



12. *Sceliphron fistularium*,
 línea: 5 mm.



13. *Spheg ichneumoneus*,
 línea: 4,5 mm.

Stigmus. Cosmopolita pero ausente en África y Australia (Hanson y Menke 1995); con una sola especie en Panamá: *temporalis*. Hemos localizado siete especímenes de dos especies en el PNC. Por la falta de una revisión sistemática para las especies neotropicales no hemos podido identificarlas. Un espécimen fue colectado en el Cerro La Torre y seis especímenes de una segunda especie fueron capturados en las localidades 1 y 2 (Figura 1). Ellos son parasitoides de Aphidoidea.

Tachysphex. Cosmopolita; con cuatro especies en Panamá: *cockerellae*, *inconspicuus*, *iridipennis* y *ruficaudis*; estas tres últimas presentes en el PNC. 173 especímenes de *inconspicuus* se colectaron en las localidades 1, 2, 4, 5, 7 y 10 (Figura 1); de *iridipennis* se capturaron 200 especímenes de las localidades 1, 2, 4 y 5; de *ruficaudis* se colectaron 18 especímenes de las localidades 1, 2 y 4. *Tachysphex cockerellae* se registra por primera vez para Panamá por especímenes colectados en playa Las Lajas, Provincia de Chiriquí y Puerto Caimito, Chorrera, Provincia de Panamá. Es importante mencionar que *T. gibbus* registrada para El Salvador, Costa Rica y Colombia y *T. terminatus* que se encuentra en Norteamérica, Colombia y Brasil no han sido reportadas para Panamá. Ellos son parasitoides de Acrididae, Tettigoniidae, Mantidae o Blattidae (Hanson y Menke 1995).

Tachytes. Cosmopolita; con ocho especies para Panamá: *amazonus*, *chrysopyga*, *distinctus*, *excellens*, *fraternus*, *leprieurii*, *ornatipes* y *pretiosus*. Probablemente *costalis* y *chrysocercus* estén presentes en Panamá ya que han sido reportadas para Centroamérica y Colombia. Cinco especímenes de *chrysopyga* se colectaron en las localidades 1 y 2; y seis especímenes de una especie cercana a *setosus* en el campamento Producción. Ellos son parasitoides de Acrididae, Tettigoniidae, Tetrigidae o Tridactylidae (Hanson y Menke 1995).

Trachypus. Sur de Texas hasta Argentina; con cuatro especies para Panamá: *gracilis*, *mexicanus*, *petiolatus* y *spinosus*. Dos especímenes de *petiolatus* se colectaron en el campamento Producción. Las especies *gracilis* y *spinosus* se registran aquí por primera vez para Panamá con base en un espécimen de *gracilis* colectado en el Valle de Antón, Provincia de Coclé y dos especímenes de *spinosus* colectados en Santa Fe, Provincia de Veraguas y El Copé, Provincia de Coclé. Ellos son parasitoides de abejas (Andrenidae, Apidae, Halictidae, Colletidae) y avispas (Sphecidae y Vespidae).

Trypoxylon (Figura 14). Cosmopolita; con 22 especies para Panamá: *agamemnon*, *arroyense*, *atkinsoni*, *barberi*, *busckii*, *cinctellum*, *cornigerum*, *crudede*, *fabricator*, *marginatum*, *nitidum*, *punctivertex*, *rubrifemoratum*, *rufidens*, *salti*, *spinosum*, *superbum*, *urichi*, *vagum*, *wheeleri*, *xanthandrum* y *xenophon*. Probablemente existan cerca de 40 especies en Panamá; 117 especímenes de 18 especies se colectaron en ocho de las diez localidades muestreadas del PNC. Ellos son parasitoides de arañas.

Xysma. Dos especies descritas, una de Estados Unidos y la otra de África del Sur. Cooper (1993) reporta el género para Ecuador y Hanson y Menke (1995) para Costa Rica y Brasil. Un espécimen, de una especie nueva, fue colectado en el Cerro La Equis. Es el primer reporte del género para Panamá. Ellos son parasitoides de Thysanoptera.

Zanysson (Figura 15). América; con una especie para Panamá: *changuina*. Un espécimen de una especie no identificada se ubicó en Cerro La Torre. Hemos comparado este espécimen con una serie topotípica de *changuina* y no hay duda alguna de que la especie presente en el PNC es diferente a *changuina*. Cleptoparasítica de *Tachytes*.

De los 33 géneros de esfécidas presentes en el PNC podemos mencionar que 18 son de distribución cosmopolita; 12 están ampliamente distribuidos en América; dos se extienden desde Costa Rica a Suramérica y uno con distribución desde Estados Unidos a Panamá. *Mimumesa* y *Xysma* son los dos géneros de esfécidas presentes en el PNC que no han sido registrados en el Panamá continental.

Figuras 14-15.

Sphécidae del Parque Nacional Coiba, habitus, hembras, vista dorsal.



14. *Trypoxylon* sp.,
línea: 2,5 mm.



15. *Zanysson* sp., línea: 2 mm.

Los cinco géneros con más especímenes colectados fueron: *Tachysphex* (391 especímenes), *Oxybelus* (255), *Trypoxylon* (117), *Bembecinus* (115) y *Liris* (113). Los cinco géneros anteriormente mencionados representan a 33 especies (48,5%) y 991 especímenes (89,5%) de las 68 especies y

1107 especímenes colectados en el PNC. Los otros 28 géneros colectados en el PNC representan 35 especies (51,5%) y sólo 116 especímenes (11,5%). Los dos géneros más diversos fueron: *Trypoxylon* (18 especies) y *Liris* (8 especies). Los otros 31 géneros en el PNC solo presentaron entre una a tres especies por género. Las dos especies con más individuos colectados en el PNC fueron: *Oxybelus analis* (247 especímenes) y *Tachysphex iridipennis* (200 especímenes). En cuanto a endemismo, podemos mencionar dos especies no descritas pertenecientes a los géneros *Psammaletes* y *Xysma*.

Para Panamá se han reportado unas 170 especies de esfécidas, aunque podría haber no menos de 350 especies a la luz de los resultados de muestreos que efectuamos en diferentes lugares de Panamá. Por lo anterior consideramos que el PNC podría alojar entre un 18% a 20% de las esfécidas presentes en Panamá.

Nieves y Fontal (1997b) hacen una estimación hipotética de la riqueza global de himenópteros en Coiba la cual, según ellos, es muy superior a la conocida en islas de similar tamaño de distintas latitudes templadas y tropicales.

Urge la conservación y protección de los bosques del PNC ya que representan una de las pocas áreas no deforestadas de la región central de Panamá que alberga una importante diversidad de avispas parasitoides, algunas endémicas, cuyas biología son pobremente conocidas. Pequeñas alteraciones al hábitat podrían llevar a la desaparición de muchas especies de avispas dentro del PNC si reparamos que la mayoría de las especies colectadas presentan poblaciones con pocos individuos. Una vez desaparecidas estas especies dentro del PNC, la recolonización por nuevas poblaciones del Panamá continental serían muy poco probables debido a las alteraciones al medio, el aislamiento geográfico y por la extensa deforestación de las áreas continentales cercanas al PNC que han llevado a la desaparición, en esos lugares deforestados, de algunas de las especies aún presentes en el PNC.

SUMMARY

DIVERSITY OF SPHECID WASPS (HYMENOPTERA: SPHECIDAE) IN THE NATIONAL PARK OF COIBA, VERAGUAS PROVINCE, REPUBLIC OF PANAMA.

Thirty-three genera and 68 species of sphecid wasps are reported for Coiba National Park, Veraguas Province, Republic of Panama. We report for the first time for Panamá the following eight genera and seven species of

sphecid wasps: *Bothynostethus*, *Dolichurus*, *Enoplolindeni*, *Nitela* (*Nitela*), *Psammaletes*, *Rhopalum*, *Mimumesa*, *Xysma*, *Enoplolindeni pugnans*, *Oxybelus irwini*, *Oxybelus sericeus*, *Quexua verticalis*, *Tachysphex cockerellae*, *Trachypus gracilis* and *Trachypus spinosus*. Comments about diversity of sphecid wasps from Coiba National Park and Panamá are given.

KEYWORDS

Sphecidae, diversity, Coiba National Park, Panamá,

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOHART, R.M. 1993. A synopsis of Central American and Caribbean *Oxybelus* (Hymenoptera, Sphecidae). **Insecta Mundi**, 7: 159-168.

COOPER, M. 1986. Nest of *Quexua verticalis* (F. Smith) (Sphecidae-Crabronini). **Sphecos**, 11:17.

COOPER, M. 1993. *Xysma* (Sphecidae) in Ecuador. **Sphecos**, 24:17.

FAIRCHILD, G.B. 1986. The Tabanidae of Panama. **Contributions of the American Entomological Institute**, 22(3): 1-139.

HANSON, P. y MENKE, A.S. 1995. The Sphecid wasps (Sphecidae). En: **The Hymenoptera of Costa Rica**. Eds: P.E. Hanson, y I.D. Gauld, Oxford: University Press. pp. 621-649.

MENKE, A. S. y FERNANDEZ, F. 1996. Claves ilustradas para las subfamilias, tribus y géneros de esfécidos neotropicales (Apoidea: Sphecidae). **Rev. Biol. Trop.**, 44(2), 1-68.

NIEVES-ALDREY, J.L. y FONTAL-CAZALLA, F.M. 1997a. Los Insectos de la Isla de Coiba (Panamá). Abundancia y dinámica estacional. Análisis del caso de los himenópteros (Hexapoda, Hymenoptera). págs. 329-361. En: Castroviejo, S. y Velayos, M. (eds.). **Flora y Fauna del Parque Nacional de Coiba (Panamá). Inventario Preliminar**. AEI. Madrid, España.

NIEVES-ALDREY, J.L. y FONTAL-CAZALLA, F.M. 1997b. Inventario de himenópteros parasitoides (Cynipoidea y Chalcidoidea Hymenoptera,

Insecta) de la Isla de Coiba (Panamá). págs. 375-397. En: Castroviejo, S. y Velayos, M. (eds.). **Flora y Fauna del Parque Nacional de Coiba (Panamá). Inventario Preliminar.** AECL. Madrid, España.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) y la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) por el apoyo financiero y logístico, en especial al Dr. Ceferino Sánchez (SENACYT) y al Lic. Antonio Costa (AECI). Nuestro sincero agradecimiento a Diomedes Quintero, Director del MIUP, por los valiosos comentarios y sugerencias para este trabajo. Consignamos nuestra gratitud a Lesbia DeGracia, Alejandro Almanza y Sergio Bermúdez por el entusiasmo y ayuda en el trabajo de recolección en el campo. Agradecemos a Iván Tuñón y Luis Jiménez, de la Autoridad Nacional del Medio Ambiente (ANAM), por el apoyo logístico y todas las facilidades brindadas en el PNC. Nuestro especial reconocimiento y agradecimiento a Ricardo Rivera y Laura Fernández, de la Dirección de Patrimonio Natural, ANAM, por su apoyo en la gestión de los permisos de colecta y hospedaje en los Parques Nacionales. Gracias a José R. Varela C., Nacional Química S. A., por la donación de alcohol etílico al MIUP para la preservación de insectos y el desarrollo de nuestras labores de investigación. También agradecemos a Cheslavo Korytkowski, de la Maestría en Entomología de la Universidad de Panamá, por su ayuda y tiempo dedicado para fotografiar los especímenes presentados en esta publicación. Gracias a Wally Van Sickle, IDEA WILD, por gestionar la compra y donación del altímetro utilizado en el campo para determinar las alturas en donde se realizan las colectas de especímenes.

ACONDICIONAMIENTO E INDUCCIÓN AL DESOVE DE REPRODUCTORES DE *Pinctada imbricata* Röding (1798) DEL CARIBE COLOMBIANO

KLAUDIA L. HERNÁNDEZ ¹ y JUAN A. GÓMEZ H. ²

¹ Universidad Jorge Tadeo Lozano,
INVEMAR, Colombia.

² Centro de Ciencias del Mar,
Facultad de Ciencias Naturales Exactas y Tecnología,
Universidad de Panamá.

RESUMEN

La ostra perlífera *Pinctada imbricata* es uno de los bivalvos más representativos del sector del Cabo de la Vela (Guajira, Caribe colombiano). Debido al interés económico despertado en la concha, perla y la carne, las poblaciones han sido diezmadas. Para aspectos relacionados con la recuperación y explotación se colectaron especímenes (30 y 70 mm) entre marzo de 1997 y abril de 1998. Se indujeron al desove animales mantenidos en campo (a 24 y 26 °C) y en laboratorio, los cuales alcanzaron un acondicionamiento parcial a 23 °C, alimentados con una dieta de *Nannochlorys sp.* y *Chaetoceros gracilis* a razón de 60000 cel/ml/día, por un período entre 30 y 90 días. Los animales de laboratorio respondieron mejor al desove ante choque térmico súbito (23 a 35 °C), en términos de porcentaje de hermafroditas desovados. Los animales provenientes del medio natural respondieron mejor al choque térmico gradual (28 a 35 °C). Los productos del desove de los animales de campo fueron sometidos a diferentes condiciones de cultivo en laboratorio, siendo posible que las larvas culminaran su desarrollo hasta semilla. No se encontró relación entre el índice gonadosomático (IG) y el color de la gónada con el sexo y/o el estado de madurez. El acondicionamiento promovió parcialmente la ma-

duración de gametos con predominio de gametos masculinos en estado maduro. En el rango de tallas seleccionado para los reproductores de *P. imbricata* no se encontraron hembras exclusivas; esto pudo influir en la respuesta al desove teniendo en cuenta la estrategia sexual profándrica de esta especie.

PALABRAS CLAVES

Pinctada imbricata, reproducción, acondicionamiento, inducción, desove, madurez.

INTRODUCCIÓN

El género *Pinctada* abarca aproximadamente 14 especies vivientes, una de las cuales, *Pinctada imbricata*, conocida como madreperla, de interés comercial, por su concha, perla y carne es el objeto del presente trabajo. Se distribuye a través del Indopacífico, Pacífico y el Caribe; el número de especies disminuye hacia el Este del Pacífico (Ladd, 1960). *P. imbricata* es característica del Caribe, siendo abundante en la mitad norte del Caribe colombiano. Habita adherida a rocas o formando agrupaciones o "nódulos" con otras especies de bivalvos en aguas someras, aunque se ha encontrado a profundidades hasta de 10 m (Borrero *et al.*, 1996).

Las especies de *Pinctada* han sido exitosamente cultivadas especialmente *P. margaritifera*, *P. maxima* y *P. fucata* (Gervis y Sims, 1992). Algunos intentos de cultivo se han realizado en el Pacífico Americano con *P. mazatlanica* (Monteforte, 1990), mientras que en el Caribe venezolano y colombiano las iniciativas no han pasado del nivel experimental (Ablanque *et al.*, 1996).

El cultivo de moluscos surge como alternativa ante la creciente demanda de alimento, pero depende básicamente del suministro de semilla. Ésta se puede obtener por medio natural o del laboratorio en *hatcheries* o centros de producción larval (Quayle, 1981), buscando producir semilla durante toda la época del año.

P. imbricata, en la región de Santa Marta (Caribe colombiano), muestra un ciclo continuo anual de desove y dos picos de mayor abundancia larval (abril-marzo y mayo-junio); es poca la información y experiencia sobre el

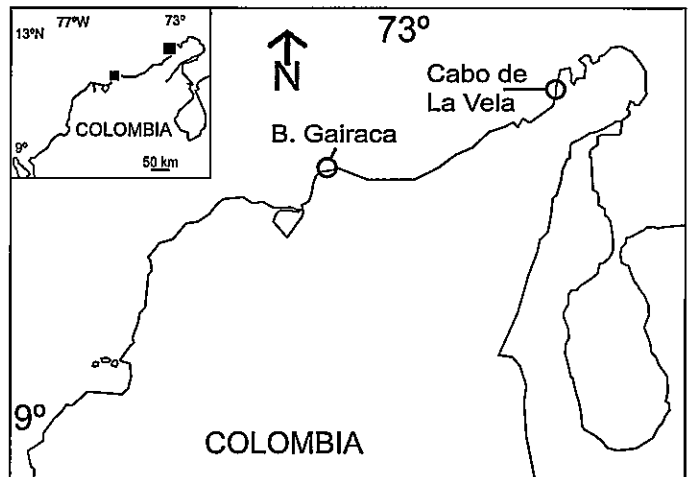
cultivo de bivalvos en Colombia, especialmente en lo relativo al manejo de reproductores, inducción al desove y cultivo larval en laboratorio.

Los avances alcanzados con el cultivo experimental de *P. imbricata* en campo, por parte del Proyecto de bivalvos del INVEMAR, apuntan a la consecución de larvas y semilla por métodos alternos al de colectores, con el fin de asegurar su disponibilidad para cultivo durante todo el año. Por esto, en el presente trabajo se evalúa la condición de reproductores de *P. imbricata* con miras a producir semilla de manera masiva en condiciones controladas de laboratorio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Mediante buceo autónomo, se realizaron 10 colectas aperiódicas de posibles reproductores (de 90 a 310 ejemplares de tallas entre 30-70 mm.) del sector del Cabo de la Vela, Departamento de la Guajira, $11^{\circ} 40'N$, $72^{\circ} 40'O$ y $12^{\circ} 00'N$, $72^{\circ} 20'O$ (Figura 1). Seis de las colectas se transportaron en forma semiseca con refrigeración hasta las instalaciones del INVEMAR en Santa Marta. Las cuatro colectas restantes se trasladaron a la Bahía de Gayraca, Parque Nacional Natural Tayrona ($11^{\circ} 18'N$ y $72^{\circ} 83'O$), donde se mantuvieron en el medio natural hasta su posterior traslado horas antes de la inducción (dada la cercanía de la bahía a las instalaciones del laboratorio).

Figura 1.
Ubicación del área de estudio para extracción y mantenimiento de reproductores de *Pinctada imbricata*.



Los ejemplares obtenidos por colecta (lote experimental) se aclimataron a la temperatura ambiente del laboratorio ($23 \pm 1^\circ\text{C}$) por quince minutos y se trasladaron a recipientes de fibra de vidrio de 400 Litros (canaletas de maduración), que contenían de 90 a 150 ejemplares. Los reproductores se alimentaron diariamente en laboratorio con una dieta mixta de proporción 1:1 (Cuadro 1).

En los lotes que permanecieron en campo, la alimentación dependió de la oferta natural. Diariamente se hicieron anotaciones sobre comportamiento, desoves y mortalidad de reproductores en los animales que permanecieron en laboratorio. Las condiciones de manejo de cada lote experimental se muestran en el Cuadro 1.

De cada lote experimental se sacrificaron al inicio y luego aperiódicamente, 30 posibles padrotes (escogidos al azar) para valorar cambios en la madurez y en la condición reproductiva. Se les extrajo el hepatopáncreas y el pie, y se observó sobre ellos porciones de tejido gonadal que los recubrieran debido a que en *P. imbricata* la gónada no es un órgano compacto y se distribuye a manera de un peritoneo delgado que recubre estas áreas de la masa visceral (Ablanque, 1996).

Cuadro 2.

Criterio de determinación del estado de madurez según el método de Guillou, *et al.* (1990) adaptado para ptéridos por Ablanque (1996).

Estado de desarrollo	Características
Indefinido (I)	Gónada no discernible, sexo indiferenciable. Tejido gonadal visible sobre la masa visceral.
Inmaduro (B)	Macho: células sexuales no desarrolladas y sin motilidad. Hembra: Muchas células pedunculadas en forma de pera.
Maduro (C)	Tejido gonadal evidente recubriendo la masa visceral y la mayor parte del músculo pedal. Se distinguen 2 estadios: Maduro 1 (C1): Gametos abundantes, menos del 50% de los espermatozoides móviles, más del 50% de los ovocitos pedunculados. Maduro 2 (C2): Espermatozoides muy móviles, ovocitos esféricos. Se considera madurez inminente.
Desovado (D)	Tejido gonadal traslúcido. Fase de restauración donde hay coexistencia de células en proceso de reabsorción (pared arrugada) con células maduras.

Cuadro 1.
Condiciones generales de manejo para los lotes experimentales de *P. imbricata*.

Origen del lote	Nº del lote de reproductor	Total de Individuos por lote	Temperatura de acondicionamiento (°C)	Sexo Dominante % Machos (M) Hermafroditas (H)	Estado de Madurez	(IG) %	Tiempo de acondicionamiento en laboratorio (días)	Alimento dado
Laboratorio	120	3	23	M*/H** 55/67	C/D	47	25	b
Laboratorio	90	9	29	M*/H** 60/50	C/D	39	30	a
Laboratorio	120	5	23	H** 95/63	D	28/35	27	a
Laboratorio	90	6	23	H*/M** 63/60	D/C	32/35	30	a
Laboratorio	310	1	23	M*/H** 57/80	C	35	90	a
Laboratorio	120	8	26	M** 53/100	C/D	32	90	a
Campo	310	1	23	H** 65	D	42	0	c
Campo	90	7	23	H** 55	D	38	10	c
Campo	90	10	26	H** 86	D	42	0	c
Campo	60	4	24	M** 100	C	39	0	c
Campo	120	8	24	M** 53	C	45	0	c
Campo	90	2	24	H*/M** 70/60	D	33	7	c
Campo	120	8	23	H*/M** 60/50	D	40	8	a

(■) Alimentación suministrada: a. *Isochrysis galbana* y *Chaetoceros gracilis* (60000 cel/mL/día) y *Chaetoceros gracilis* (60000 cel/mL/día) y c. oferta natural. (✱) El desove # 9 fue realizado simultáneamente para los lotes 5, 6, y 7. (✱) Al inicio del acondicionamiento. (✱✱) Pasado el acondicionamiento. (✱✱✱) Durante todo el acondicionamiento. (✱) Antes del desove. (✱✱) Después del desove.

De cada muestra de tejido gonadal se evaluó el color de la gónada y se establecieron 4 categorías del color del tejido gonadal por observación macroscópica: translúcido, crema, crema-naranja y naranja.

La saturación de la gónada se evaluó cualitativamente por observación de la cobertura del tejido gonadal, reconociéndose 4 categorías: hialina (color verdoso del hepatopáncreas), difusa (tejido gonadal en forma de película delgada), dispersa (agrupaciones de tejido gonadal de tamaño variable sobre la superficie del hepatopáncreas) y densa (el tejido gonadal cubre todo el hepatopáncreas).

Con una jeringa (0,5 mL) se efectuaron tres punciones por ejemplar (dos en el hepatopáncreas y una en el pie) para extraer el tejido gonadal. De cada punción se hizo un frotis que se observó al microscopio, en aumentos de 5x y 10x para huevos, 40x para detalles de los huevos y espermatozoides, y 100x para detalles del espermatozoides. El sexo se determinó de acuerdo al tipo de gametos encontrados: Machos (solo espermátides, espermatozoides o espermatozoides), hembras (sólo ovogonias u ovocitos) y hermafroditas (gametos femeninos y masculinos simultáneamente).

Se determinó el estado de madurez gonadal y el índice gonadosomático (IG) con base en observaciones en fresco, siguiendo el método de Guillou, *et al.* (1990) adaptado para ptéridos por Ablanque (1996). Ya que en *P. imbricata* la gónada está dispersa en la masa visceral de forma total o parcial sobre el hepatopáncreas y el pie. Los criterios utilizados se observan en el Cuadro 2.

Después de determinar la condición reproductiva del lote, se escogieron los reproductores para inducirlos al desove. Se tomó una submuestra de 15% del total de individuos de cada lote considerando que al menos 50 % de los animales evaluados estuvieran maduros (maduro 1 ó 2, Cuadro 2) y la proporción de hermafroditas y machos fuera superior al 30 y 10% respectivamente.

La temperatura del agua se manejó según el estímulo empleado siguiendo la metodología establecida en Hernández (1999); cada 5 minutos se monitoreó la temperatura con un termómetro digital (aproximación 0,1 °C).

En total se realizaron 13 experimentos de inducción al desove, utilizando en general la totalidad de los experimentales, a excepción del lote 1, del cual se extrajeron tres submuestras de 30 individuos para los desoves 1,2 y 3 (Cuadro 3).

Cuadro 3.Tratamientos de inducción al desove aplicados a los lotes experimentales de *P. imbricata*.

Nº del lote de reproductor	Nº desove	Tratamiento	Nº de individuos desovados (n = 30) N° y %	Desviación estandar	Días de supervivencia larval
1	1	Choque térmico gradual de 23 a 30 °C, luego 10 min a 23 °C y 10 min a 30°C	0	0,00	0
1	2	Choque térmico gradual de 23 a 35°C, luego 10 min a 23 °C y 10 min a 30°C	0	0,00	0
1	3	Choque térmico súbito de 23 a 35 °C	19 - 62 %	1,15	21
2	4	Preestímulo alimenticio térmico. Choque térmico súbito de 23 a 35 ° C. Luego 2 veces a 23 °C /30 min y 2 veces a 35° C/30 min.	7 - 23 %	1,15	10
3	5	Preestímulo térmico a 18 °C/ 30 min. Choque térmico súbito de 23 a 35° C. 3 veces en frío y 3 cálidos/ 30min.	0	0,00	0
4	6	Mecánico (por transporte en la lancha) y térmico (canaleta a 28° C)	9 - 30 %	2,00	21
3	7	Choque térmico súbito de 23 a 35 °C	7 - 23 %	0,58	14
5	8	Choque térmico súbito de 23 a 35 °C	7 - 23 %	0,58	8
5	9	Choque térmico súbito de 23 a 35 °C	4 - 13 %	1,53	8
6	9	Choque térmico súbito de 23 a 35 °C	6 - 20 %	1,00	8
7	9	Choque térmico súbito de 23 a 35 °C	0	0,00	8
8	10	Mecánico (por transporte en la lancha) y térmico (transporte 10 °C por debajo de la temperatura habitual)	19 - 63 %	1,53	16
8	11	Mecánico (limpieza) alimentación (habitual)	12 - 40 %	2,00	37 *
9	12	Súbito de 29 a 35 °C, con y sin preestímulo térmico a 20 °C	0	0,00	0
10	13	Estímulo mecánico (limpieza) y térmico (gradual de 28 a 35 °C)	24 - 80 %	1,00	37 *

(*) El seguimiento larval se realizó hasta la fijación y continuaron en laboratorio hasta semilla por dos meses.

Los individuos desovados se pasaron de manera individual a recipientes de vidrio, conteniendo agua de mar microfiltrada (1,5 l) a la temperatura deseada para cultivo larval (23 ó 27 °C), hasta cuando terminaron de evacuar gametos. La solución gamética obtenida de cada animal se separó por sexo en dos recipientes.

Los gametos femeninos y masculinos se mezclaron con un homogenizador de acrílico, en proporción 6:1 durante cinco minutos; luego se dejó en reposo por diez minutos, completando un proceso de fertilización a quince minutos. Los individuos que no desovaron en el primer intento, fueron nuevamente estimulados hasta en tres ocasiones; finalmente, si estos no respondían, eran sacrificados para evaluar su madurez reproductiva.

La descripción de la condición reproductiva se realizó mediante las características de la gónada (color, saturación, sexo y estado de madurez) de cada animal.

Se establecieron análisis de correlación múltiple (Spearman) para los valores obtenidos de color, saturación, sexo, estado de madurez e índice gonadosomático, calculados para cada lote y para cada experimento de inducción con el fin de establecer el grado de asociación lineal entre esas variables.

Con el propósito de encontrar patrones de desarrollo reproductivo, se exploró gráficamente el cambio temporal de estado de madurez gonadal de los reproductores (machos y hermafroditas).

Para los experimentos de inducción al desove las diferencias estadísticas de las tallas promedio iniciales fueron evaluadas por vía no paramétrica (Kruskal-Wallis). En caso de encontrarse diferencias significativas, se empleó la prueba de comparación múltiple de Dunn (Zar, 1996).

RESULTADOS

Las observaciones macroscópicas de la gónada de los reproductores permitieron apreciar en general coloraciones fuertes (crema y naranja) y tejido gonadal abundante para organismos maduros, con gran cantidad de material gamético. Se encontró que individuos que no estaban maduros en su totalidad, desovados o en proceso de reabsorción de gametos, presentaron coloraciones menos fuertes (crema-naranja, hialina), el tejido gonadal era parcial o totalmente traslúcido.

Correlaciones de Spearman entre valores asignados al color y saturación de la gónada con el sexo, estado de madurez e IG, arrojaron coeficientes de correlación no significativos para las variables mencionadas. Esto sugiere que el color y la saturación no son predictores seguros del sexo, del IG, ni de la madurez. Dada la importancia de la determinación de estas variables, el conocimiento de la condición reproductiva se ve reflejada en el Cuadro 1.

En general, los animales acondicionados en laboratorio a 23 °C (lotes 1, 3, 5 y 6) maduraron sus gametos masculinos y femeninos entre 25 y 40 días (Cuadro 1). Pasado ese tiempo predominó el estado desovado o de reabsorción en el lote 3 y 5; es de anotar que los gametos masculinos del lote 1 se conservaron en estado maduro por 90 días. Por el contrario los del lote 6 se generaron más rápidamente, los gametos femeninos fueron reabsorbidos y predominó el sexo masculino por 30 días. Los animales sometidos a 26 y 29 °C mostraron un comportamiento similar en cuanto al desarrollo de los gametos masculinos y a la proporción de animales que produjeron gametos femeninos que a 23 °C.

Por otro lado, desde la colecta de los lotes e independientemente del tiempo de permanencia en laboratorio o en el campo y de la temperatura a la que estuvieron sometidos, la proporción de machos y hermafroditas se mantuvo en una relación 1:1; sin embargo, la condición de desovados predominó en los hermafroditas sometidos al medio natural. No obstante, de los 30 individuos seleccionados en todos los lotes (Cuadro 1) la mayor eficiencia de desove se obtuvo del lote 10 (medio natural) y el lote 1 (laboratorio, Cuadro 3).

Los resultados del porcentaje de individuos desovados de los trece experimentos con los diez lotes están representados en el Cuadro 3. Se evidencia que los machos fueron los primeros en reaccionar ante los estímulos. El desove de hermafroditas no se evidenció fácilmente, ya que en la mayoría de los casos el material gamético femenino expulsado se dispersó rápidamente en el agua sin alterar su color. Esto no permitió determinar claramente el inicio del desove de ejemplares hermafroditas, dificultando así obtener un desove total en recipientes aislados, por lo que la producción inicial de huevos no fue considerada como indicativo del éxito del desove, ni como medida inicial del cultivo. No se evidenció en un mismo animal expulsión de gametos como macho y luego como hermafrodita; siempre se mantuvo la condición inicial del desove (si era macho sólo esperma y si era hermafrodita huevos y una mínima cantidad de esperma).

Ante los estímulos utilizados (Cuadro 3) se presentaron reacciones de agitación especialmente en animales inducidos al desove con choque térmico de tipo súbito. Ante estímulos mecánicos, los animales permanecieron quietos, con las valvas apenas entreabiertas. En general, el desove fue parcial, para ambos casos ya que la mayoría de los animales empleados y revisados al terminar de desovar contenían aún material gamético.

Las respuestas al desove al aplicar ambos tipos de estímulos fue positiva, ocurrieron entre los primeros diez y veinte minutos de haberse aplicado (experimentos 3, 7, 8 y 9) exceptuando el experimento 4, donde el que el procedimiento de inducción se repitió dos veces hasta obtener respuesta. La aplicación de estímulos graduales durante una hora dio respuesta al superar los 34 °C (experimento 13). Aquellos experimentos que mostraron respuesta positiva tuvieron una mayor proporción de machos desovantes (Figuras 2 y 3), con excepción del experimento 3, en el que la proporción de hermafroditas desovantes superó a la de machos.

La sobrevivencia larval fue superior en larvas provenientes de animales de campo y desovados con estímulos mecánicos y térmicos graduales, ya que alcanzaron un desarrollo larval completo y un tiempo de sobrevivencia superior a los 60 días. Para los animales mantenidos en laboratorio, alcanzó un máximo de 21 días y un estado de desarrollo hasta larva "D" (Cuadro 3).

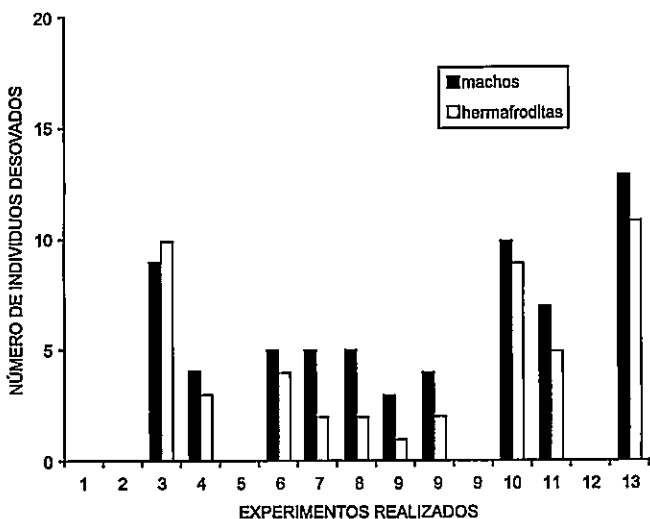


Figura 2
Patrón de respuesta de *P. imbricata* durante los experimentos de inducción al desove para animales de campo y laboratorio.

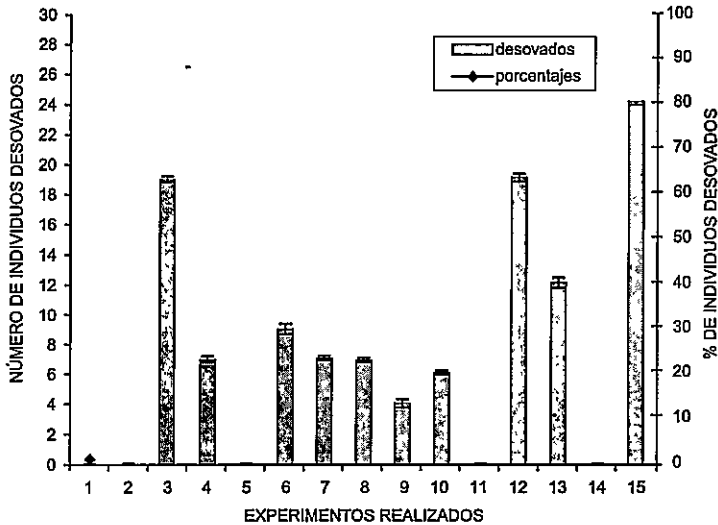


Figura 3
Porcentaje de
individuos
desovados.

Se encontraron diferencias significativas en los rangos de talla seleccionados para los reproductores en los experimentos de inducción a una $P > 0,05$ entre los animales de laboratorio y los de campo, lo cual pudo influir en la respuesta al desove.

DISCUSIÓN

Dado que la estrategia sexual reconocida para *P. imbricata* es la de hermafroditismo con tendencia a la protandria y con mayor proporción de hembras a tallas muy superiores a 30 mm, condición característica para el grupo bivalvos como es el caso de *Lima scabra* (Gómez y Villalaz, 1999). La talla de 30 mm para *P. imbricata* responde predominantemente a machos (Borrero *et al.*, 1996). Eso explica el hecho de encontrar en el presente estudio únicamente machos y hermafroditas. Perdomo (1974) en la región de Santa Marta y Ruffini (1984) en la isla de Cubagua, Venezuela sólo hallaron hembras en ejemplares mayores a 70 y 60 mm respectivamente. Por lo tanto, el rango de tallas seleccionado para los reproductores (30-70 mm) posiblemente no permitió detectar ejemplares que fueran exclusivamente hembras. Asimismo, se ha encontrado recientemente para la población natural de *P. imbricata* en el sector del Cabo de La Vela, en la Guajira (Assmus, tesis en preparación), una proporción de hermafroditas superior a la de machos y hembras al igual que ocurre para otros con-

géneros como *P. albina*, *P. maxima* y *P. margaritifera* (Tranter, 1958c). Esto es atribuible a que la fase hermafrodita es muy larga, y la transformación en hembras exclusivas se da cuando la población se hace más vieja, alcanza una talla mayor y deja de producir gametos masculinos (Rose *et al.*, 1990).

El predominio del sexo masculino se manifestó en animales traídos de campo y mantenidos en laboratorio (independientemente del tiempo de permanencia en él). Este comportamiento ha sido observado en *P. margaritifera*, en la cual Tranter (1958c) encontró que la gónada almacena simultáneamente células masculinas y femeninas dentro de los mismos folículos gonadales, haciendo que los ciclos de producción de gametos se superpongan, y, cuando los animales desovan parcialmente, no se pueden igualar las proporciones de gametos masculinos y femeninos hasta que la gónada está totalmente vacía y vuelve a desarrollarse. Es posible que *P. imbricata* se ajuste a este patrón, ya que desova a lo largo de todo el año (Castellanos, 1997), y probablemente no expulsa la totalidad de los gametos en todos los desoves, prolongando, así, la duración de las fases masculinas.

Dentro de los factores que influyen en la maduración de los bivalvos, se ha encontrado que la temperatura y la alimentación son factores determinantes en los eventos reproductivos así como en las épocas de maduración, períodos de desove y de abundancia larval (Perdomo, 1974; Mathieu y Lubet, 1993). En laboratorio a 23 °C, el tiempo necesario para obtener cierta madurez en el lote de reproductores resulta muy prolongado; a 26 °C, el tiempo es menor, pero no se obtienen buenos resultados al inducir al desove; a 29 °C, la temperatura parece ser demasiado alta, causando problemas de manejo. Por lo tanto, se debe considerar emplear una combinación gradual de temperatura, que se asemeje a lo que ocurre en el medio natural. Se sugiere acondicionar a los ejemplares por dos o tres semanas a 23 °C, y gradualmente elevar la temperatura a 26 °C, evaluando por lo menos quincenalmente el desarrollo de la madurez gonadal.

En la región de Santa Marta, se ha encontrado que *P. imbricata* desova durante todo el año, pero con dos picos máximos de desove que se presentan hacia mayo y junio, cuando las temperaturas ascienden a 27 y 28 °C y cuando se ha observado mayor abundancia larval y fijación de postlarvas en los colectores (Valero, 1997). Así, cuando la temperatura baja, el animal acumula reservas y, cuando se eleva, la gametogénesis se incrementa y las gónadas se desarrollan más rápidamente (Mathieu y Lubet, 1993). Por lo tanto, es de esperarse que la alimentación y las temperaturas manejadas

en laboratorio influyeran parcialmente en la producción y maduración de gametos (especialmente de los gametos femeninos) y que los mejores resultados en términos de condición reproductiva se presentaran generalmente en los lotes traídos del campo.

Otro factor influyente en el desarrollo gonadal es la alimentación (Gervis y Sims, 1992; Mathieu y Lubet, 1993). En estos estudios se encontró que los reproductores alimentados en el medio natural presentaron la mayor proporción de organismos en estado maduro. Esto se debe posiblemente a que el fitoplancton, y sustancias disueltas en el agua como almidón y proteínas proporcionan nutrientes esenciales en los procesos reproductivos (Illanes, 1995a).

Las especies algales (*I. galbana*, *C. gracilis* y *Nannochloris* sp.) proporcionadas en este estudio son reconocidas por cumplir satisfactoriamente con los requerimientos alimenticios de los bivalvos bien sean reproductores o larvas (Ewart y Epifano, 1981; Uribe, 1995). Aun cuando en el laboratorio se mantuvo en términos generales en patrón de alimentación constante y elevado (Cuadro 2), bajo la concentración algal empleada (60000 cel/ml) no fue posible lograr la madurez total de los reproductores, excepción hecha del lote 1, que permaneció por 90 días en laboratorio y en el que se observó la proporción de gametos femeninos y en estado maduro más elevada, que además fue muy similar a las observadas en los animales mantenidos en el medio natural. El acondicionamiento parcial se debe posiblemente a que en laboratorio faltan algunos de los nutrientes esenciales que en campo son proporcionados por la descomposición del material orgánico (Gervis y Sims, 1992; Mathieu y Lubet, 1993; Illanes, 1995a) o que la concentración algal empleada no le permitió al animal aprovechar la energía adquirida en procesos reproductivos, a pesar de estar dentro de los rangos recomendados para alimentación de reproductores (Illanes, 1995a). Bautista (1998) encontró recientemente que alimentando a *P. imbricata* con *C. gracilis* a concentraciones de 20000-50000 cel/ml, a una temperatura de 25 °C, la tasa de filtración es alta y se alimenta mejor, debido a que puede retener mejor las partículas de alimento.

Es posible que bajo el tratamiento de temperatura y alimentación empleado en laboratorio, no se estuvieran cubriendo las necesidades de los animales, lo cual se vio reflejado en su acondicionamiento parcial y en la muerte de algunos ejemplares como ocurrió a 29 °C. Una posible explicación surge en el hecho de que a 29 °C el metabolismo es tres veces supe-

rior que a 23 y 26 °C y por lo tanto esta temperatura probablemente forzaba a los animales, limitándolos en el aprovechamiento de la energía adquirida en alimentación hacia los procesos reproductivos e incluso causándoles la muerte.

Un desove incompleto (parcial) y bajas reservas alimenticias prolongan la producción de gametos masculinos o promueven la reabsorción de tejido reproductivo en el medio natural. Ello pudo posiblemente haber influido en el acondicionamiento parcial de los animales en laboratorio y en el predominio de los gametos masculinos sobre los femeninos, en combinación con la temperatura y el tiempo de permanencia. Luego de desovar varias submuestras de los lotes experimentales, se observó que los animales desovan más fácilmente cuando su permanencia en laboratorio no es prolongada (aproximadamente entre 10 y 40 días). Esta condición se cumple para todos los lotes mantenidos en laboratorio a excepción del lote 1, el cual desovó exitosamente luego de 90 días de acondicionamiento, mientras que animales del mismo lote mantenidos en campo por igual período de tiempo, con una aparente mejor condición reproductiva, no desovaron ante el mismo estímulo.

Con respecto al IG, los animales de campo alcanzaron valores promedio de 38% de saturación de la gónada. Los mantenidos en laboratorio presentaron valores promedio de 35% aunque se resalta el hecho de que los mayores valores de IG alcanzados en laboratorio fueron obtenidos al mantener los animales a 23 °C bajo una dieta compuesta de *Nannochloris* sp y *C. gracilis* durante 30 días. Los valores de IG encontrados en animales de campo y laboratorio no arrojaron información que permitiera tomarlo como elemento decisivo para la realización de los desoves. Ablanque (1996) reporta para *P. colymbus* valores de IG máximos de 30%, equivalentes a su máximo desarrollo gonadal. Por lo tanto, los valores encontrados en este estudio para *P. imbricata* se consideran altos, y la variabilidad presente entre las mediciones del IG se aduce a la aperiodicidad de la toma de muestras y a posibles errores en la determinación del mismo. Es de anotar que los descensos en los IG se produjeron después de desoves (lotes 1, 2, 8 y 10) y en algunos casos después de cierto tiempo en laboratorio (lotes 8 y 9). Aunque estadísticamente no se encontró ninguna correlación entre el IG, el color y la saturación de la gónada, se observó que, después de cada evento reproductivo, cambiaba de una textura turgente, cubrir en forma total o parchosa y presentar colores intensos (naranja y crema), a una forma traslúcida y suelta, que permitía ver el hepatopáncreas o al menos parte de él. Además, los organismos

traídos de campo presentaron coloraciones más intensas y eran más turgentes que los mantenidos en laboratorio.

Al obtener el desove de los reproductores se distinguió con relativa facilidad la emisión de esperma de una forma más frecuente. Este comportamiento, observado en especies como *Tridacna gigas*, *P. margaritiera* y *P. imbricata*, se explica en el hecho de que el macho responde a los estímulos de tipo físico y térmico con mayor facilidad, mientras que las hembras o los hermafroditas responden al estímulo químico emitido por el material gamético masculino en el agua, en combinación con otro tipo de estímulo aplicado (Crawford *et al.*, 1986).

Asimismo, en los animales traídos de campo y en laboratorio se encontró una mayor proporción de machos desovantes, por lo que es necesario considerar la talla y el grado de madurez alcanzado por los reproductores en el acondicionamiento, ya que determina la calidad del desove. Otro factor que podría explicar el predominio de los gametos masculinos es su capacidad para conservarse por más tiempo en estado maduro dentro de los folículos gonadales, en comparación a los ovocitos. Esta estrategia, documentada para *P. margaritifera*, es utilizada posiblemente por *P. imbricata*, ya que le permitiría reproducirse exitosamente durante todo el año de acuerdo a las variaciones naturales. Es de esperarse que la respuesta al desove se presentara en forma variable para los animales en laboratorio, ya que estaría determinada por los procesos de acondicionamiento. Además, cada experimento manejó condiciones únicas de época de recolección, temperatura, tiempo de mantenimiento en laboratorio e incluso estímulo de inducción, lo cual pudo afectar la respuesta al desove.

En los bivalvos se ha encontrado relación entre la fecha de inicio de los procesos de acondicionamiento y el estado reproductivo en que se encuentran los animales (Román, 1992).

Si estaban en fase de recuperación y acumulación de reservas, la acción de la temperatura pudo no tener una respuesta inmediata. Por otro lado, si las actividades postdesove estaban concluidas, se produciría la gametogénesis, y, en caso de que se hubiera ya iniciado, simplemente la aceleraría, incidiendo directamente en la actividad reproductiva y en la velocidad del ciclo (Román, 1992). Esto explica en parte la variabilidad de respuestas de los organismos de laboratorio incluso ante un mismo estímulo, como en el caso de los experimentos 7, 8 y 9, en los que se presentaron bajos porcentajes de desove (entre 13 y 24%) con respecto al experimento 3 (62%).

En los lotes traídos de campo se presentó una mayor cantidad de animales maduros y de hermafroditas desovantes. Esto se debe posiblemente a que, al permanecer en el medio natural, no se presentó ninguna alteración de su ciclo reproductivo, por lo que pudieron darse varias puestas y espermiaciones sucesivas separadas únicamente por una fase de restauración de la gónada, condición similar a la reportada por Román (1992).

Uno de los factores a considerar en la respuesta al desove es el tipo de estímulo aplicado. Se observó que los animales que permanecieron en laboratorio desovaron más fácilmente con estímulos térmicos de tipo súbito (experimentos 3, 7, 8 y 9) mientras que no se obtuvo respuesta ante un estímulo gradual.

En los animales traídos de campo, los estímulos térmicos y mecánicos aplicados en forma gradual resultaron en desoves efectivos para todos los casos. Ya que se asemeja a las condiciones que existen en el medio natural de maduración y desove en forma gradual con las variaciones de temperatura (Rose *et al.*, 1990).

Se ha encontrado en *P. fucata*, *P. máxima* y *P. margaritifera* que la mayoría de los desoves ocurren durante el transporte o apenas hacen su arribo al laboratorio, debido posiblemente al estrés producido por el movimiento o al cambio en la temperatura (Rose *et al.*, 1990). Esto explica la facilidad con que *P. imbricata* desova rápidamente cuando es traída del campo y estimulada en forma mecánica o térmica.

CONCLUSIONES

No se encontraron hembras exclusivas dentro del rango de tallas seleccionado para los reproductores de *P. imbricata* (30-70 mm). Independientemente de la época de colecta de los organismos y el tiempo de mantenimiento de los animales en laboratorio. El acondicionamiento promovió parcialmente la gametogénesis y la maduración de gametos, donde predominó el sexo masculino en estado maduro y para los hermafroditas el estado de desovado o de reabsorción.

Aun cuando a estas temperaturas la mezcla microalgal permitió el acondicionamiento parcial de los reproductores de *P. imbricata*, con la ocurrencia de desoves espontáneos, las mejores temperaturas de acondicionamiento para *P. imbricata* en laboratorio encontradas en este estudio, en términos de producción de gametos, condición reproductiva (madurez e IG) y respuesta al desove, fueron 23 y 26 °C. A 29 °C se genera una alta mortalidad (17%).

Se encontraron diferencias significativas en los rangos de talla entre los reproductores traídos de campo y en laboratorio. Ello pudo influir en la respuesta al desove, teniendo en cuenta la estrategia protándrica de *P. imbricata*.

Los animales mantenidos en laboratorio mostraron mayor respuesta al desove ante el choque térmico súbito; entretanto los animales traídos de campo presentaron mayor respuesta ante el choque térmico gradual en combinación con los estímulos mecánicos.

Se obtuvo un mayor porcentaje de hermafroditas desovados para los individuos. De los animales acondicionados a 24 °C y alimentados bajo oferta natural, en tanto que los mantenidos en laboratorio con una dieta combinada (*Chaetoceros gracilis* e *Isochrysis galbana* 60000 cel/mL/día) a 23 °C presentaron mayor proporción de hermafroditas desovantes.

Se sugiere seleccionar individuos de tallas que estén por encima de los 70 mm, someterlos a un acondicionamiento a temperaturas por debajo de los 24 °C con una dieta combinada, para luego hacerlos desovar entre 30 y 34 °C.

SUMMARY

CONDITIONING AND INDUCTION TO THE SPAWNING OF *Pinctada imbricata* RÖDING (1798) REPRODUCTORS OF THE COLOMBIAN CARIBBEAN.

The Pearl Oyster *Pinctada imbricata* is a common bivalve species along the coast of Cabo de la Vela (Guajira, Caribbean Colombia). Due to the economic value of the shell, pearl and meat, the population of the bivalve has sharply declined. In order to study several aspects regarding the recovery and exploitation of this species, specimens were collected (30 and 70 mm) from March 1997 to April 1998. Bivalves kept under ambient (24 to 26 °C) and laboratory conditions were induced to spawn, and were partially acclimated at 23 °C, fed with *Nannochlorys* sp. and *Chaetoceros gracilis* at a rate of 60000 cells/mL/day during 30 to 90 days. Bivalves kept under laboratory conditions showed a better response when subjected to sharp thermal pulses (23 to 35 °C) in relation to the number of hermaphroditic spawning. Bivalves kept under ambient conditions had a better response when subjected to a gradual increase of temperature (28 to 35 °C). Fertilized eggs were subjected to a range of conditions until they hatched. No relationship was found between the Gonadosomatic Index (GI) and the color of the gonads, neither with the sex, or with the gonad development.

Acclimation of the specimens partially promoted the development of the gametes, particularly the mature female gametes. No females were found within the selected size range of *P. imbricata* and this possibly affected the spawning since this is a protandric species.

KEYWORDS

Pinctada imbricata, reproduction, acclimation, spawning induction, gonad development.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABLANQUE, F.M. 1996. **Ecología de la ostra perlífera alada *Pteria colymbus* incluyendo biología reproductiva y crecimiento de poblaciones naturales.** Tesis de grado, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. 107pp.

ABLANQUE, F.M., CASTELLANOS, C., CORDOBA, A., DE LAROCHE, J., GARCÍA, C. y VALERO, A. 1996. Cultivo experimental y Piloto de Moluscos Bivalvos de Valor Comercial en las Regiones de Santa Marta y La Guajira, Colombia, propuesta técnica COLCIENCIAS-INVEMAR. Santa Marta. 96 pp. *Resultados no publicados.*

ASSMUS, J.P. **Dinámica poblacional de la ostra perlífera *Pinctada imbricata* Röding, 1798, en el Cabo de La Vela, Caribe colombiano.** Tesis de Grado, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. *En Prep.*

BAUTISTA, R. 1998. **Tasa de filtración y tasa metabólica de la ostra perlífera del Caribe colombiano *Pinctada imbricata* Röding, 1798.** Tesis de grado, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Seccional Santa Marta. 105 pp.

BORRERO, J.M., DÍAZ y SECZON, A. 1996. Las ostras perlíferas (Bivalvia: Pteriidae) en el Caribe colombiano, historia de su explotación, ecología, perspectivas para su aprovechamiento. INVEMAR, Public. Esp., 1:1-53.

CASTELLANOS, C.M. 1997. **Fijación de las postlarvas (semilla) de moluscos bivalvos sobre colectores artificiales en el Parque Nacional Tayrona, Caribe Colombiano.** Tesis de grado, Universidad Jorge Tadeo Lozano. Santa Marta. 107 pp.

CRAWFORD, C.M., NASH W.J., y LUCAS J.S. 1986. Spawning induction, and larval rearing of the giant clam, *Tridacna gigas*. **Aquaculture** 58: 281-295.

EWART, J. y EPIFANO, C. 1981. A tropical flagellate food for larval and juvenile Oysters, *Crassostrea virginica* Gmelin. **Aquaculture** 22: 297-300.

GERVIS, N.H. y SIMS, N.A. 1992. The biology and culture of the pearl oysters (Bivalvia: Pteriidae) ICLARM Studies and reviews ed. Vol 21. ICLARM, Metro Manila. 49 pp.

GOMEZ, J.A. y VILLALAZ J.R. 1999. Biología reproductiva del bivalvo *Lima scabra*. **VII Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar**, 1: 105-107.

GUILLOU, J., BACHELET, G., DESPREZ, M., DUCROTOY, J.P., MADANI, I., RYBARZYK, H., SAURIAU, P.G., SYLVAND, B., EIKAIM, B. y GIEMAREC, M. 1990. Les modalités de la reproduction de la coque (*Cerastoderma edule*) au littoral français de la Manche et de l'Atlantique. **Aquat. Living Resour.** , 3: 29-41.

HERNÁNDEZ, K.L. 1999. **Inducción al desove y desarrollo larval de la ostra perlífera *Pinctada imbricata* Röding, 1798**. Tesis de grado, Universidad Jorge Tadeo Lozano. Santa Marta. 96 pp.

IILLANES, J.E. 1995. Manejo de reproductores pp. 65-75. En: IILLANES, J. E. 1995. **VII Curso Internacional en Cultivo en Moluscos** (Oct 23-Nov 17 de 1995), Coquimbo, Chile. 384 pp.

LADD, H.S. 1960. Origin of the Pacific islands molluscan fauna. **Amer. J. Sci.** Vol. 258a:137-150.

MATHIEU, M. y LUBET J.P. 1993. Storage tissue metabolism and reproduction in marine bivalves; a brief review. **Inverteb. Reprod. and Develop.** 23 (2-3): 123-129.

MONTEFORTE, M. 1990. Stock assesment, spat collection and pearl culture trials in the Gulf of Baja California, Mexico. **Pearl Oyster Information Bulletin** No. 6: 8-9.

PERDOMO, C. 1974. **Contribución al conocimiento bioecológico de la ostra perlífera *Pinctada radiata* (Leach,1814) en la Bahía de Santa Marta**. Tesis de grado, Universidad Jorge Tadeo Lozano. Santa Marta. 91 pp.

QUAYLE, D. 1981. **Ostras tropicales, cultivo y métodos**. Ed CIID. Ottawa, Ontario. 84 pp.

ROMAN, G. 1992. Efecto del ciclo reproductivo y el acondicionamiento en el desarrollo larvario, la fijación y el posterior crecimiento de la semilla de *Ostrea edulis* Linné 1758. IEO. Publicación especial N° 9, **Instituto Español de Oceanografía**. Madrid. 171 pp.

ROSE, R.A., DYBDAHL R. y HARDERS S. 1990. Reproductive cycle of the western Australian silverlip pearl oyster, *Pinctada maxima* (Jameson) (Mollusca: Periiidae). **J. Shellfish Res.** 9 (2): 261-272.

RUFFINI, E. 1984. **Desarrollo larval experimental de la ostra perla *Pinctada imbricata* (Molusca: Bivalvia) y algunas observaciones sobre su reproducción en el banco natural de Punta de las Cabeceras, Isla de Cubagua, Venezuela**. Tesis de grado, Biología Marina. Escuela de Ciencias, Universidad de Oriente, Venezuela, 51 pp.

TRANTER, D.J. 1958b. Reproduction in Australian pearl oysters (Lamellibranchia). II. *Pinctada albina* (Lamarck): Gametogenesis. **Aust. J. Mar. Fresw. Res.** 9: 144-158.

TRANTER, D.J. 1958c. Reproduction in Australian pearl oysters (Lamellibranchia). III. *Pinctada albina* (Lamarck): Breeding season and sexuality. **Aust. J. Mar. Fresw. Res.** 9: 191-216.

URIBE, E. 1995 Tecnología de cultivo de microalgas. pp.14-19 En: ILLANES, J.E. 1995. **VII Curso Internacional en Cultivo en Moluscos** (Oct 23- Nov 17 de 1995), Coquimbo, Chile. 384 pp.

ZAR, J.H. 1996. **Biostatistical analysis**. 3ª Edición, Londres. Prentice-Hall International, 717 pp.

AGRADECIMIENTOS

Al INVEMAR, a Socorro Sánchez y a todos los colaboradores en este trabajo.

ESTUDIO DEL CRECIMIENTO CORPORAL Y GONADAL DEL *Dormitator latifrons*, (PISCES: ELEOTRIDAE) II. FECUNDIDAD EN DOS LOCALIDADES DE LA PROVINCIA DE PANAMÁ.

GILBERTO E. BECERRA C., CÉSAR A. VILLARREAL y MELVIN PONCE

Laboratorio de Fisiología Animal e Inmunobiología Dr. Erich Graetz,
Departamento de Fisiología y Comportamiento Animal,
Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología,
Universidad de Panamá.

RESUMEN

La relación entre la fecundidad y los parámetros morfométricos peso, talla, índice gonadosomático (IGS%) y factor de condición (K) del *Dormitator latifrons*, en dos comunidades piscícolas de Panamá, se presentan en este trabajo.

La fecundidad encontrada en 33 ejemplares de Quebrada Carrasquilla, fluctuó entre 242550-1807650 ovocitos, con un promedio de 569280,3 ovocitos. Por otra parte, la fecundidad, en igual número de ejemplares, de Mata de Corozo varió entre 609750-4565700 con un promedio de 2486427 ovocitos. En ambos casos, la fecundidad de los guapotes aumentó linealmente con el peso del animal. Sin embargo, estos valores sólo fueron significativos para la comunidad de Mata de Corozo ($p < 0,05$).

El peso de *D. latifrons* fue el parámetro que mejor se relacionó con la fecundidad relativa. El cual, tanto en Quebrada Carrasquilla como en Mata de Corozo, se relacionó en forma inversa con el peso del pez. La talla, el IGS% y el factor de condición (K) no resultaron buenos parámetros para estimar la fecundidad de los guapotes.

Los reportes presentados hasta ahora, con respecto al ciclo reproductivo del guapote son contradictorios pues algunos sostienen que es una especie con desove total mientras que otros muestran al guapote como un pez con desarrollo gonadal cíclico y un patrón de ovulación asincrónico parcial. En este sentido, nuestros resultados favorecen la hipótesis de que el guapote panameño tiene un patrón reproductor amplio con producción asincrónica de óvulos maduros, con desove múltiple o fraccional.

PALABRAS CLAVES

Dormitator latifrons, peso, ovulación asincrónica parcial, desove múltiple, desove fraccional.

INTRODUCCIÓN

El ovocito, en los peces, crece debido a la acumulación citoplasmática, de vitelo y otros nutrientes suministrados por el hígado y otras partes del cuerpo. La participación de estos órganos se evidencia por las marcadas variaciones en peso gonadal, corporal y hepático de la hembra durante el ciclo gonadal (Htun-Han, 1978; Medford y McKay, 1978; Dawson y Grimm, 1980; Delahunty y De Vlaming, 1980).

Las pautas de crecimiento ovárico están determinadas por variaciones en la frecuencia del tamaño de los ovocitos y, en concordancia, se ha clasificado los ovarios en tres tipos: sincrónico estricto, sincrónico de grupo y asincrónico. Así tenemos que un ovario sincrónico estricto contiene todos los ovocitos en una misma etapa de desarrollo y por lo tanto son expulsados al unísono (desove total); en este caso, el gasto energético es alto y ocasiona el agotamiento del individuo y su consiguiente muerte, como en los oncorhynchoides (Wallace y Selman, 1981; Nagahama, 1983).

El ovario con sincronismo grupal contiene dos o más conjuntos de ovocitos entre los cuales se puede distinguir una subpoblación de ovocitos pequeños e inmaduros y otra de ovocitos maduros de mayor tamaño; este tipo de ovario sólo expulsa los ovocitos de mayor dimensión, generalmente una vez al año durante un período de procreación corta (desove parcial), como es el caso de *Limanda ferruginea* (Howell, 1983) y *Phoxinus phoxinus* (Wotton y Mills, 1979).

El ovario asincrónico, por otro lado, contiene ovocitos en diferentes etapas de maduración sin el predominio neto de ninguno de ellos, lo cual ocasiona un desarrollo secuencial de las diversas etapas, lo que se traduce en desoves repetidos o múltiples durante una estación de procreación prolongada, como en *Fundulus heteroclitus* (Wallace y Selman, 1981), *D. latifrons* (Clarke, 1992) y *Lopholatilus chamaeleonticeps* (Nagahama, 1983; Erickson *et al.*, 1985). A los peces se les clasifica como de desove parcial o múltiple, de acuerdo al hecho de que desoven o no, una vez por temporada.

La estimación del potencial reproductivo de una especie está íntimamente relacionada con la fecundidad de la especie (Nikolsky, 1963; Cailliet *et al.*, 1986). La fecundidad absoluta, total o individual de un pez es el número de huevos presente en el ovario que madurarán durante la temporada de desove. Mientras tanto, la fecundidad relativa se define como la cantidad de ovocitos por gramos de peso del pez. Este último estimado de la fecundidad es preferible al primero pues es un valor independiente del tamaño del animal (Nikolsky, 1963; Bagenal y Braum, 1968).

Para los peces de desove total, el cómputo de huevos presentes en el ovario es un estimado exacto de la fecundidad individual, mas no así para los peces de desove fraccional. Por consiguiente, el potencial reproductivo de una especie no es más que la suma de las fecundidades individuales de las hembras maduras de una población. (Vazzoler, 1981). En definitiva, un valor promedio.

La estimación de la fecundidad en los peces es de suma importancia en las pesquerías, ya que permite conocer el potencial reproductivo de las especies y así establecer parámetros biológicos en el manejo de especies comerciales.

Florencio y Serrano (1981) al igual que Bonifaz *et al.* (1985), realizaron estudios de fecundidad absoluta de *D. latifrons* ecuatoriano y reportaron que es una especie muy fecunda de desove total, con fecundidad de 95000-6000000 ovocitos. Inversamente, Villarreal *et al.* (1990) y Clarke (1992), sugirieron que el guapote tiene un patrón reproductor amplio y que su madurez gonadal es asincrónica, lo que podría deberse a que la especie presenta desove múltiple o fraccional. La literatura correspondiente, indica que no se ha determinado la fecundidad fraccional o relativa en *D. latifrons*.

PARTE EXPERIMENTAL

Áreas de colecta:

Las localidades de Quebrada Carrasquilla (9° 01' 6,6"N, 79° 28' 37,2"W) y Mata de Corozo (9° 01'N, 79° 01' 3W), constituyeron los sitios de colecta y las mismas se encuentran ubicadas en la Provincia de Panamá. Las características físicas de ambas localidades, así como el arte de pesca han sido descritas por Villarreal *et al.*, (1990).

Metodología:

Se colectaron un total de 460 peces en Mata de Corozo y 640 para Quebrada Carrasquilla de los cuales se seleccionaron para efecto del presente trabajo 66 hembras (33 de cada localidad), que mostraron macroscópicamente estado de madurez VI, el cual representa la etapa más avanzada de recrudescencia gonadal (Villarreal *et al.*, 1990).

Seguidamente, se procedió a estimar la longitud total (distancia comprendida desde la parte proximal de la cabeza del pez hasta el final de su aleta caudal) y la longitud estándar (distancia comprendida desde la parte proximal de la cabeza hasta el inicio de la aleta caudal) en centímetros, mediante el empleo de un ictiómetro (0,1 cm de exactitud). Igualmente, se determinaron el peso total y el peso somático, en gramos (peso del pez desviscerado) utilizando para tal efecto, una balanza OHAUS (0,1 g de exactitud). El empleo de estas medidas es de gran importancia para la obtención del índice gonadosomático (IGS%) y el factor de condición (K) (Caillet *et al.*, 1986).

A continuación, se extrajeron ambas gónadas y fueron pesadas en una balanza analítica Sartorius-Metler hasta 0,01 g más próximo, procediéndose inmediatamente a determinar la fecundidad. Para tal efecto, los ovarios fueron fijados en solución de Gilson modificada por Simpson (1951) y mantenidos en ella por varias semanas, con el fin de disolver la membrana albugínea que cubre a los ovarios (Clarke, 1992). A continuación los huevos fueron removidos de la solución de Gilson y se separaron los remanentes de membrana albugínea; finalmente fueron colocados en un frasco erlenmeyer de 250 mL con 150 mL de etanol al 95% con el propósito de deshacer los agregados remanentes de huevos y se procedió a agitar la solución durante dos horas con un agitador magnético marca Termoline. Seguidamente los huevos fueron lavados consecutivamente con etanol al 95% hasta conseguir su aclaramiento para su posterior cómputo.

Una vez lavados, los huevos fueron almacenados en 150 mL de etanol al 95% de donde se tomó una alícuota de 1 mL mediante el empleo de una pipeta de Stempel (Schlieper, 1972) y diluyéndola en 15 mL de etanol al 95%. Cinco de tales alícuotas diluidas (1/15), fueron muestreadas, contándose los huevos presentes en cada una de ellas por pez. Para el cómputo de los huevos, se utilizó el método de recuento de organismos planctónicos modificado (Simpson, 1951), con una cámara Sedwig-Rafter de 1 mL de capacidad.

La fecundidad fue calculada mediante la fórmula:

$$\text{Fecundidad Total} = 2250 n$$

donde n es el promedio de números de huevos por mL de muestras.

Adicionalmente, se determinó el IGS%, el cual se obtiene dividiendo el peso gonadal entre el peso corporal, multiplicado por cien y se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$\text{IGS} = \frac{\text{Peso Gonadal}}{\text{Peso Total}} \times 100$$

(De Vlaming *et al.*, 1982; Bolger y Connoly, 1989).

También se determinó el factor de condición (K), el cual se expresa como el coeficiente resultante de dividir el peso gonadal entre el cubo de la longitud, multiplicado por 100 y se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$K = \frac{\text{Peso Gonadal}}{(\text{Longitud})^3} \times 100$$

(De Vlaming *et al.*, 1982; Bolger y Connoly, 1989).

Análisis estadístico:

Se usó el análisis de Regresión Modelo I para probar el grado de dependencia entre el número de huevos (variable dependiente) con respecto al largo total, largo estándar, peso total, peso gonadal, IGS% y K (variables inde-

pendientes) expresándolo como la función $Y = mb + x$; donde Y representa la fecundidad, b es una constante y x, la variable independiente, determinando así el grado en que cada variable afecta a la fecundidad (Sokal y Rohlf, 1979; Sigarroat, 1985; Steel y Torrie, 1985).

Estos análisis se llevaron a cabo en un computador AcerView 11D svga, utilizando los programas estadísticos S.A.S y Tonistat.

RESULTADOS

Peso y talla corporal:

Las hembras de la comunidad de Mata de Corozo fueron significativamente ($p < 0,001$) más robustas que las de Quebrada Carrasquilla, con valores de $240,55 \pm 15,35$ g *versus* $114,82 \pm 6,43$ g respectivamente. Las tallas de ambos grupos reflejaron el mismo comportamiento; teniendo las de Mata de Corozo una longitud de $24,62 \pm 0,44$ cm y la de Quebrada Carrasquilla $19,09 \pm 0,38$ cm. Se encontró que las relaciones de peso y largo para ambas localidades presentaban un grado de correlación (r) muy elevado con $r = 0,7562$ para Mata de Corozo y $r = 0,6970$ para Quebrada Carrasquilla (Cuadro 1).

Cuadro 1.

ANOVA de las regresiones peso total de las hembras de *D. latifrons*, de las comunidades de Quebrada Carrasquilla, Panamá Viejo y Mata de Corozo, Pacora.

Localidad	Regresión		Dev. de Regresión		Coef. de Reg. b	Interc. a	F. Reg.
	S.C.	C.M	S.C.	C.M			
Quebrada Carrasquilla (n=33)	6220,364	6220,364	44097,95	1422,515	-0,5716216	123,9283	4,373**
Mata de Corozo (n=33)	142327,300	142327,300	106499,60	3435,469	26,3228700	-407,0151	41,429***

Comparación entre los coeficientes de regresión:

t = 7,779***, las muestras pertenecen a poblaciones diferentes.

n = Número de peces.

** = $p < 0,01$

*** = $p < 0,001$

Índice Gonadosomático (IGS%) y Factor de Condición (K):

Los peces de la comunidad de Quebrada Carrasquilla mostraron un IGS% significativamente ($p < 0,001$) menor ($6,90 \pm 0,40\%$) que el correspondiente a Mata de Corozo ($11,80 \pm 0,61\%$). No se observó diferencia ($p > 0,05$) alguna con respecto al factor de condición (K), entre ambas poblaciones; donde Mata de Corozo presentó un valor de $1,41 \pm 0,74$ y Quebrada Carrasquilla, $1,55 \pm 0,075$.

Peso Gonadal:

Los peces de Mata de Corozo mostraron un alto peso gonadal en comparación con los peces de Quebrada Carrasquilla, con valores de $29,24 \pm 2,31$ g y $7,04 \pm 0,73$ g respectivamente.

Fecundidad:

La fecundidad, en los 33 individuos colectados en Quebrada Carrasquilla, fluctuó entre 242550 - 1807650 ovocitos, con un promedio de 569280,3 ovocitos. Mientras tanto, los 33 ejemplares procedentes de Mata de Corozo tuvieron fecundidades que fluctuaron entre 609750 - 4565700 ovocitos, con un promedio de 2486427 ovocitos.

Relación fecundidad *versus* peso:

Los valores extremos del peso de los peces estudiados en Quebrada Carrasquilla fueron 49,7 y 195,3 g. A estos animales, les correspondió una fecundidad de 606150 y 826200 ovocitos, respectivamente. Por otra parte, los valores extremos del peso de los peces estudiados en Mata de Corozo fueron 98,4 y 478,5 g. Estos peces tuvieron una fecundidad de 3143250 y 4355100 ovocitos, respectivamente.

En ambos casos, la fecundidad aumentó linealmente con el peso (Figura 1), siendo la ecuación de regresión que la representa, la siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Fecundidad} &= -235207,93 (Pt) + 9921,237 \\ r &= 0,7224; F_{1,31} = 7,3996 (p < 0,05) \end{aligned}$$

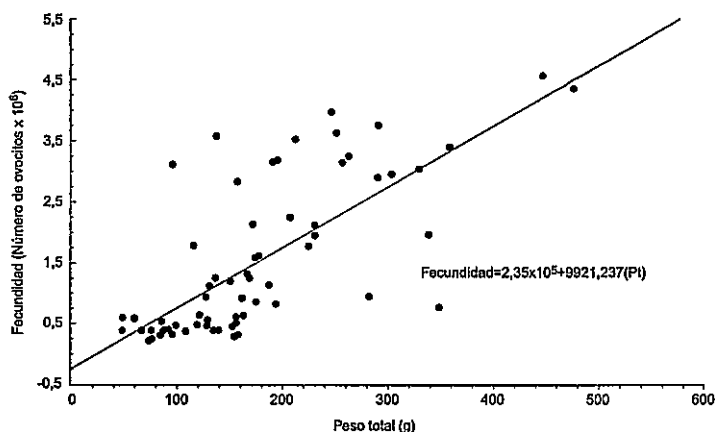


Figura 1.
Relación entre el número de ovocitos y el peso total de los guapotes hembras de Quebrada Carrasquilla (Panamá Viejo) y Mata de Corozo (Pacora).

N = 66, $r = 0,7224$, $p > 0,05$.

Relación fecundidad versus talla:

Dentro del grupo de la Quebrada Carrasquilla, encontramos que los valores extremos de la longitud total fueron 15,6 y 23,4 cm. Estos animales presentaron fecundidades de 600750 y 826200 ovocitos respectivamente. Mientras que dentro del grupo de Mata de Corozo encontramos que los valores extremos de la longitud total fueron 20,0 y 31,3 cm. Estos peces tuvieron fecundidades de 3143250 y 4355100 ovocitos, respectivamente. En ambos casos, la ecuación de regresión reflejó no ser significativa ($p > 0,05$) para estos dos parámetros.

Relación fecundidad versus IGS%:

La fecundidad estimada para los individuos de Quebrada Carrasquilla que presentaron los valores extremos de IGS% de 2,44 y 19,76 % fue de 600750 y 375300 ovocitos respectivamente. El análisis estadístico demostró un alto grado de significancia ($p < 0,05$) entre estas dos variables. La ecuación de regresión es la siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Fecundidad} &= 346877,99 (\text{IGS}\%) + 30993,56 \\ r &= 0,3624; F_{1,31} = 4,6869 (p < 0,05) \end{aligned}$$

Los ejemplares procedentes de Mata de Corozo que tuvieron los valores extremos de IGS%, 4,61 y 24,36 %, mostraron fecundidad de 3591000 y 3640500 ovocitos respectivamente. La ecuación de regresión para estas dos variables resultó no ser significativa ($p > 0,05$).

Relación fecundidad versus factor de condición (K):

La fecundidad para los individuos de Quebrada Carrasquilla que presentaron valores mínimo y máximo de K de 0,5 y 3,0, fue respectivamente estimada en 606150 y 1264050 ovocitos; y para los individuos de Mata de Corozo con K de 0,88 y 3,5 fue de 1132650 y 4565700 ovocitos respectivamente. En ambos casos, la ecuación de regresión fue no significativa ($p > 0,05$).

Fecundidad relativa (Fr):

La Fr para los individuos de Quebrada Carrasquilla con pesos (Pt) comprendidos entre 49,7 - 195,3 g, fluctuó entre 12193,92 - 4218,33 ovocitos/g ($\bar{x} = 7410,67$), resultando una regresión no significativa ($p > 0,05$) $r = 0,3123$, $F_{1,31} = 3,3505$ (Figura 2). En cambio, esta relación se torna significativa ($p < 0,05$) para las hembras de la comunidad de Mata de Corozo, las cuales mostraron un peso que osciló entre 98,4 - 478,5g y presentaron una Fr de 31932,1 - 9035,36 ovocitos/g (prom. = 9276,97), $F_{1,31} = 4,7074$ (Figura 3); siendo la ecuación de regresión:

$$Fr = 20203,22 (Pt) - 30,368$$

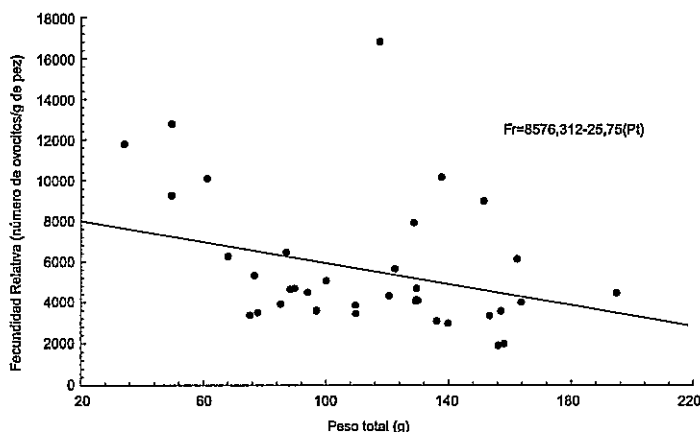


Figura 2.

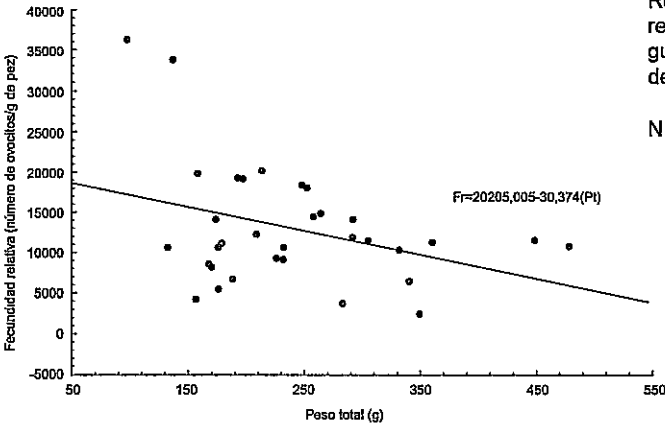
Relación entre la fecundidad relativa y el peso total de los guapotes hembras de Quebrada Carrasquilla, Panamá Viejo.

$N = 33$, $r = 0,3123$, $p > 0,05$.

Figura 3.

Relación entre la fecundidad relativa y el peso total de los guapotes hembras de Mata de Corozo, Pacora.

N = 33, $p < 0,05$.



Debido a que muchos autores (Nikolsky, 1963; Macer, 1974; Bagenal y Braum, 1968) recomiendan determinar la Fr en función del peso somático (peso total - peso gonadal), procedimos a determinar la Fr, para ambas localidades. La relación Fr *versus* peso somático fue significativa ($p < 0,05$) tanto para Quebrada Carrasquilla ($F_{1,31} = 4,2836$) (Figura 4), como para Mata de Corozo ($F_{1,31} = 6,4884$) (Figura 5).

En el caso de Quebrada Carrasquilla, la ecuación obtenida fue:

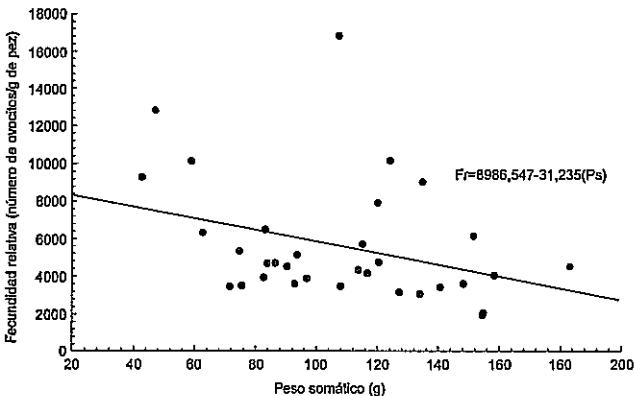
$$Fr = 8426,75 (Ps) - 29,5894$$

$$r = 0,3484; F_{1,31} = 4,2836$$

Figura 4.

Relación entre la fecundidad relativa y el peso somático de los guapotes hembras de Quebrada Carrasquilla, Panamá Viejo.

N = 33, $r = 0,3484$, $p < 0,05$.



Mientras que en el caso de Mata de Corozo, la ecuación obtenida fue:

$$Fr = 20963,66 (Ps) - 381703$$

$$r = 0,4176; F_{1,31} = 6,4884$$

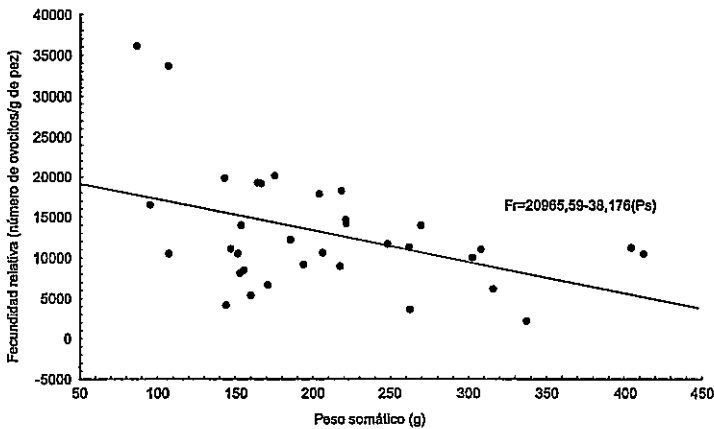


Figura 5.

Relación entre la fecundidad relativa y el peso somático de los guapotes hembras de Mata de Corozo, Pacora.

N=33, $r = 0,4176$, $p < 0,05$.

DISCUSIÓN

Problemas metodológicos en la estimación de la fecundidad del guapote:

Los ovocitos maduros de *Dormitator latifrons* son relativamente pequeños, con diámetros que fluctúan entre 0,15 - 0,25 mm (Florencio y Serrano, 1981; Bonifaz *et al.*, 1985; Clarke, 1992), razón por la cual escogimos como procedimiento para estimar la fecundidad absoluta del guapote, el denominado método de submuestreo húmedo (Bagenal y Braum, 1968).

El método, como se describió anteriormente, consiste en disolver el contenido del ovario en solución de Gilson y almacenarlo en etanol al 95%, previa dilución, se toma una alícuota a la cual se le determina el número de ovocitos. Sin embargo, Cailliet *et al.* (1986) han cuestionado la precisión relativa de dicho procedimiento. Los otros métodos disponibles y por ellos recomendados, a pesar de su mayor sensibilidad, son más adecuados para ovocitos de gran tamaño. Por esta razón, se escogió el presente procedimiento, como el más apropiado para analizar los ovocitos de *D. latifrons*.

Relación entre el peso del guapote y la fecundidad:

En las dos poblaciones estudiadas el número de ovocitos por ovario aumentó en forma directamente proporcional al peso (Figura 1), siendo esta relación significativa ($p < 0,05$) para la comunidad de Mata de Corozo, sin embargo, no es así para la comunidad de Quebrada Carrasquilla. La tendencia a presentar una relación fecundidad-peso similar ha sido demostrada para la mayoría de los teleósteos hasta ahora estudiados (Nikolsky, 1963; Claro *et al.*, 1989; Amstrong *et al.*, 1992).

Nuestros resultados son consistentes con los reportados por Bonifaz *et al.* (1985) y Florencio y Serrano (1981), quienes también encontraron para *D. latifrons* la misma relación fecundidad-peso. La no-significancia para esta misma relación en la localidad de Quebrada Carrasquilla parece sugerir que otros factores de carácter ambiental pueden estar afectando esta relación. Según Bagenal (1978), la fecundidad de un pez puede ser influenciada por el suministro de alimento, lo cual se refleja en una disminución de peso y talla y, por ende, en una disminución en el número de ovocitos.

Villarreal *et al.* (1994), reportaron que los peces de la comunidad de Mata de Corozo son en forma sostenida más grandes y robustos que los de Quebrada Carrasquilla. Estas diferencias posiblemente se deben a las condiciones degradadas de esta última comunidad con respecto a la primera, en especial en cuanto a la disponibilidad de nutrientes y sitios de postura.

Fecundidad absoluta del guapote:

La fecundidad individual de un pez es usualmente denominada, fecundidad absoluta; la cual aumenta con el tamaño, peso o edad (Bagenal, 1968). Los valores de fecundidad absoluta reportados por los investigadores ecuatorianos Bonifaz *et al.* (1985), son más bien elevados, si los comparamos con los obtenidos por nosotros, 6 millones de ovocitos *versus* 2,5 millones para Pacora y de 0,56 millones para Panamá Viejo. Esta discrepancia es debida al hecho de que ellos incluyen en su estimado no sólo los ovocitos maduros, sino también los ovocitos en reposo. Según estos autores la fecundidad absoluta es la proporción de ovocitos maduros más la de ovocitos en reposo.

En 1992, Clark, determinó histológicamente la frecuencia en tamaño de los ovocitos maduros y en reposo, estimando que tanto como el 20% de ellos se encontraban en condición de reposo. Cuando se extrae esta pro-

porción de ovocitos a los valores reportados por Bonifaz *et al.* (1985) para el Ecuador, los estimados concuerdan con los correspondientes a Mata de Corozo. Consistentemente, Florencio y Serrano (1981) reportaron valores equivalentes a los encontrados por nosotros en Quebrada Carrasquilla.

Ninguno de los grupos de investigadores antes mencionados ha evaluado la fecundidad relativa de *D. latifrons*. Nosotros hemos estimado la fecundidad relativa del guapote en 7410,67 ovocitos/g para los ejemplares de Quebrada Carrasquilla y 9266,96 ovocitos/g para los especímenes de Mata de Corozo. Estos resultados son consistentes con los resultados de Villarreal *et al.* (1994) que indican que al ser las condiciones ambientales de Mata de Corozo mejores que las de Quebrada Carrasquilla, traen como resultado que las poblaciones de peces de dicha localidad sean más fornidas y fecundas.

Desove total y desove fraccional en guapote:

Florencio y Serrano (1981) han sugerido que *D. latifrons* posee desove total, es decir que vierte todos sus ovocitos maduros durante la etapa de reproducción. No obstante, esta afirmación está en flagrante contradicción con los resultados que Clarke (1992) obtuvo mediante mediciones histológicas de los ovocitos y que sugieren que *D. latifrons* presenta un desarrollo ovocitario asincrónico grupal. Su conclusión se debe a la heterogeneidad de etapas de desarrollo de ovocitos en los ovarios del guapote por él observado.

Al estudiar la tocología de los góbioideos, Miller (1984) propuso como típico de la superfamilia la presencia de desarrollo ovocitario asincrónico grupal, lo cual nos permite extenderlo al caso de los guapotes. Esta conducta reproductiva permite considerar que no se pueda prever una relación fecundidad-peso tan robusta como la que sería posible si el desove fuera total. Concepto que se refuerza por la observación de que el período reproductivo es extenso y el reclutamiento de juveniles fraccionado (Villarreal *et al.*, 1990). En conjunto, estas observaciones confirman de forma inequívoca que la aseveración de Clarke (1992) es correcta.

Desove fraccional en la biología de *D. latifrons*:

La evidencia recabada en este estudio y los trabajos realizados por Villarreal *et al.* (1990) y Clarke (1992), permiten proponer que a pesar de las posibles diferencias nutricionales entre la comunidad de Mata de Co-

rozo y la de Quebrada Carrasquilla, los guapotes de ambas localidades presentan desove fraccional. Es posible postular, entonces, que la principal limitante ambiental para la conducta reproductiva del guapote panameño no es la disponibilidad de nutrientes, ya que aun cuando las muestras pertenecen a poblaciones diferentes, en virtud de las condiciones morfométricas de los peces (Cuadro 1), las rectas de regresión entre la fecundidad y el peso de los peces de ambas localidades, pertenecen a la misma familia (Figura 1).

Cuadro 2.

ANOVA de las regresiones número de ovocitos vs peso total (g) de las hembras de *D. latifrons*, de las comunidades de Quebrada Carrasquilla, Panamá Viejo y Mata de Corozo, Pacora.

Localidad	Regresión		Desv. de Regresión		Coef. de Reg. b	Interc. a	F.Reg.
	S.C.	C.M	S.C.	C.M			
Quebrada Carrasquilla (n=33)	3,70x10 ¹¹	3,70x10 ¹¹	3,22x10 ¹²	1,04x10 ¹¹	2909,423	235208	3,574*
Mata de Corozo (n=33)	7,66x10 ¹²	7,66x10 ¹²	3,22x10 ¹³	1,04x10 ¹²	5547,711	1154037	7,364***

Comparación entre los coeficientes:

T= 0,673 ns, las rectas son paralelas y por tanto pertenecen a una misma familia de rectas; donde el coeficiente de regresión común b=5152,902.

Comparación entre los interceptos:

t = 1919266,000***, las rectas pertenecen a una misma familia.

n = Números de peces

ns = no significativo

* = p < 0,05

*** = < 0,001

¿Cómo el *D. latifrons* de nuestras latitudes obvia los factores nutricionales?

La respuesta a esta interrogante parece estar en el hecho de que nuestros guapotes hembras son capaces de producir óvulos maduros asincrónicamente. Esta característica las faculta para entrar tempranamente al proceso reproductivo, pues hembras, aún de bajo peso, pueden invertir energía en reproducirse, ya que no necesitan madurar todos sus óvulos a la vez para expulsarlos durante la reproducción. Esto se evidencia por el hecho de que la fecundidad relativa y el peso de los guapotes estudiados mostraron una relación inversa (Figura 2 - 5).

Nuestras aseveraciones son consistentes con observaciones personales realizadas en los sitios de colecta, estas descripciones anecdóticas revelan que hembras de escaso tamaño y peso, también son cortejadas por los machos (*datos no publicados*). De esta forma, pareciese que el macho no discrimina la corpulencia de las hembras. Ante una situación como ésta, la hembra con posibilidad de expulsar gradualmente sus óvulos, está habilitada para el apareamiento; después de todo, las hembras de *D. latifrons* también seleccionan sus machos. Así, los guapotes hembras no requieren alcanzar grandes pesos ni hacer enormes gastos energéticos para entrar en el rejuogo reproductivo.

Una conducta reproductiva de este tipo es claramente consistente con la tesis de la relación entre el ciclo reproductivo del guapote y el régimen de pluviosidad (Florencio y Serrano, 1981; Villarreal *et al.*, 1987; Villarreal *et al.*, 1990). A todas luces, aquellos guapotes que pudieron adecuar su conducta reproductiva, a los períodos prolongados de pluviosidad de nuestro territorio, se impusieron sobre aquellos que no lo hicieron. La explicación más probable es que esto les permitió por un lado, garantizar rápidamente la perpetuidad de sus genes y, por el otro, extender la duración de su período de freza, aumentando así las posibilidades de que la progenie encuentre condiciones favorables para su desarrollo.

Fecundidad versus talla, IGS% y factor de condición (K) en *D. latifrons*.

Los resultados obtenidos en este estudio muestran que la longitud, IGS% y el factor de condición (K) no son buenos parámetros para estimar la fecundidad de los guapotes, ya que las regresiones entre la fecundidad y dichas variables no fueron buenas. Esto se evidencia por el hecho de que la mejor recta de regresión posible no alcanzó a explicar ni siquiera en un 40%, la relación entre la fecundidad y las variables antes mencionadas.

CONCLUSIÓN

Los guapotes de Mata de Corozo son relativamente más fecundos que los de Quebrada Carrasquilla. El número de ovocitos de los guapotes aumentó en forma directa y significativa con respecto al peso del pez. El peso de *D. latifrons* fue el parámetro morfométrico que mejor relacionó con la fecundidad relativa. En Quebrada Carrasquilla y Mata de Corozo la fecundidad relativa de los guapotes se relacionó en forma inversa con el peso del pez. El *D. latifrons* panameño parece exhibir un desove fraccional con producción asincrónica de óvulos maduros. La talla, IGS% y el factor de condición (K) no son buenos parámetros para estimar la fecundidad de los guapotes.

SUMMARY

STUDY OF CORPORAL AND GONADAL GROWING OF *Dormitator latifrons* (PISCES: ELEOTRIDAE) II. FERTILITY OF TWO LOCALITIES OF PANAMA PROVINCE.

The reports up to now presented, with regard to the reproductive cycle of the guapote (*Dormitator latifrons*) are contradictory, because some of them sustain that it is a total spawner species, whereas other suggest that the guapote shows a cyclic gonadal development and a partially asynchronous ovulation pattern.

In this work, the relationship between the fecundity and the morphometrics parameters, weight, size, GSI (%) and condition factor (K) of *D. latifrons*, was studied in two Panamanian fisheries.

The fecundity found in 33 specimens of Quebrada Carrasquilla, varied among 242550-1807650 oocytes, with an average of 569280,3 oocytes. On the other hand, the fecundity, in the same number of specimens, of Mata de Corozo fluctuated among 609750-4565700 with an average of 2486427 oocytes. In both cases, the fecundity of the guapotes increased lineally with the weight of the animal. However, these values were only significant for the community of Mata de Corozo ($p < 0,05$).

The weight of *D. latifrons* was the morphometrics parameter that better was related with the relative fecundity. So much in Quebrada Carrasquilla as in Mata de Corozo the relative fecundity of the guapotes was related in inverse form with the weight of the fish.

The size, GSI % and the condition factor (K) were not good parameters to estimate the fecundity of the guapotes.

The results obtained in this study favor the hypothesis that the Panamanian guapote has a wide reproductive pattern with asynchronous production of mature ova, due to the fact that the species presents multiple or fractional spawns.

KEYWORDS

D. latifrons, weight, partial asynchronous ovulation, multiple spawn or fractional spawn.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMSTRONG, M.A., MUSICK, J.A. y COLUOCORESSES, J.A. 1992. Age, growth and reproduction of the goosefish *Lophius americanus* (Pisces: Lophiiformes). **Fish Bull. U.S.** 90, 217-230.
- BAGENAL, T.B. y BRAUM, E. 1968. Egg and early life history. En: **Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters**. Ed. W.E. RICKER. Oxford: Blackwell Scientific Publications. IBP Handbook N° 3, 158-181.
- BAGENAL, T.B. 1978. Aspects of fish fecundity. En: **Ecology o Fresh-water Fish Production**. Ed., S.D. Gerking, pp. Oxford: Blackwell. 75-102.
- BOLGER, T. y CONNOLLY, P.L. 1989. The selection of suitable indices for measurement and analysis of fish condition. **J. Fish Biol.** 34, 171-182.
- BONIFAZ, N., M. CAMPOS y R. CASTELO. 1985. **El Chame, una Nueva Fuente de Alimentación e Ingresos**. Quito: Fundación Ciencia. 174 pp.
- CAILLIETT, G.M., LOVE, M.S. y EVELING, A.W. 1986. **Fishes: A Field and Laboratory Manual on their Structure, Identification and Natural History**. Belmont: Wadsworth Publishing Co. 174 p.
- CLARKE, M.P. 1992. **Estudio del Ciclo Reproductivo de la Hembra del *Dormitator latifrons*, Richardson 1837 (Pisces: Eleotridae)**. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología, Universidad de Panamá. 106 pp.
- CLARO, R., GARCÍA-CAGIDE, A. y FERNÁNDEZ DE ALAIZA., R. 1989. Características biológicas del pez perro, *Lachnolaimus maximus* (Walbaum), en el Golfo de Batabanó, Cuba. **Rev. Inv. Mar.** 10, 239-252.
- DAWSON, A.S. y A.S. GRIMM. 1980. Quantitative seasonal changes in the protein, lipid and energy content of the carcass, ovaries and liver of adult female plaice, *Pleuronectes Platess.* L. **J. Fish Biol.** 16, 493-504.
- DE VLAMING, V., GROSSMAN, G. y CHAPMAN, F. 1982. On the use of the gonadosomatic index. **Comp. Biochem. Physiol.** 73A, 31-39.
- DELAHUNTY, G. y DE VLAMING, V.L. 1980. Seasonal relationships of ovary weight, liver weight and fat stores with body weight in the goldfish, *Carassius auratus* L. **J. Fish Biol.** 16, 5-13.

ERICKSON, D.L., HARRIS, M.J. y GROSSMAN, G.D. 1985. Ovarian cycling of tilefish, *Lopholatilus chamaeleonticeps*, Goode and Bean, from the South Atlantic Bight, U.S.A. **J. Fish Biol.** 27, 131-146.

FLORENCIO, A. y SERRANO, M. 1981. Algunos aspectos sobre la biología del Chame, *Dormitator latifrons*. **Rev. Cienc. Mar. Limn.** 1, 73-81.

HOWELL, W.H. 1983. Seasonal changes in the ovaries of adult yellow-tail flunger, *Limanda ferruginea*. **Fish Bull.** 81(2), 341-354.

HTUN-HAN, M. 1978. The reproductive biology of the dab *Limanda limanda* (L) in the North Sea: gonosomatic index, hepatosomatic index and condition factor. **J. Fish Biol.** 13, 369-378.

MACER, C.T. 1974. The reproductive biology of the horse mackenel *Trachurus trachurus* (L) in the North Sea and English Channel. **J. Fish. Biol.** 6: 415-438.

MEDFORD, B.A. y McKAY, W.C. 1978. Protein and lipid content of gonads, liver and muscle of Northern pike (*Exos lucius*) in relation to gonad growth. **J. Fish. Res. Bd. Canada**, 35, 213-219.

MILLER, P.J. 1984. Tokology of gobioid fishes. En: **Fish Reproduction**. Eds. G.W. Potts y R.J. Wootton. Cap. 8, pp. 119-153. London: Academic Press. 403p

NAGAHAMA, Y. 1983. The functional morphology of teleost gonads. En: **Fish Physiology**, Eds. W.S. Hoar, D.J. Randall y E.M. Donaldson. Vol 9, 229-245. Nueva York: Academic Press.

NIKOLSKI, I. 1963. **The Ecology of Fishes**. Londres: Academic Press. 329 pp.

SCHLIEPER, C. 1972. **Research Methods in Marine Biology**. Seattle: University of Washington Press. 356 pp.

SIGARROA, A. 1985. **Biometría y Diseño Experimental**. IIª Parte. La Habana: Editorial Pueblo y Educación. 73 pp.

SIMPSON, A.C. 1951. The fecundity of the plaice. **Fish Invest. Ser. 2. Mar. Fish. G.B. Minist. Agric. Fish. Food**, 17(5), 1-27.

SOKAL, R.R. y ROHLF, F.J. 1979. **Biometría**. Madrid: Ediciones H. Blume. 832 pp.

STEEL, R.G.D. y J.H. TORRIE. 1985. **Bioestadística: Principios y Procedimientos**. 1ª Edición. Bogotá: McGraw Hill. 622 pp.

VAZZOLER, A.E.A. de M. 1981. **Manual de Métodos para Estudios Biológicos de Poblaciones de Peixes. Reproducao e Crescimento**. CNPq. Brasília: Programa Nacional de Zoología. 108 pp.

VILLARREAL, C.A., HERRERA, M.E., BECERRA, G.E., BERROCAL, D.G. 1994. **Estudio del Crecimiento Corporal y Gonadal del *Dormitator latifrons* (Richardson, 1837) en el Río Pacora, Panamá**. Informe final del proyecto 01-04-09-00-91-13 de la VIP, Universidad de Panamá. 23 pp.

VILLARREAL, C.A., KATSUDAS, L.M., BERROCAL, D.G., LEÓN, V., VALDÉS, E. y PROSPER, I. 1987. **Estudio del Crecimiento Corporal y Gonadal de *Dormitator latifrons* (Richardson, 1844), en el Río Abajo, Panamá**. Informe final de Proyecto de Investigación. Código 04-01/86-4. Universidad de Panamá. 35 pp.

VILLARREAL, C.A., LÓPEZ, M. DE; HERRERA, M.E. y CLARKE, M.L. 1990. Estudios del crecimiento corporal y gonadal del *Dormitator latifrons* (Pisces: Eleotridae). I. Frecuencia de talla y ciclo de madurez gonadal. **Scientia** (Panamá). 5, 29-42.

WALLACE, R. y SELMAN. K. 1981. Cellular and dynamic aspects of oocytes growth in teleosts. **Am. Zool.** 21: 325-343.

WOOTON, R.J. y MILLS, L.A. 1979. Annual cycle in female minnows *Phoxinus phoxinus* (L.), from and upland welsh lake. **J. Fish Biol.** 14, 607-618.

**RELACIÓN ARN/ADN Y CARACTERÍSTICAS
CITOMORFOMÉTRICAS DEL FILAMENTO BRANQUIAL DE
GUAPOTE, *Dormitator latifrons* (PISCES: ELEOTRIDAE)
DURANTE OSMOREGULACIÓN**

CÉSAR A. VILLARREAL, EDUARDO VALDÉS y OMAR A. DUPUY L.

Laboratorio de Fisiología Animal e Inmunobiología Dr. Erich Graetz,
Departamento de Fisiología y Comportamiento Animal,
Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología,
Universidad de Panamá.

RESUMEN

El *Dormitator latifrons* en agua dulce (AD) está expuesto a una pérdida diferencial de iones y una ganancia pasiva de agua, mientras que en agua de mar (AM) debe equilibrar una ganancia diferencial de iones y una pérdida osmótica de agua.

Las respuestas celulares y bioquímicas del filamento branquial del guapote, durante adaptación hipoosmótica, fueron evaluadas con tinción de Caim para mitocondrias y por espectrofotometría con difenilamina para el ADN y orcinol para el ARN.

Se encontró que los peces transferidos de AD a AM aumentaron el número y diámetro de células de cloro (CC) y disminuyeron la cantidad y tamaño de células de moco (CM), sin mostrar variación en la concentración branquial de ADN ($p > 0,05$). La síntesis de ADN ligada a la proliferación de CC parece compensar la pérdida de ADN, debida a la disminución de CM en la branquia durante el proceso de adaptación hipoosmótica. La concentración de ARN branquial de los peces en AM mostró un aumento sistemático mas no significativo ($p > 0,05$). El aumento sostenido aunque no significativo ($p > 0,05$), de la razón ARN/ADN branquial, es consistente con la hipertrofia de CC durante la adaptación hipoosmótica.

En conjunto, nuestros resultados muestran un aumento de la actividad de las CC branquiales de los guapotes, 72 h después de la transferencia a AM.

PALABRAS CLAVES

Dormitator latifrons, ADN, ARN, razón ARN/ADN, células de cloro, células de moco, branquias, osmoregulación.

INTRODUCCIÓN

El guapote (*Dormitator latifrons*, R) es un eleótrido que habita los estuarios Pacíficos de Mesoamérica desde Baja California al norte del Perú. El hecho de habitar las aguas salobres de los estuarios, parece haberle dotado con una enorme capacidad osmoreguladora; de hecho, independientemente uno del otro, Chang y Navas (1984) y Villarreal *et al.* (1986) han demostrado que el guapote es un pez eurihalino. Recientemente Villarreal *et al.* (1998) han calculado que el guapote tanto adaptado a agua dulce (AD) o a agua mar (AM) tiene un contenido de iones Na⁺ y Cl⁻ de aproximadamente 26% de la concentración de éstos en AM. Este nivel es muy próximo al reportado por Evans (1980) para la mayoría de los peces óseos, quien lo sitúa a un nivel de 30%. Esta situación es indicativa de que el guapote, al igual que muchos peces eurihalinos, en AD está expuesto a una pérdida diferencial de iones y una ganancia pasiva de agua, en tanto que en AM debe equilibrar una ganancia diferencial de iones acompañada de una pérdida osmótica de agua (Prosser, 1973; Evans, 1980; Villarreal *et al.*, 1993 y 1998).

El hecho de que el guapote sea capaz de mantener la concentración iónica y osmótica dentro de rangos más bien estrechos evidencia la existencia de mecanismos epiteliales de transporte, representados por la piel, riñón, intestino y branquias, capaces de realizar tal función (Rovive y Guilles, 1979; Evans, 1980; Villarreal *et al.*, 1993; Dupuy y Villarreal, 1998). De estos mecanismos epiteliales, el más estudiado por nosotros está representado por la branquia.

La branquia de los teleósteos realiza cuando menos dos funciones: respiratoria e ionoregulatoria. La última función parece estar asociada a la actividad de cuatro tipos celulares, a saber: las células de moco o mucocitos (CM); las células de cloro o ionocitos (CC), las células accesorias y las pavimentosas (Villarreal *et al.*, 1998). Consistente con esta afirmación, se ha demostrado que las CC de los teleósteos eurihalinos aumentan en

número y diámetro al ser transferidos de AD a AM (Langdon y Thorpe, 1984; Salman y Eddy, 1987; Dupuy y Villarreal, 1998). Los mucocitos también han sido involucrados en procesos osmoreguladores en especial en medios hipoosmóticos (AD). Así tenemos que se ha reportado que su número y diámetro en algunos casos son mayores en AD que en AM (Perry y Laurent, 1989; Dupuy y Villarreal, 1998).

Las variaciones en número y actividad enzimática celular pueden ser evaluadas bioquímicamente mediante la determinación de la concentración de ácidos nucleicos. En general se acepta que un incremento en la concentración de ADN, expresado en $\mu\text{g}/100$ mg de muestra, representa un aumento en el número de células presentes en los tejidos o hiperplasia. Mientras tanto, una disminución en la concentración tisular de este ácido se interpreta como el resultado de un incremento en el tamaño celular o hipertrofia. Por otra parte, aumentos o descensos en la concentración de ARN tisular son entendidos como una medida directa de la capacidad de síntesis de precursores de proteína por el tejido correspondiente (Villarreal, 1983).

Como quiera que el proceso de crecimiento tisular en los peces es el resultado de un compromiso entre los eventos de hiperplasia e hipertrofia celular, se ha considerado que un estimado de la relación ARN/ADN ($r = \text{ARN}/\text{ADN}$) es una forma más apropiada de evaluación del proceso de síntesis proteica, toda vez que es independiente de los procesos de proliferación e incremento celular (Bulow, 1970; 1987; Buckley y Bulow, 1987).

El propósito general de este trabajo es el de estudiar los procesos bioquímicos y celulares que se desarrollan durante la adaptación hiperosmótica (al AD) e hipoosmótica (al AM), como modelo de amplia aplicación a especies eurihalinas marinas y dulceacuicolas, toda vez que el principal recurso económico de Panamá, su Canal, implica actual o potencialmente el enfrentamiento de especies tanto Atlánticas como Pacíficas a retos osmóticos. Este evento se hace posible, toda vez que el uso frecuente de la vía interoceánica aumenta la necesidad de construir un canal a nivel a través del istmo panameño.

El objetivo específico fue el de comprobar cuantitativamente las respuestas de los iones y mucocitos, al ser expuestos a variaciones en la presión osmótica del medio. Las respuestas fueron evaluadas midiendo, directamente, cambios en el número y diámetro de las células antes mencionadas y, simultáneamente, las alteraciones en la concentración de precursores de la síntesis de enzimas asociadas a su metabolismo celular.

PARTE EXPERIMENTAL

Colecta de los peces:

114 especímenes de *Dormitator latifrons* de ambos sexos con $99,36 \pm 3,98$ g de peso y $15,80 \pm 0,21$ cm de longitud estándar fueron colectados en la localidad S3, ubicada en el Puente de la Reina de Panamá Viejo, Provincia de Panamá ($9^{\circ} 01' 6,6''$ N; $79^{\circ} 28' 37''$ W) (Villarreal *et al.*, 1990). Para su recolección se hizo uso de una atarraya 3,5 m de diámetro, con malla de trama de 1,5 cm, que según Yáñez-Arancibia y Díaz-González (1977) es el arte de pesca más eficiente para aguas turbias y someras de los estuarios. Una vez capturados, los peces fueron transportados al Laboratorio de Fisiología e Inmunobiología Dr. Erich Graetz, del Departamento de Fisiología y Comportamiento Animal, en bolsas plásticas y agua del mismo río. En el laboratorio, los peces fueron colocados en peceras de 75,7 L conteniendo agua de grifo declorinada, y dejados para aclimatación a las condiciones de laboratorio por un período de 7 días cuando se iniciaban los experimentos.

Experimento 1:

El propósito de este experimento fue el de tomar muestras de la branquia de los peces sometidos a choque osmótico (AM) y poder analizar cualitativa y cuantitativamente la actividad de las células de cloro y moco del filamento branquial. Para tal efecto, 28 peces fueron divididos en dos grupos, uno consistente en 16 peces y otro de 12 peces. El primer grupo fue colocado en un tanque de 75,5 L conteniendo agua de grifo declorinada constituyendo el grupo control. Mientras que los 12 restantes fueron colocados en tanques de igual volumen pero conteniendo AM filtrada obtenida en el Laboratorio de Ciencias del Mar y Limnología, ubicado en la Isla de Naos, conformando el grupo experimental. La salinidad estimada a 29°C para el agua de grifo y de mar fue de 0,0 y 30‰, respectivamente (Refractómetro, Cambridge Inst. Inc.).

Una vez concluida la transferencia se muestrearon 4 peces pertenecientes a la pecera control. De allí en adelante, se tomaron 3 peces diarios por pecera durante 4 días. Los peces eran sacrificados por sobreenestesia con MS-222 y finalmente se les extraía la branquia.

Tratamiento histológico:

Las branquias fueron fijadas en solución de Bouin por un período no mayor de 72h, decalcificadas (HNO_3 10%), deshidratadas en alcohol etílico

en grado creciente, aclaradas en xilol e incluidas en parafina. Se realizaron cortes histológicos de 3 μm de espesor y las placas así obtenidas fueron teñidas por el método de Cain para mitocondria (Lillie y Fullmer, 1976).

Se evaluó la actividad celular de la branquia en forma cuantitativa y cualitativa, mediante la determinación de los índices celulares conocidos como diámetro, densidad celular y tintorialidad para 25 CC o CM presentes en un corte longitudinal del filamento branquial de cada pez.

El primero, el diámetro consiste en determinar, mediante el uso de un micrómetro ocular, la longitud y ancho celular dividido entre 2 ($LC = L+A/2$). El segundo, la densidad, comprende el número de CC o CM presentes en $7,5 \times 10^{-4} \text{ mm}^2$ de región interlamelar.

El nivel de tintorialidad consistió en adjudicar subjetivamente las categorías de celeste intenso y claro a las CM y de rojo intenso o claro para las CC.

Experimento 2:

El fin de este experimento fue el de analizar la actividad sintética del epitelio branquial del guapote durante adaptación hipoosmótica (AM). Con tal propósito, 86 especímenes de guapote fueron divididos en dos grupos y sometidos a las mismas condiciones antes descritas. Se procedió entonces a sacrificar por decapitación, entre 6 y 11 animales a las 0, 6, 24, 48, 72 y 96 h y a tomar muestras de branquias, tanto de peces experimentales como controles. Los filamentos branquiales fueron removidos de los arcos branquiales y secados en un horno a 80°C y la muestra seca fue pulverizada con un mortero. Seguidamente a 100mg de muestra se le extrajo el contenido de nucleoproteína en TCA frío y el de ácidos nucleicos en TCA caliente. Finalmente se procedió a determinar espectrofotométricamente la cantidad de ácido nucleico en la muestra por colorimetría de difenilamina para el ADN y orcinol para el ARN (Bulow, 1970; 1987; Buckley y Bulow, 1987).

Métodos estadísticos:

Se hizo uso de los procedimientos estadísticos no paramétricos de *Chi cuadrado*, *Kruskal-Wallis* y *U de Mann-Whitney* (Sokal y Rohlf, 1979). Para tal efecto se hizo uso del programa blando True Epistat. Los resultados se expresan como promedios \pm ES.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contenido de ácidos nucleicos:

Las branquias de los guapotes transferidos de AD a AM no mostraron variación en la concentración de ADN ($p > 0,05$) con respecto al control (AD) (Figura 1a). Por su parte, el contenido branquial de ARN de los animales experimentales (AM) mostró un aumento sistemático mas no significativo ($p > 0,05$) con respecto al control (AD) (Figura 2).

La concentración de ARN al inicio del experimento fue de $2852,67 \pm 803,74 \mu\text{g} / 100 \text{ mg}$ de peso seco (AD). Al final del experimento fue de $3914,07 \pm 1337,63$ y de $3602,99 \pm 1347,42 \mu\text{g} / 100 \text{ mg}$ de peso seco del experimental (AM) y el control (AD), respectivamente.

La relación ARN/ADN muestra que a lo largo del período experimental las diferencias entre ambos tratamientos no fueron significativas ($p > 0,05$), con excepción de las 72h cuando las branquias del animal experimental (AM) presentaron una concentración significativa en la síntesis de ARN con respecto a la de ADN (Figura 3a). Este resultado puede ser interpretado asumiendo que el tejido experimental (AM) está sintetizando más proteína y sus precursores que el control (AD). Como quiera que el primer tejido (experimental) no varía significativamente su contenido de ADN, mientras que el segundo (AD) lo aumenta (Figura 1a), la conclusión obvia es que en este último tejido los procesos de hiperplasia (proliferación celular) superan los de hipertrofia (agrandamiento celular). Mientras tanto en el animal experimental ambos procesos están en equilibrio. Puesto que bioquímicamente la branquia del animal experimental no varió su contenido de ADN y, por ende, no varió su densidad celular, la conclusión evidente es que el tejido está incrementando el contenido branquial de ARN.

Respuestas celulares del epitelio branquial:

- Diámetro y densidad celular:

El diámetro celular de los ionocitos y mucocitos muestra una conducta inversa durante adaptación hipoosmótica (AM) (Figuras 3b,c). En efecto, la branquia de los peces adaptados a AM incrementó significativamente ($p < 0,05$) el diámetro y número de las CC con respecto a la branquia control (AD) a partir de las 48h de experimentación (Figuras 1b, 3b). Por ejemplo, a las 72h los ionocitos del pez en AM presentaron un diámetro de $7,00 \pm 0,107 \mu\text{m}$ con respecto a los controles que mostraron diámetros

de $6,30 \pm 0,122 \mu\text{m}$. Mientras que las densidades de las CC fueron de $3,37 \times 10^5 \pm 0,31$ y $2,53 \times 10^5 \pm 0,31 \text{cel/cm}^2$, respectivamente. Diferencialmente las células de moco descendieron en diámetro y en número al ser sometidos a AM (experimental) con respecto al control (AD) (Figuras 1c, 3c). En efecto, con excepción de las muestras a las 72h, el diámetro de estas células fue significativamente menor ($p < 0,05$) para todas las horas de muestreo en las branquias adaptadas al AM (Figuras 3c). En tanto, su densidad en AM también mostró significativamente ($p < 0,05$) un menor número de células de moco por área (Figura 1c).

El resultado como un todo indica que mientras los ionocitos en AM muestran un aumento en tamaño (hipertrofia) y en densidad (hiperplasia), las de moco disminuyen de tamaño y declina su actividad mitótica (Figuras 1b,c, 3b,c).

- Actividad tintorial:

Las células también se comportan diferencialmente cuando comparamos las respectivas actividades tintoriales. En general, para las CC el rojo se hizo más intenso a medida que el pez permanece más tiempo en AM, mientras que esta propiedad se hace menor en AD (Figura 3b). Se exceptúan las 72 y 144h cuando lo inverso fue cierto (Dupuy y Villarreal, 1998).

Los mucocitos, en cambio, tendieron tener intensidades menos conspicuas en AM a lo largo del experimento (Figura 3c) (Dupuy y Villarreal, 1998).

El incremento en diámetro y tintorialidad es comúnmente interpretado como el resultado de tres procesos celulares, síntesis, almacenamiento y secreción de productos (Villarreal, 1983).

El aumento en diámetro (hipertrofia celular) será el resultado de un incremento en síntesis y almacenamiento, acompañada de una liberación moderada de productos. Tal evento vendría acompañado con un incremento en tintorialidad (almacenamiento de productos) (Figuras 3b, c).

Si las afirmaciones anteriores son correctas, las CC en AM incrementan su tamaño por acumulación de productos (tintorialidad) y en número por un incremento en la actividad mitótica, que se evidencia como un incremento en densidad celular. Por el contrario, las CM en AM decrecen en número y tamaño pero su actividad secretora es elevada. Este último aspecto resalta notoriamente por una disminución significativa en tintorialidad a las 96 h (Dupuy y Villarreal, 1998).

-Relación entre la síntesis de ácidos nucleicos (AN) y los parámetros celulares evaluados:

Los resultados obtenidos en el experimento 1 (respuestas citológicas) y 2 (respuestas bioquímicas) son consistentes entre sí (Figuras 1 - 3). En este sentido, el hecho de que el contenido de ADN del filamento branquial se mantuviera constante durante la adaptación hipoosmótica del guapote refleja la dinámica conjunta de la población de CC y CM branquiales de *D. latifrons* cuando es transferido directamente desde AD a AM (Figuras 1a, b, c).

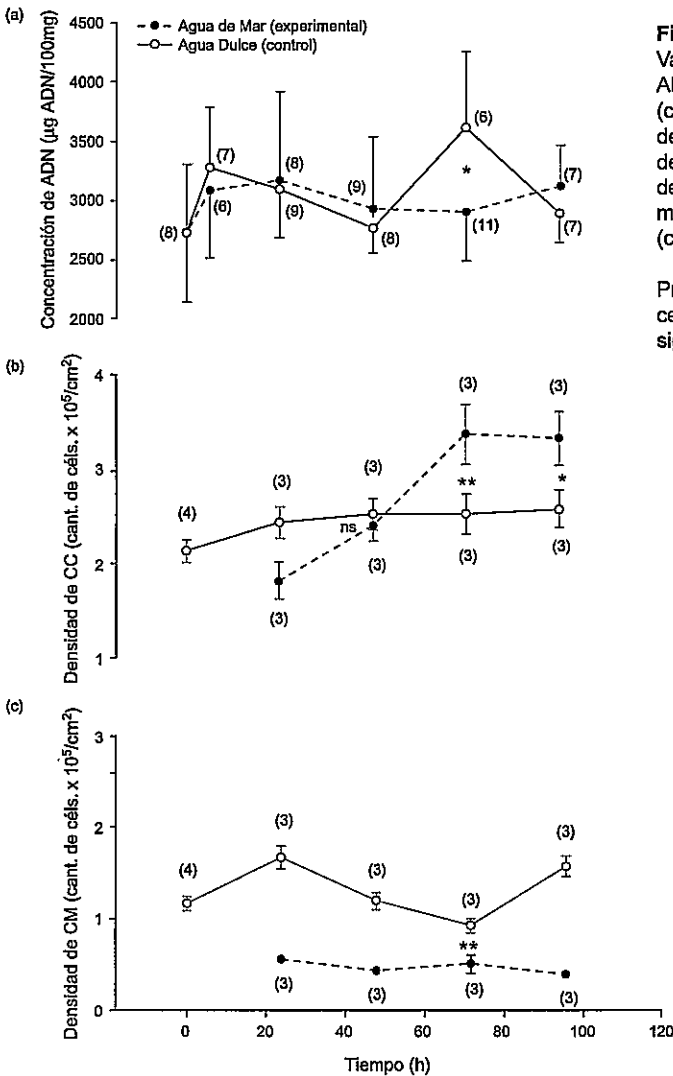


Figura 1. Variación en la concentración de ADN (a) y en la densidad celular (cantidad de células $\times 10^5 \text{ cél./cm}^2$) de células de cloro (b) y de células de moco (c) del filamento branquial de *D. latifrons* sometido a agua de mar (experimental) y agua dulce (control).

Promedio \pm ES. N: número de peces. * $p < 0,05$. ** $p < 0,01$. ns: no significativo.

En vista de que la metodología utilizada para medir la concentración de AN no permite discriminar la cantidad de AN correspondiente a cada tipo celular (se utilizó filamento branquial completo), los resultados bioquímicos bien pueden deberse a que al traslaparse la hiperplasia de las CC (Figura 1b) con la disminución de las CM (Figura 1c) en la branquia de los animales experimentales (AM), la síntesis de ADN ligada a la proliferación de CC compensa la pérdida de ADN debida a la disminución de CM (Figura 1a), durante el recambio celular que opera en el filamento branquial a lo largo del proceso de adaptación hiposmótica.

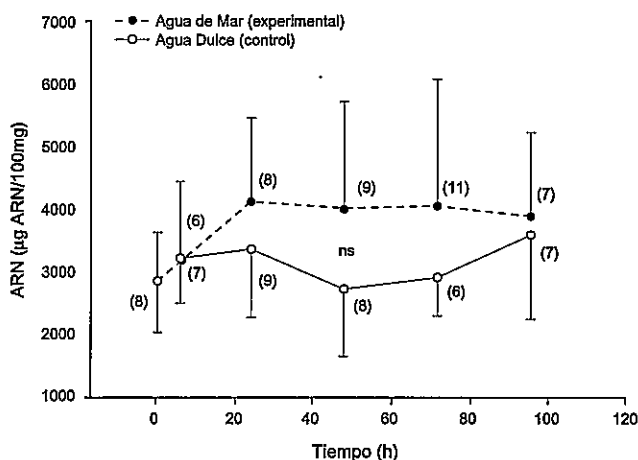


Figura 2.

Variación en la concentración de ARN del filamento branquial de *D. latifrons* sometido a agua de mar (experimental) y agua dulce (control).

Promedio \pm ES. N: número de peces. ns: no significativo.

Algunas consideraciones técnicas deben ser tomadas en cuenta al momento de discutir los resultados de concentración de ARN y de la relación ARN/ADN. La inestabilidad del producto coloreado de la reacción entre el orcinol y el ARN puede justificar el *ruido de fondo* introducido en la data durante la medición de la concentración de ARN y, por ende, en la determinación de la razón ARN/ADN. Este *ruido* explica el por qué aunque existieron diferencias entre la razón ARN/ADN de controles y experimentales, dichas diferencias, en general, no fueron significativas ($p > 0,05$). De allí que consideremos que el aumento sostenido aunque no significativo ($p > 0,05$), de la razón ARN/ADN del filamento branquial de los guapotes durante la adaptación hiposmótica (Figura 3a), concurda con los eventos de hipertrofia y la marcada tintorialidad de las CC, suscitados en la branquia de los peces experimentales (AM) (Figura 3b).

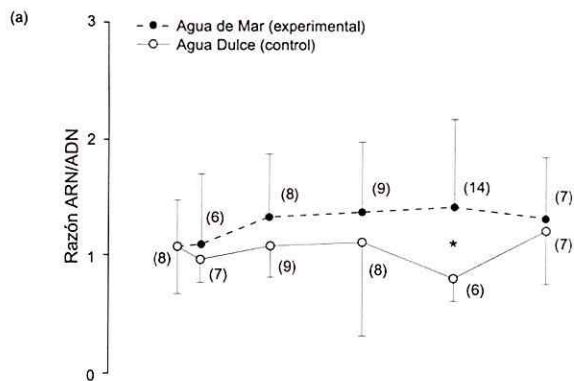
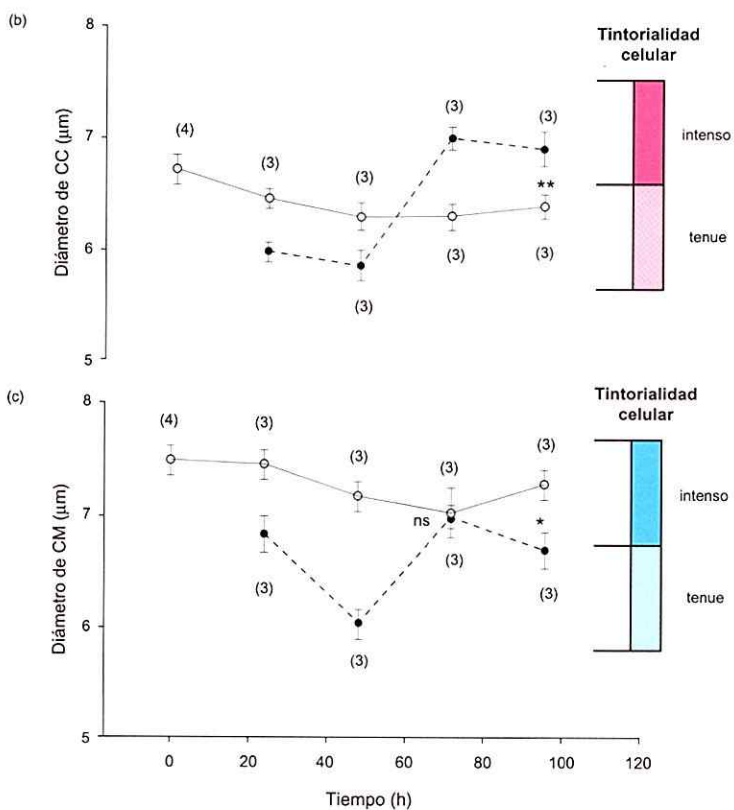


Figura 3.

Variación en la razón ARN/ADN (a), en el diámetro (μm) y tintorialidad celular de células de cloro (b) y de células de moco (c) del filamento branquial de *D. latifrons* sometido a agua de mar (experimental) y agua dulce (control).

Promedio \pm ES. N: número de peces. * $p < 0,05$. ** $p < 0,01$. ns: no significativo.



CONCLUSIÓN

A todas luces, el crecimiento y la tintorialidad conspicua de las CC, así como el discreto incremento de la razón ARN/ADN del filamento branquial de los guapotes sometidos a AM, denota una mayor actividad celular después de 72 h de la transferencia directa desde AD a AM.

Un proceso de recambio celular entre CM y CC, debe estar ocurriendo para mantener constante la concentración de ADN en el filamento branquial de *D. latifrons*, durante la adaptación hipoosmótica.

SUMMARY

RELATION RNA/DNA AND CYTOMORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF THE BRANCHIAL FILAMENT OF GUAPOTE, *Dormitator latifrons* (PISCES: ELEOTRIDAE) DURING OSMOREGULATION.

Dormitator latifrons in freshwater (FW) is exposed to a differential ions losses and a passive water gain, while in saltwater (SW) it should balance a differential gain of ions and an osmotic loss of water. Cellular and biochemical responses of guapote's branchial filament during hipoosmotic adaptation, were evaluated with Cain's stain for mitochondria and by colorimetric technique with diphenylamine reagent for DNA and orcinol reagent for RNA. It was found that transferred fishes from FW to SW, increased the number and diameter of chloride cell (CC) and decreased the quantity and size of mucous cell (MC), without showing variation on branchial concentration of DNA ($p > 0,05$). Synthesis of DNA due to proliferation of CC seems to compensate loss of DNA, due to decrease of MC in gill during process of hipoosmotic adaptation. Branchial RNA concentration of fishes in SW showed a systematic but not significant increase ($p > 0,05$). Even though sustained increase of branchial RNA/DNA ratio was not significant ($p > 0,05$), agrees with hypertrophy of CC during hipoosmotic adaptation. On the whole, our results show an increase of the branchial CC activity of guapotes, after 72 h of transfer to SW.

KEYWORDS

Dormitator latifrons, DNA, RNA, RNA/DNA ratio, chloride cells, mucous cells, gills, osmoregulation.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUCKLEY, L.J. y BULOW, F.J. 1987. Techniques for the estimation of RNA, DNA and protein in fish. En: **Age and Growth of fish**. Eds: R.C. Summerfelt y G.E. Hall, pp. 345-354. Des Moines: The Iowa State University Press.

BULOW, F.J. 1970. RNA-DNA ratios as indicators of recent growth rates of a fish. **J. Fish. Res. Bd. Canada**, 27, 2343-2349.

BULOW, F.J. 1987. RNA-DNA ratios as indicators of growth in fish: A review. En: **Age and Growth of Fish**. Eds: R.C. Summerfelt y G.E. Hall, pp. 45-64. Des Moines: The Iowa State University Press.

CHANG, B.D. y NAVAS, W. 1984. Seasonal variations in growth, condition a gonads of *Dormitator latifrons* (Richardson) in the Chone River Basin, Ecuador. **J. Fish Biol.**, 24, 637-642.

DUPUY L., O.A. y VILLARREAL, C.A. 1998. Respuestas del epitelio branquial del guapote, *Dormitator latifrons* (Richardson, 1837) durante adaptación osmótica. **Scientia** (Panamá), 13(1), 7-25.

EVANS, D.H. 1980. Osmotic and ionic regulation by fresh water and marine fishes. En: **Environmental Physiology of Fishes**. Ed: M.A. Ali, pp. 93-122. Nueva York: Plenum Press.

LANGDON, J.S. y THORPE, J.E. 1984. Responses of gill Na^+/K^+ ATPase, SDH activity and chloride cell number adaptation in Atlantic salmon, *Salmo salar*. **L. Aquaculture**, 24, 323-331.

LILLIE, R. y FULLMER, H.M. 1976. **Histopathologic Technic and Practical Histochemistry**. Nueva York: McGraw-Hill. 942 pp.

PERRY, S.F. y LAURENT, P. 1989. Adaptational responses of rainbow trout to lower external NaCl concentration: Contribution of the branchial chloride cell. **J. Exp. Biol.**, 147, 147-168.

PROSSER, C.L. 1973. **Comparative Animal Physiology**. 3ª Edición. Filadelfia: W.B. Saunders Company. 966pp.

ROVIVE, G. y GILLES, R. 1979. Intracellular inorganic osmotic effector. En: **Mechanisms of Osmoregulation in Animals**. Ed: R. Gilles. Cap. 3, p. 83-154. Chischester: John Wiley & Son.

SALMAN, N.A. y EDDY, F.B. 1987. Responses of chloride cell numbers and gill Na^+/K^+ ATPase activity of freshwater rainbow trout (*Salmo gairdneri*, Richardson) to salt feeding. **Aquaculture**, 61, 41-48.

SOKAL, R.R. y ROHLF, F.J. 1979. **Biometría**. 1ª Edición. Madrid: H. Blume Ediciones. 832pp.

VILLARREAL, C.A. 1983. **The Role of Light and Endocrine Factors in the Development of Bimodality of Growth in the Juvenile Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.)**. Tesis Doctoral, Departamento de Biología, Universidad de Stirling, Stirling, Escocia. 308 pp.

VILLARREAL, C.A., DE LÓPEZ, M.A., DE VICENTI, F., FANILLA, E. y BERROCAL, D.G. 1986. Adaptación osmótica del góbido eurihalino *Dormitator latifrons* (Richardson). **Scientia** (Panamá), 1(1), 9-15.

VILLARREAL, C.A., DE LÓPEZ, M.A., HERRERA, M.E. y CLARKE, M.L. 1990. Estudios del crecimiento corporal y gonadal del *Dormitator latifrons* (Pisces: Eleotridae). I. Frecuencia de tallas y ciclo de madurez gonadal. **Scientia** (Panamá), 5(2), 29-42.

VILLARREAL, C.A., DE LÓPEZ, M.A., VALDÉS, E.A., BERROCAL, D.G. y HERRERA, M.E. 1993. Respuestas osmoadaptativas del guapote, *Dormitator latifrons* (Richardson, 1837) durante la transferencia directa hacia y desde agua de mar. **Revista Universidad**, IV Época, (48), 69-78.

VILLARREAL, G., C.A., DUPUY L., O.A. y VALDÉS M., E.A. 1998. Respuestas bioquímicas y celulares del epitelio branquial del guapote, (*Dormitator latifrons* PISCES: Eleotridae) durante transferencia directa desde agua dulce a agua de mar. VI Congreso Nacional de Ictiología. Tuxpam, México. Resúmen p.10.

YÁÑEZ, A. y DÍAZ, G. 1977. Ecología trofodinámica de *Dormitator latifrons* (Richardson) en nueve lagunas costeras del Pacífico de México (Pisces: Eleotridae). **An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univer. Nal. Auton. México**, 4, 125-140.

ATRAYENTES PARA FELINOS

RICARDO S. MORENO R.

Escuela de Biología,
Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología,
Universidad de Panamá,

Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI),
Apartado 2072, Balboa, Ancón,
Panamá, República de Panamá.

Agrupación de Actividades Biológicas (AGAB)

Los felinos son considerados depredadores oportunistas, los cuales en el ecosistema en donde habitan, abaten principalmente a presas más débiles, abundantes o enfermas (Emmons, 1987; Rabinowitz y Nottingham, 1986; Aranda, 1994). Éstos realizan un importante papel ecológico regulando las poblaciones de las especies que constituyen sus presas (Hoogsteijn *et al.*, 1992).

El estudio directo de los felinos es crítico y difícil debido a su baja densidad, hábitos nocturnos y por su conducta esquiva (Nowell y Jackson, 1996); por tal razón los investigadores dedicados al examen de la fauna han estado a la búsqueda de diversos métodos para detectar la presencia de animales tan evasivos como los gatos silvestres y otros mamíferos de hábitos similares.

En la actualidad se ha puesto de moda el uso de estaciones olfativas (atrayentes). Este método se ha aplicado con éxito al estudio de los coyotes, osos negros, mapaches, zorros, zarigüeyas, lince y otras especies de mamíferos silvestres (Aranda, 1998).

El método de atrayente (aromas de carne y *catnip* o hierba gatera) fue utilizado por Chapman (1929) en el Monumento Natural Isla de Barro Colorado, obteniendo buenos resultados; en Costa Rica, Chinchilla (1994) probó un atrayente exclusivo para felinos llamado *bobcat urine* y sus re-

sultados demostraron que este método es más efectivo durante la estación seca que en la lluviosa. En un zoológico de los Estados Unidos se utilizó como atrayente olfativo el perfume cosmético *Obsession*, de Calvin Klein, y resultó positivo para pumas, ocelotes y linceos. En Costa Rica se ha probado esta sustancia con jaguares y ha sido efectiva (Dr. Eduardo Carrillo, *Comunicación personal*); y en Texas (E.U.) también se han hecho pruebas con ocelotes.

El Programa de Ciencias Ambientales, dirigido por la Dra. Jacalyn Giacalone y Greg Willis, en conjunto con el Dr. Joseph Wright y el autor, están utilizando en la Isla de Barro Colorado, *Obsession*, de Calvin Klein para mujer, con el fin de atraer a los felinos a una cámara de rayos infrarrojos para así poder obtener mejores fotos cuando ésta es activada. Este procedimiento ha demostrado ser un adecuado atrayente de mamíferos selváticos permitiéndonos obtener excelentes fotografías (Figura 1).



Figura 1.
Foto de puma (*Puma concolor*), tomada en el Monumento Natural Isla de Barro Colorado, olfateando el atrayente *Obsession*, de Calvin Klein para mujer, que ha sido untado a un trozo de rama

Foto cortesía de:
Dra. J. Giacalone, 28/5/2000.

A ciencia cierta, no sabemos en realidad qué efecto ejerce esta fragancia sobre estos animales, pero desde un punto de vista investigativo, resulta muy efectiva la combinación atrayente/cámara; permitiéndonos realizar censos con mucha precisión. El método ha facilitado la obtención de muchas fotos de ocelotes (*Leopardus pardalis*) y de dos pumas (*Puma concolor*) y otros animales que se acercan al atrayente, tales como los tapires (*Tapirus bairdii*). El Dr. A. Rabinowitz (*Comunicación personal*, 1999) opina que los felinos quizás lleguen al atrayente por curiosidad; mientras que Rafael Samudio (*Comunicación personal*, 1999) cree que posiblemente el atrayente ejerce su efecto por estar ubicado en sitio muy transitado por ellos (ámbitos hogareños). Los resultados aquí anotados no permiten descartar ninguna de las hipótesis antes mencionadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANDA, M. 1994. Importancia de los Pecaries (*Tayassu sp.*) en la Alimentación del Jaguar (*Panthera onca*). Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz, Méjico. 62, 11-22.

ARANDA, M. 1998. "Curso Intensivo". Identificación e Interpretación de Rastros de Mamíferos Silvestres. Instituto de Ecología, Méjico. 57pp.

CHAPMAN, F.M. 1929. *My Tropical Air Castle*. Nueva York: D. Appleton.

CHINCHILLA, F. 1994. La Dieta del Jaguar (*Panthera onca*), el Puma (*Felis concolor*) y el Manigordo (*Felis pardalis*), (*Carnivora, Felidae*), y dos Métodos de Evaluación de su Abundancia Relativa en el P.N. Corcovado, Costa Rica. Tesis de Maestría, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 49pp.

EMMONS, L. 1987. Comparative Feeding Ecology of Felids in a Neotropical Rainforest, Behavior: *Ecology and Sociobiology*. 20, (4), 271-283.

HOOGESTEIJN, R; HOOGESTEIJN, A y MONDOLFI, E. 1992. El Dilema Depredación vs. Conservación del Jaguar y Análisis de la Mortalidad de Bovinos Causada por Felinos en Tres Hatos del Llano Venezolano. I **Cursillo de Manejo de Fauna y Zoocriaderos**. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora", Guanare, Venezuela. pp. 43-59.

NOWELL, K. y JACKSON, P. 1996. *Wild Cats*. Int. Union. Conserv. Nat. and Nat. Resour. (IUCN). Gland. Switzerland. 382pp.

RABINOWITZ, A. y NOTTINGHAM, B. 1986. Ecology and Behavior of the Jaguar (*Panthera onca*) in Belize, Central America. *J. Zool Lond.* (A) 210, 149-159.

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro agradecimiento al Profesor Jacobo Araúz por la corrección del presente manuscrito; igualmente a la estudiante Laura Pineda R. por invertir tiempo valioso en escribirlo a computadora y a mi amigo Publio González.



INSTRUCCIONES PARA LOS COLABORADORES

POLÍTICA

El propósito de la Revista *Scientia* es publicar resultados de investigación originales e inéditas, en ciencias básicas y tecnología. La Revista se reserva el derecho de aprobar o rechazar los trabajos presentados a su consideración. Los originales de los trabajos aprobados permanecerán en los archivos del Editor.

Los trabajos aceptados serán publicados bajo el entendimiento de que el material presentado, o parte del mismo, no ha sido publicado previamente, ni tampoco esté siendo considerado para su publicación en otra revista, siendo los autores los únicos responsables por la exactitud y la veracidad de los datos y afirmaciones presentadas, y también por obtener, cuando el caso lo requiera, los permisos necesarios para la publicación de los datos extraídos de trabajos que ya estén en la literatura.

Todos los manuscritos presentados a la consideración de esta Revista, serán evaluados por especialistas que asesoran al Director y Editor, quienes juzgarán el contenido de los mismos, de acuerdo a su excelencia técnica y a las instrucciones editoriales vigentes.

Los nombres de los evaluadores serán mantenidos en estricta reserva; sin embargo, sus comentarios y recomendaciones serán enviados por el Editor a los autores para su debida consideración. Una vez evaluado el trabajo, le será devuelto a los autores junto con los informes del

Editor y los Evaluadores. El Director se reserva el derecho de introducir modificaciones, cuando lo juzgue conveniente.

La Revista publicará cada dos años un suplemento que contendrá los Índices de Materias y de Autores.

Las galeras serán enviadas a los autores, antes de la impresión final, para que hagan las debidas correcciones.

Los artículos deben estar redactados en idioma español, portugués o inglés. Los artículos redactados en otros idiomas deberán ser consultados con el Consejo Editorial.

Para todas las unidades utilizadas en el trabajo se adoptará el Sistema Internacional de Unidades de acuerdo con el informe publicado por la Organización Mundial de la Salud: **Las Unidades SI para las Profesiones de la Salud**, 1980.

Se espera que los artículos presentados contengan información novedosa y que estos representen una contribución substancial al avance de esa área del conocimiento. La Revista también podrá publicar Notas y Comunicaciones Cortas como una vía rápida de divulgación de resultados recientes de marcada relevancia científica, producto de investigación en curso o terminadas; en estos casos, los autores deben escribir sus resultados en forma de párrafos, manteniendo al mínimo el

uso de figuras, cuadros y subtítulos, sin excederse de 1500 palabras o su equivalente. Su aceptación y publicación final quedan a criterio del Director. Se recomienda reducir al máximo las notas de pie de páginas. Estas deben ser designadas con sobrescritos arábigos en el orden en que aparecen en el texto.

PRESENTACIÓN DE LOS ARTÍCULOS

CORRESPONDENCIA

Los manuscritos y toda correspondencia deberán ser dirigidos al Director de la Revista **Scientia**, Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, Universidad de Panamá, Estafeta Universitaria, Panamá, República de Panamá. Tel. 223-9985 y 264-4242.

TEXTO

El texto de los trabajos (incluyendo el resumen, las referencias bibliográficas y las notas, así como los cuadros e inscripciones de las figuras) debe ser presentado en triplicado (originales y 2 copias), escritas mediante el procesador de palabras Microsoft Word e impreso a doble espacio, en tinta negra y en papel bond 22 x 28 cm (8-1/2" x 11"). El margen izquierdo debe ser de 4.0 cm (1.2") y el derecho de 2.5 cm (1") y el inferior de 2.5 cm (1"). Los autores deben indicar en el texto o mediante anotaciones al margen, la localización de las figuras, los cuadros, los esquemas, etc.

En la primera página del artículo debe aparecer: el título en mayúsculas centrado seguido del primer nombre, la inicial y el apellido del autor (o autores) debidamente espaciado del título también centrado. Seguidamente del (los) autor(es) debe aparecer la dirección postal completa de la Unidad Académica o institución donde fue realizado el

trabajo. De ser posible, suministre el teléfono del autor principal por separado. Si la dirección actual de alguno de los autores fuera diferente de la anterior, indíquese en esta página colocando un número sobrescrito sobre el nombre de ese autor y colocando la dirección en una nota de pie. Se entenderá que el primero de los autores mencionados será a quien se le enviará la correspondencia, a menos que se indique lo contrario. Inmediatamente después de la dirección postal debe aparecer el Resumen en español seguido de un mínimo de palabras o frases-claves para el Índice de Materias.

Los subtítulos principales en el texto (v.g. RESUMEN, INTRODUCCIÓN, etc.) se colocarán en el margen izquierdo en mayúscula.

Cualquier otro subtítulo debe colocarse también al margen izquierdo, pero con sólo la primera letra de cada palabra en mayúscula.

Cada página debe ser enumerada e identificada escribiendo el apellido del autor(es) y el año: (D' Croz, 1998); (v.g. Villarreal, 2 de 10).

Las referencias que se mencionan en el texto deben ir entre paréntesis con el apellido del autor(es) y el año (D' Croz, 1998); Torres, Paredes y Aversa (1997); (Díaz *et al.*, colaboradores, 1996).

ESTRUCTURACIÓN DEL MANUSCRITO

El manuscrito debe estructurarse de la siguiente manera: RESUMEN, PALABRAS O FRASES CLAVES, INTRODUCCIÓN, PARTE EXPERIMENTAL, RESULTADOS Y DISCUSIÓN, CONCLUSIÓN, SUMMARY (resumen en inglés), REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS y AGRADECIMIENTO.

La selección del título conlleva una gran responsabilidad ya que debe reflejar en pocas palabras la esencia del trabajo y debe facilitar la recuperación de la información pertinente a través de sistemas computarizados.

RESUMEN

Todo artículo debe contener un resumen de no más de 200 palabras y debe describir, en forma concisa y precisa, el objetivo de la investigación, así como los principales logros y conclusiones. Debe poder leerse y entenderse en forma independiente del texto principal pero podrán citarse figuras, cuadros, etc., del texto. Se debe tener presente que el resumen será la parte más leída de su trabajo.

INTRODUCCIÓN

La introducción debe dejar claro el propósito de la investigación, los antecedentes y su relación con otros trabajos en el mismo campo, sin caer en una revisión exhaustiva de la literatura pertinente.

PARTE EXPERIMENTAL

Esta sección debe contener todos los procedimientos con el detalle suficiente de los pasos críticos que permita que el trabajo pueda ser reproducido por un personal idóneo. Los procedimientos que ya estén en la literatura sólo deben ser citados y descritos, a menos que se hayan modificado substancialmente. Se debe incluir también el detalle de las condiciones experimentales bajo las cuales fueron obtenidos los resultados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados pueden presentarse en forma de figuras, esquemas o cuadros; sin embargo, los resultados simples se pueden presentar directa-

mente en el texto. La discusión debe ser concisa y debe orientarse hacia la interpretación de los resultados.

CONCLUSIÓN

Esta sección debe incluir solamente un resumen de las principales conclusiones del trabajo y no debe contener la misma información que ya ha sido presentada en el texto en el resumen.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Se debe utilizar el sistema de Harvard para las referencias bibliográficas, con el(los) apellido(s) del(los) autor(es) y la fecha de publicación en el texto, y el listado de las referencias debe estar ordenado alfabéticamente, considerando solamente el apellido del primer autor citado para cada referencia.

El título de las revistas debe ser abreviado de acuerdo con algunas de las siguientes referencias: *World List of Scientific Periodical* (4ª. ed.), *World Medical Periodical* (UNESCO, 2da ed.) o *Bibliographic Guide for Editors and Authors*. The American Chemical Society (disponible en el Centro de Información y Documentación Científica y Tecnológica de la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado). Si la abreviatura de la revista no está listada en ninguna de estas publicaciones, se debe escribir el título completo.

La exactitud de las referencias bibliográficas citadas es de la entera responsabilidad del autor. Los trabajos no publicados pero formalmente aceptados para su publicación deben citarse "en prensa"; de otra forma, cítelos como "resultados-no-publicados". Las "comunicaciones personales" deben indicarse en el texto e incluir fecha de comunicación y dirección de la persona.

Las referencias bibliográficas deberán aparecer ordenadas de la siguiente forma:

- Artículos científicos:

AGUIRRE, R.L., MARTINEZ, I.S. y CALVO, C. 1986. Mecanismos de la acción antiespasmódica intestinal de las flores de *Matricaria chamomilla* L. *Rev. Biol. Trop.*, 27(2), 189-201.

- Libros:

BUNGE, M. 1984. *La investigación científica: su estrategia y filosofía*. Colección "Convivium" No. 8. Barcelona: Editorial Ariel, S.A. 544 pp.

HOLMES, W.N. y DONALDSON, E.M. 1969. The body compartments and the distribution of electrolytes. En: *Fish Physiology*. Eds: W.S. Hoar y D. Randall. Vol. 1, p. 1-89. Nueva York: Academic Press.

FARMACOPEA INTERNATIONAL. 1980. 3^a edición. Vol. I. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. 56 pp.

HARRIS, J. y DUNCAN, I.S. (Eds.) 1982. *Constantes de disociación de ácidos orgánicos en solución acuosa*. Londres: Butterworth: págs. 234 y 296.

- Tesis:

LEON, A.J. 1986. *Estructura Económica de Panamá*. Tesis de Doctorado, Universidad de Londres, Londres. 120 pp.

- Simposium-Seminario-Conferencia:

MARINO, I.C. 1984. La problemática de la economía panameña. II Congreso Científico Nacional, 2-4 diciembre. Universidad de Panamá. Resumen No. 28. (*en manuscrito*)

NAVARRO, S.G., VEGA, J. y SERRANO, I. *Resultados no publicados*.

AGRADECIMIENTO

Seguido de las referencias, puede incluir un párrafo breve de agradecimiento por apoyo económico, técnico o de cualquier otra índole.

ILUSTRACIONES

Las figuras (un original y dos copias) deben presentarse en su forma final para su reproducción; es decir en tinta china y en papel especial de dibujo de tamaño 22 x 28 cm (8-1/2" x 11"). Cada figura debe estar acompañada de un título una inscripción explicativa. No escriba ni el título ni la inscripción sobre la figura.

Los títulos y las respectivas inscripciones de cada figura deben ser escritos a máquina a doble espacio en hojas separadas en forma de listado. Detrás de cada figura debe aparecer el nombre de los autores, el título del manuscrito, el número y una señal que indique la parte superior de la figura, todo esto escrito tenuemente con lápiz. Las ilustraciones pueden también presentarse en papel brillante de fotografía en blanco y negro. Las fotografías no deben ser menores de 10 x 12 cm (6" x 4"). Cada ilustración (con su título e inscripción debe ser inteligible en forma independiente del texto principal.

CUADROS

Los cuadros (un original y dos copias) deben ser utilizados solamente para presentar información en forma más efectiva que en el texto. Deben poseer un título bien descriptivo, el cual, junto con los encabezados de las columnas, deben describir su contenido en forma inteligible sin necesidad de hacer referencias al texto principal. La misma información no debe ser reproducida en los cuadros y en las figuras. Se deben numerar en forma consecutiva (usando números arábigos) en el orden en que se citan en el texto. Las notas de pie en los cuadros se deben entrar en letra minúscula y se deben citar en el cuadro como sobrescrito.

Scientia

Revista de Investigación de la Universidad de Panamá

Para correspondencia, canje o suscripción dirigirse a:

Centro de Información y Documentación Científica y Tecnológica (CIDCYT)

Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, Estafeta Universitaria,
Universidad de Panamá, Panamá, República de Panamá.
Teléfonos 264-4242; 232-9985; 263-6133 Ext 309 - 310.
Fax (507) 264-4450.
(507) 223-7282.

Correo electrónico: upvip@ancon.up.ac.pa

Tarifa (Suscripción anual):

Personal en Panamá.....	B/ 8,00
Personal Exterior.....	US\$ 12,00
Institucional América Latina y el Caribe.....	US\$ 16,00
Institucional Resto del Mundo.....	US\$ 20,00

Precio de ventaB/ 5,00

A las personas o instituciones interesadas en recibir permanentemente la Revista **Scientia**, sírvanse completar el formato presente y junto con el mismo remitan giro o cheque (a nombre de Fundación Universidad de Panamá - Vicerrectoría de Investigación y Postgrado). La tarifa incluye la suscripción anual correspondiente a dos números, incluyendo importe por correo.

Nombre o Institución

Dirección.....

Ciudad Zona Postal.....

Provincia (o Estado)País

ÍNDICE

ENTOMOLOGÍA

LUNA, I.G., CASTILLO, B., MANCILLA, R.,
CIGARRUISTA, N. y GIRÓN, C.
Comparación de la dinámica poblacional de las
moscas del gusano barrenador (*Cochliomyia*
hominivorax) (Diptera: Calliphoridae) dentro y en el
borde del bosque del Parque Natural Metropol-
itano, 1995-1996..... 7

ARAÚZ, B., AMORES, R. y MEDIANERO, E.
Diversidad y distribución de insectos acuáticos a lo
largo del cauce del Río Chico (Provincia de Chi-
riquí, República de Panamá)..... 27

CAMBRA, R. A., y SANTOS, A.
Diversidad de avispas esfécidas (Hymenoptera:
Sphecidae) en el Parque Nacional Coiba, Pana-
má..... 47

FISIOLOGÍA

HERNÁNDEZ, K.L., y GÓMEZ, J.A.
Acondicionamiento e inducción al desove de re-
productores de *Pinctada imbricata* Röding (1798)
del Caribe colombiano..... 61

BECERRA, G.E., VILLARREAL, C.A., y PONCE, M.
Estudio del crecimiento corporal y gonadal del
Dormitator latifrons, (Pisces: Eleotridae) II. Fecun-
didad en dos localidades de la Provincia de
Panamá..... 81

VILLARREAL, C.A., VALDÉS, E. y DUPUY, O.A.
Relación ARN/ADN y características citomor-
fométricas del filamento branquial del guapote,
Dormitator latifrons (Pisces: Eleotridae) durante
osmoregulación..... 101

NOTA CIENTÍFICA

MORENO, R.S.
Atrayentes para felinos..... 115