

Diciembre de 1998

ISSN 0258-9702

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

SCIENTIA



SCIENTIA

Vol. 13 • No. 2

Vol. 13 • No. 2 • Diciembre de 1998



**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. Rolando Murgas Torrazza
VICERRECTOR ACADÉMICO**

**Mgter. Julio A. Vallarino R.
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO**

**Dr. Justo Medrano V.
VICERRECTOR DE EXTENSIÓN**

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

**Mgter. Gloriela de Rengifo
VICERRECTORA ADMINISTRATIVA**

**Prof. Egbert N. Wetherborne
SECRETARIO GENERAL**

NOTA EDITORIAL

La ciencia forense era hasta hace poco una disciplina circunscrita a la profesión médica; sin embargo, lentamente se ha ido abriendo a otros oficios. Este cambio se debe en gran medida a la mayor complejificación tanto de la actividad científica como de la social. En efecto, cada día fallece un mayor número de ciudadanos por causas diversas siendo difícil detectar las razones que llevaron a tal deceso. Es aquí donde hace su entrada la actividad ejercida por el Profesor Percis Garcés, entomólogo egresado de la Maestría en Entomología de nuestra Primera Casa de Estudios. Este investigador se dedica a la enojosa tarea adscrita a la Entomología Forense, la cual consiste en identificar los insectos encargados de descomponer cadáveres, tanto como determinar la secuencia con la que una población de insectos sucede a otra, durante dicha actividad. Este oficio permite establecer con extremada precisión no sólo cuándo pudo ocurrir un fallecimiento, sino que puede contribuir a clarificar las causas del mismo. Nos complace sobremanera haber incluido en este número un excelente ejemplo de la importancia y dificultad asociada a esta disciplina.

El papel más importante desempeñado por la Revista *Scientia* es el de ser la memoria del conocimiento científico acumulado por los panameños. Esta labor la ha realizado la Revista mediante la publicación periódica de artículos científicos dedicados a recoger informes acerca de la distribución, taxonomía y ecología de las especies que habitan nuestros bosques y aguas litorales. Se acostumbraba presentar dichos informes en publicaciones internacionales diversas, a las cuales rara vez tenemos acceso. La Revista ha intentado corregir esta distorsión. En este sentido se inscriben los artículos de los Profesores J. Araúz G. y J. Rincón C. acerca de la distribución de murciélagos en la Provincia de Bocas del Toro y el de los Profesores D. Sánchez, A. Mejía y M. Diéguez sobre algunos aspectos de la dinámica de población de ciertos moluscos que habitan las costas panameñas. Los artículos de Sánchez *et al.* y de Carrasco *et al.* son especialmente relevantes porque reflejan no solo el interés que despierta el estudio de los componentes faunísticos de nuestro entorno, sino porque muestran lo fecundo que resulta, para la actividad científica, la unión de cultores de disciplinas muy distantes como lo son la Zoología y la Estadística Abstracta. La Revista seguirá dando especial atención a la publicación de este tipo de informes científicos.

Desde hace poco tiempo a esta parte se ha dado en aplicar el término tecnología de punta a los instrumentos más avanzados del arsenal tecnológico desarrollados por la ciencia moderna. Y es el propósito manifiesto de la Universidad de Panamá convertirse en el faro desde donde se irradie el uso de dichas tecnologías. Es en este marco en el que se inscribe el artículo de los Profesores A. Mojica y N. Florsch, en el cual se explica el uso de los méto-

dos de inducción electromagnética y de resistividad eléctrica del suelo, con el propósito de estudiar la estructura geológica del subsuelo. Estas metodologías nos devuelven como resultado una imagen coloreada de dicha estructura. La imagen así obtenida es una figura que vela /oculta/ lo mismo que devela /revela/. Esta dualidad, la de revelar ocultando, ha alienado la ciencia moderna de sus usuarios más inmediatos, el ciudadano común y corriente. La Revista, al exponer la belleza de la imagen coloreada de los espectros de conductividad y resistividad eléctrica, ha querido desmistificar el carácter alienante de la visión fenomenológica de la ciencia, la cual parte del equívoco de tomar la representación de los objetos materiales como la *cosa en sí*. Los instrumentos científicos y sus productos no son otra cosa de nuestra *voluntad de saber*. La Revista pretende ahora acercar al lector menos especializado a la práctica de la voluntad de saber, que consiste en sorprenderse ante la multifacética manifestación del *ser de las cosas*.

FAUNA TANATOLÓGICA ASOCIADA A CADÁVERES DE GATOS DOMÉSTICOS

PERCIS A. GARCÉS

Departamento de Zoología,
Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología,
Universidad de Panamá.

RESUMEN

Se determinó la fauna tanatológica en restos de gatos domésticos en el Campus Central de la Universidad de Panamá, Provincia de Panamá, mediante dos ensayos realizados en las estaciones seca y lluviosa. Los adultos de Diptera fueron capturados con una red manual, en tanto que las larvas de los mismos fueron colectadas por medio del embudo de Berlese modificado. Se capturaron un total de 109 especies de Arthropoda correspondientes a 29 familias ubicadas en nueve Ordenes y tres Clases. Se identificaron y caracterizaron cinco estados de descomposición denominados: fresco, hinchazón, pudrición, momificación y restos. Se registró una mayor diversidad y abundancia poblacional de Arthropoda durante la estación lluviosa que en la seca. Los Diptera Sarcophagidae y Calliphoridae fueron los grupos dominantes durante ambas estaciones con 17 y 12 especies respectivamente.

PALABRAS CLAVES:

Taxonomía, Diptera, fauna tanatológica.

INTRODUCCIÓN

La utilización de insectos como instrumento para fines científicos y, en especial, para esclarecer algunos acontecimientos involucrados en muertes naturales o en acciones criminales violentas data de los siglos XV y XVI cuando Francisco Redi intentó poner fin a la Teoría de la Generación Espontánea. De ahí que la acción de los Diptera de colocar huevos sobre la materia orgánica descompuesta ha llamado la atención a investigadores en diversas

épocas, refiriéndose a sus estados como señales dejadas a su paso sobre un cadáver. Atendiendo a estas consideraciones, se ha definido la ocurrencia de una fauna asociada a cadáveres, la cual aparentemente aparece en secuencia continua y está estrechamente ligada a los estados de descomposición.

Los acontecimientos biológicos considerados al deceso de un animal o persona involucran la participación de diversas especies de insectos cuyas características varían para cada región. El esclarecimiento de estos hechos, en la práctica, puede ayudar a la interpretación de los sucesos relacionados con la muerte de un ser vivo, particularmente en el tiempo transcurrido desde dicho evento hasta la localización del cadáver, lo cual constituye una importante herramienta en la Medicina forense.

La utilización de cadáveres humanos con fines de investigación es poco probable por razones obvias, por lo cual frecuentemente se han utilizado cadáveres de otros animales para caracterizar la fauna tanatológica de cada región, el conocimiento de la cual será de utilidad para ajustar criterios en el campo de la Medicina legal.

Con este fin se realizó el presente trabajo de investigación cuyos objetivos fueron: identificar la fauna tanatológica que afecta a los tejidos de animales muertos y determinar la sucesión de las poblaciones de la fauna tanatológica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio:

Con la finalidad de estudiar la fauna asociada a los cadáveres, se seleccionó un espacio abierto de 15 x 15 m en el campus central de la Universidad de Panamá; la cual se encuentra localizada entre la Avenida Manuel Espinosa Batista, por la vía Simón Bolívar (Transistmica) y por la Avenida José de Fábrega (Figura 1). El área es de superficie plana y con cubierta vegetal casi uniforme de alrededor de dos pies de altura, localizada debajo de la proyección de la copa de los árboles tratando de evitar una intensa exposición a la luz solar.

La Ciudad de Panamá se encuentra ubicada en una zona de vida clasificada como Bosque Húmedo Premontano; presenta una precipitación anual promedio en 22 años de 2335,9 mm (de 1970 a 1991); temperatura promedio de 26,8 °C y humedad relativa promedio de 77% (datos suministrados por el Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación, 1992).

Como sustrato se utilizaron gatos domésticos (*Felis domesticus*) de 2 a 3 Kg., previamente adormecidos con cloroformo, que fueron sacrificados por congelamiento y cuyos cadáveres, 24 horas después, fueron expuestos al ambiente; dos de éstos se instalaron sobre un soporte de alambre y el tercero sobre un embudo de Berlese modificado. Los especímenes fueron distribuidos en triángulo con una separación aproximada de seis metros entre ellos (en concordancia con Early y Goff ,1986).

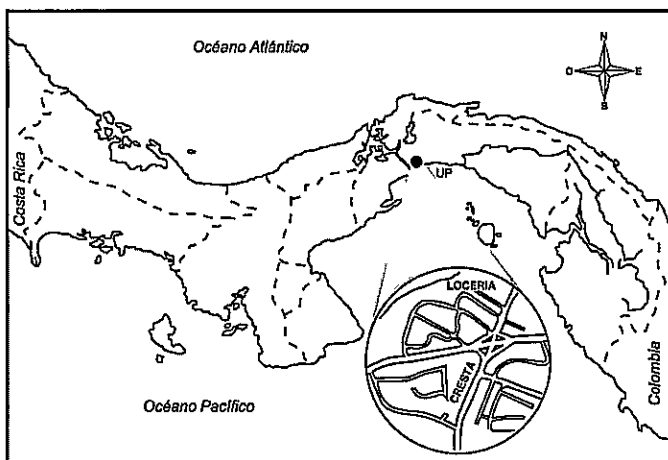


Figura 1. Mapa de la Ciudad de Panamá, mostrando la ubicación del ensayo.

El primer ejemplar se expuso al aire libre sobre una malla de alambre de espacio libre cuadrangular de dos hilos por 2,54 cm para evitar el contacto con el suelo. Este espécimen se sujetó a la malla con hilo de nilón para evitar que fuera removido por algún vertebrado carroñero; sobre este ejemplar se hicieron los registros acerca de los cambios físicos asociados al proceso de descomposición y capturaron con una red manual los diversos grupos de insectos que visitaron o realizaron alguna actividad sobre el cadáver.

El segundo ejemplar fue introducido en una jaula, de 64 x 44 x 33 cm construida con alambre galvanizado de espacio libre romboidal de un hilo por 2,54 cm, con el lado superior abierto para permitir el acceso de los insectos y registrar sus actividades. Al igual que en el primer caso se capturaron insectos merodeadores de carroña evitando su perturbación y extrayendo la cantidad mínima posible.

El tercer ejemplar se colocó directamente sobre el embudo de Berlese de 60 x 40 cm. (proporcionado por la Escuela de Biología), el cual se enterró de modo que su borde superior quedó al mismo nivel del suelo, y se protegió de la lluvia con un techo plástico de una sola pendiente, con base en la metodología propuesta por Bornemissza (1957). Tres días después de observar la ovipostura de las moscas en la carroña, se colocó una jaula de alambre de 15 x 15 x 15 cm en el extremo inferior del embudo con un recipiente de vidrio que contenía la solución Pampel's.

Esta técnica se empleó específicamente para coleccionar larvas de Diptera y en forma general a sus depredadores o algunos insectos asociados al suelo. La solución Pampel's junto con las larvas se retiró diariamente a partir del cuarto día hasta el día vigésimo noveno y posteriormente cada tres días hasta cuando se completó la evacuación total de las larvas del cuerpo. El período de observación para este proyecto en su fase inicial fue de aproximadamente ocho horas diarias los cuatro primeros días, que posteriormente fueron

reducidas a seis horas cotidianas. Por razones de logística, se hicieron tres durante la mañana y tres durante la tarde.

El primer ensayo para la época lluviosa se inició el 19 de septiembre de 1991 y concluyó el 28 de noviembre del mismo año, en tanto que el ensayo para la época seca se inició el día 28 de febrero de 1992 y culminó el día 13 de abril de 1992.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción y caracterización de los estados de descomposición de los cadáveres:

El mecanismo de la descomposición es un proceso continuo desde el momento en que ocurre la muerte, cuando se inician una serie de transformaciones físicas y bioquímicas secuenciales y difíciles de precisar, las que son seguidas por cambios morfológicos progresivos asociados a fuertes olores fétidos producidos inicialmente por un metabolismo anaerobio y posteriormente por otro aerobio, los cuales tienden a acelerar significativamente este proceso.

Diversos autores han subdividido este proceso (Chapman y Sankey, 1955; Bornemissza, 1957; Payne, 1965; Johnson, 1975; Keh, 1985 y Braack, 1987) atendiendo a una serie de acontecimientos naturales y, aunque éstos son categóricamente inadecuados o imprecisos de medir en la naturaleza, estas subdivisiones sirven para aclarar la dinámica de dicho proceso. Por ello, el número y el tiempo en que transcurren estos estados están fundamentados en la interpretación subjetiva de un proceso mucho más complejo, el cual ha sido simplificado con base en la sucesión cronológica de dichos eventos, aunados a las modificaciones secuenciales que ocurren en la carroña y a la percepción de ciertos acontecimientos biológicos que están estrechamente asociados a los cambios que se producen en el cadáver. Por ende y para efecto de una mejor interpretación de los resultados del presente trabajo, se identificaron y definieron los siguientes estados para este mecanismo.

- Estado fresco (1 a 2 días)

Comprendió el momento en que se colocó el cadáver ligeramente congelado hasta el descongelamiento cuando adquirió una apariencia física normal como si el animal estuviera dormido (Figura 2). Aquí se observó la emanación de fluido sanguíneo por la boca y la nariz.

Según Payne y King (1968), en este estado se produce la difusión de los fluidos corporales que se manifiesta con la decoloración de la piel y la aparición de manchas azuladas y verdosas. De acuerdo con Early y Golf (1986), durante este estado se inicia la autólisis por el rompimiento de las moléculas de proteínas y carbohidratos complejos, en compuestos mucho más simples. Jirón y Cartin (1981) reportan que Hobson identificó este estado como de

decoloración y señaló que durante el inicio de este período los tejidos son ácidos y no son adecuados para ser consumidos por las larvas, por lo que éstas se alimentan del líquido de las interfibras musculares. Durante el estado fresco no ocurrieron cambios morfológicos evidentes en los cadáveres y fue muy reducida la oviposición sobre los mismos, concordando esto con lo registrado por Tullis y Goff (1987).



Figura 2.
Cadáver de gato sobre el embudo de Berlese, mostrando el estado fresco en el proceso de descomposición.

- Estado de hinchazón (3 a 7 días)

Se inicia cuando aparece un ligero abultamiento en la región abdominal, hasta cuando se produce una hinchazón que se va intensificando progresivamente hasta alcanzar una máxima expansión, inducida por los gases que se forman en el intestino del animal (Figura 3). Otros signos adicionales de este estado son: ojos desorbitados, el afloramiento de intestinos y lengua, los cuales son proyectados hacia afuera; concomitantemente se va intensificando el olor por toda el área adyacente a los cuerpos. Early y Goff (1986) informan que la formación de estos gases es producida por la actividad metabólica de las bacterias anaeróbicas y termina cuando ocurre el rompimiento de la piel por la penetración de las larvas al interior del cuerpo, provocando consecuentemente la salida de los gases.



Figura 3.
Cadáver del gato sobre la malla de alambre demostrando el estado de hinchazón.

Johnson (1975) sostiene que la duración de este estado tiende a variar entre 2 a 5 días durante la estación de verano, y hasta varias semanas durante la temporada de invierno.

- Estado de pudrición (8 a 12 días)

Se inicia con el rompimiento de la pared del cuerpo, inducida por la extrema presión interna de los gases y por la actividad barrenadora de las larvas de Diptera, lo cual trae como consecuencia una disminución progresiva de la hinchazón en la región abdominal, acompañada subsiguientemente de la exposición de las vísceras, liberación de gases y líquidos internos que derivan en la detección de un fuerte y penetrante olor característico de la pudrición (Figura 4). Durante este estado se produce la entrada del aire y se inicia la descomposición aeróbica de las proteínas (Johnson, 1975; Jirón y Cartin, 1981).

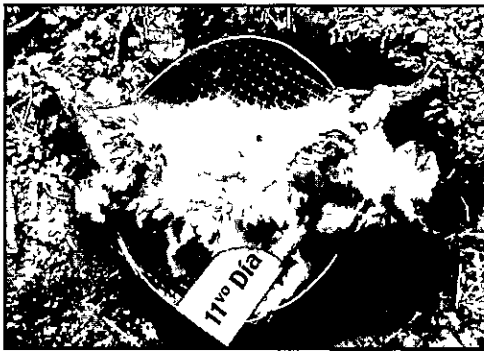


Figura 4.
Cadáver de gato exhibiendo el estado de pudrición.

Otros autores, como Payne (1963) y McKinnerney (1978), dividieron este estado en dos, íntimamente relacionados entre sí: pudrición activa y pudrición avanzada. Sin desestimar la interpretación de ambos autores, deseamos señalar que no encontramos elementos tangibles que sirvieran para hacer esta distinción, por lo que consideramos que ambas condiciones corresponden a un solo estado, el que gradualmente va evolucionando hasta alcanzar una nueva situación.

Encontramos diferencias muy marcadas entre este estado, durante la época lluviosa y la seca; sobre todo por la intensa retención de agua por la vegetación del suelo, debido a las lluvias constantes, así como a la baja tasa de evaporación en la superficie de los cadáveres, los cuales tienden a conservar por más tiempo la humedad por debajo del cuerpo. La época seca, en contraste con la época lluviosa, no presentó ningún signo de humedad, sino más bien un medio saturado por el aire caliente circundante, el que rápidamente tiende a reseca la piel de los cadáveres.

- Estado de momificación (12 a 20 días)

Se inicia con la desaparición del tejido graso, la piel presenta una apariencia reseca y fuertemente adherida a los huesos en las extremidades y cola, con orificios que exponen parte del esqueleto, escasos fluidos corporales por debajo del cadáver y, además, se agudiza el desprendimiento del pelo en las regiones dorsal, abdominal y en las extremidades, siendo posible detectar un característico olor rancio (Figura 5).



Figura 5.
Cadáver de un gato doméstico mostrando la condición del estado de momificación en el proceso de descomposición.

Payne (1965) identificó este estado en un cadáver colocado dentro de una caja y lo caracterizó por presentar una deshidratación lenta, mínima pérdida de los fluidos y con una duración de dos meses. En nuestras observaciones, este estado se evidenció en la carroña que se protegió de la lluvia y posteriormente en los otros tres cuerpos que estuvieron expuestos al aire libre durante la temporada seca. En ambas ocasiones, el proceso de descomposición fue similar hasta el estado de pudrición, a partir del cual, con la pérdida progresiva de los líquidos tisulares, una gran parte de los tejidos musculares no fue consumida por las larvas; esto trajo como consecuencia la retención de la piel por un período mayor de tres meses, a diferencia de los cuerpos expuestos durante la época lluviosa que duraron tan solo un mes. Esto difiere con lo registrado por Payne (1965) y es posible que estas diferencias se deban principalmente a que el cuerpo, en este caso, no estuvo expuesto a los componentes físicos del medio ni a la acción directa de los insectos. También se notó que esta retención de la piel hizo que el olor rancio se percibiera por más tiempo en los alrededores del área, por lo que aún en un estado de momificación avanzado, los insectos siguieron siendo atraídos por la carroña.

- Estado de restos (22 días en adelante)

Se reconoce cuando se hace evidente la desintegración de la piel, permaneciendo tan solo algunos fragmentos dispersos de ésta, pelos, cartílagos y huesos con algunos restos de piel seca. Diversos autores (Bornemissza,

1957; Payne, 1965; Johnson, 1975 y McKinnerney, 1978) han identificado este estado como el estado seco, conteniendo los mismos elementos que fueron observados en este estudio.

Asociación de los artrópodos con los estados de la descomposición:

- Estado fresco (1 a 2 días)

Cuando se colocaron los tres cadáveres de los animales en el sitio de estudio, el primer ejemplar de Diptera que arribó fue una mosca adulta de Calliphoridae a los cuatro minutos y seguidamente una de Sarcophagidae; ambas exploraron activamente por entre el pelo de uno de los cuerpos. Otros grupos, que también concurren el primer día de observación, fueron: Phoridae, Drosophilidae, Muscidae, Otitidae, Sepsidae, Micropezidae, Neriidae, Braconidae, Formicidae, Staphylinidae y Diplopoda. Durante este estado, la principal actividad fue la alimentación de las emanaciones del fluido sanguíneo, producidas por el descongelamiento de los cuerpos y fue llevada a cabo por Phoridae, Drosophilidae y, en algunas ocasiones, por Otitidae, mientras que algunos Diplopoda, Formicidae y Muscidae se alimentaron de los exudados provenientes de la membrana interdigital en las extremidades .

El segundo día se observó la ovipostura por Calliphoridae en las regiones del ano, vientre y por debajo del cuerpo en la región latero-abdominal por entre el pelo de la carroña, a la vez que huevos presumiblemente de Phoridae fueron colocados dispersos en paquetes de por lo menos tres, en los alrededores de la boca, nariz y ojos.

- Estado de hinchazón (3 a 7 días)

Durante el inicio de este estado y a medida que avanzaba el mismo, empezaron a llegar e ir aumentando un mayor número de Calliphoridae, las cuales presumimos aparecieron por la progresiva dispersión del olor por el aire. Aproximadamente al cuarto día, se observó un aumento progresivo en el número de ejemplares y de especies que coincidió con la mayor oviposición en todo el cuerpo del animal, aunque también empezaba a hacerse notorio el movimiento de las larvas en la región dorsal del cadáver. De las oviposuras se destaca el hecho de que algunos Calliphoridae colocaron sus huevos adheridos al pelo, mientras que otros los dejaron en la superficie de la piel. Sin embargo, también pudimos apreciar que, durante la época seca, los huevos que, presumimos, son de Calliphoridae, al parecer fueron dispersados por todas partes del cuerpo por las hembras sin ningún tipo de estrategia, principalmente por la región ventral del cuello, lo cual produjo que éstos prontamente se desecaron por la intensa exposición al sol a la que estuvieron sometidos.

Por otro lado, la actividad de ovoviviparidad de algunas Sarcophagidae parece estar limitada a los orificios naturales y a los pliegues de las membranas inter-

digitales, donde se observó que éstas colocaron de tres a cuatro larvas pequeñas pero muy activas, las que inmediatamente tienden a penetrar a través de estas áreas con lo cual consiguen refugiarse y escapar a los componentes atmosféricos adversos.

Al quinto y sexto día fue mucho más evidente el desplazamiento de las larvas hacia áreas del cuerpo más protegidas y a la vez más húmedas, observándose al final una gran masa de éstas por debajo de la carroña. De igual modo se apreció que, a estas alturas del proceso, algunas larvas, principalmente de *Chrysomya albiceps* empezaron a abandonar el cuerpo y a buscar sitios óptimos para la pupación. Chapman y Sankey (1955), al observar carroñas de conejo, encontraron que los Díptera fueron los únicos consumidores en la descomposición de éstos e indicaron que la disminución de las poblaciones de larvas al quinto día puede ser resultado de una intensa competencia entre ellas y a la tendencia de abandonar la carroña para pupar. Estudios realizados por Kentner y Streit (1990) demostraron que existen diferencias entre las especies de Díptera que acuden a las carroñas, lo cual es una adaptación de las moscas que llegan primero para garantizar suficiente alimento a las larvas. Según Denno y Cothran (1975), la presencia de los Calliphoridae reduce la capacidad de reproducción de los Sarcophagidae, por lo que éstos últimos requieren de cierta estrategia de colocar pocas larvas que rápidamente colonizan las carroñas frescas, antes de que ocurra la sobrexplotación del nicho por Calliphoridae.

En nuestro estudio encontramos que los Sarcophagidae arriban simultáneamente con los Calliphoridae y, aunque los primeros sean desplazados en la competencia por el nicho, su habilidad para llegar y colonizarlo les permite utilizar mejor los tejidos frescos de la carroña durante los estados iniciales de la descomposición, razón por la cual sus larvas adquieren un mayor crecimiento y desarrollo que los Calliphoridae.

Algunas especies como *Cochyomya macellaria*, *Chrysomya spp.* y *Ophyra aenescens* fueron observadas copulando en los alrededores de la vegetación, a la vez que otras familias como Sepsidae, Muscidae y Sarcophagidae continuaron aumentando al final de este estado, mientras que otros especímenes de Micropezidae, Otitidae, Neriidae, Drosophilidae y Phoridae permanecieron en números muy reducidos. Algunos Hymenoptera como Braconidae, *Gnathopleura testacea* (Szepliget) fueron vistos colocando huevos sobre las carroñas al tercer día, mientras que algunos especímenes de Vespidae, *Polybia occidentalis*, que arribaron esporádicamente a la carroña, fueron observados cargando larvas de Díptera. Por otra parte, diferentes especies de hormigas, así como las arañas Salticidae, fueron los depredadores más activos de las larvas que se desplazaron sobre el cadáver, en tanto que los Staphylinidae y los Histeridae fueron los grupos de mayor actividad por debajo del cuerpo, permaneciendo ambos en muy estrecha asociación con el medio viscoso que empezaba a formarse, el cual, a su vez, les permitió enterrarse fácilmente en el suelo y escapar rápidamente cuando el animal era removido para hacer las observaciones. También estos Staphylinidae se notaron muy activos sobre el cadáver cuando se introducían entre el pelo para capturar las larvas que

se iban desplazando. Otros artrópodos que coexistieron en el microclima viscoso fueron: Collembola, Diplopoda, larvas de Dermaptera, Mycetophagidae y Acaros.

- Estado de pudrición (8 a 12 días)

Con la explosión y subsecuente disminución de la hinchazón de la carroña, al inicio, en los dos primeros días de este estado, los Calliphoridae se constituyeron en el grupo dominante y actuaron específicamente alimentándose de los líquidos tisulares derramados, concentrándose mayormente donde la explosión causó la rotura de la piel, sobre todo en las vísceras expuestas, proyecciones del ano, tanto en excrementos como en intestinos y sobre la cabeza del animal (Figura 6).

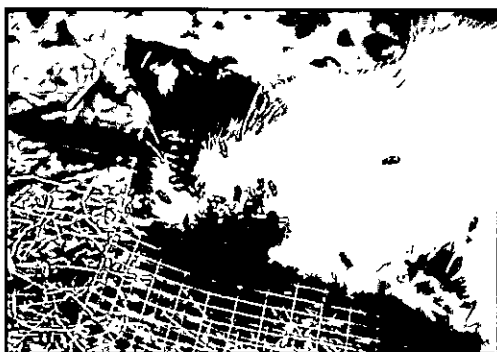


Figura 6.
Adultos de Calliphoridae alimentándose del fluido de las vísceras de gato doméstico.

Grandes masas de larvas permanecieron expuestas moviéndose vigorosamente entre las vísceras en un medio parcialmente acuoso. Según Johnson (1975), las carroñas son la principal fuente de alimento y proteínas tanto para las larvas de Calliphoridae como para los adultos. Casi a la mitad y al final de este estado, la población de Calliphoridae ha mermado considerablemente, a la vez que continuaron apareciendo especímenes de otras familias, convirtiéndose en los nuevos grupos "dominantes" como los Muscidae, (*Ophyra aenescens*, *Fannia spp.* y *Musca domestica*), Sepsidae y Sarcophagidae en primer orden y, Phoridae y Otitidae en segundo plano, durante el proceso de descomposición. De igual forma, se apreció que al décimo día muchas larvas de *Chrysomya albiceps* abandonaron los restos buscando sitios próximos al cadáver para iniciar la pupación; muchas de estas larvas fueron presas fáciles de las hormigas quienes las atrapan con sus mandíbulas y las paralizan dirigiendo su abdomen hacia adelante por la parte ventral e inyectando alguna sustancia que resta vigorosidad y resistencia a las larvas, las que posteriormente son cargadas por la hormiga, hasta por lo menos diez metros de la carroña. En el caso de las arañas, fueron observadas atrapando tanto larvas de moscas como algunos especímenes adultos de *Fannia spp.* y *Ophyra aenescens* de un solo salto.

Un fenómeno interesante se notó durante este estado y fue la construcción de capullo en forma de celdas individualizadas conformadas con el pelo del animal, las cuales aparecen deliberadamente entretrejidas de forma tal que sirvieron de albergue a una especie de larva en particular. Esta acción fue interpretada como una estrategia de protección con cierto grado de especialización para escapar de un medio con demasiada humedad, el cual, a pesar de ser útil para el desarrollo de las larvas, pudiera ser letal si sobrepasa el límite máximo para su normal desarrollo. Tullis y Goff (1987), en una isla de Hawái, observaron adultos tenerales de *Chrysomya megacephala* a los 16 días en el estado de postpudrición.

Aproximadamente a los 15 y 18 días se observaron formas tenerales merodeando sobre el capullo, las cuales emergieron de las celdas; algunas presentaban su apariencia casi normal, en tanto que otras presentaron sus alas poco desarrolladas o incompletas y en ocasiones con alas atrofiadas. Muchos de los grupos presentes compartieron el medio semiviscoso y rico en proteínas que se formó por debajo del animal, el cual, además de servir de alimento, proporcionó albergue temporal tanto a las especies de larvas que exitosamente cohabitaban como a otras comunidades de organismos debidamente conformados como lo fueron: Diplopoda, Collembola, Scarabaeidae, Mycetophagidae, Nitidulidae, Staphylinidae y Acaros. Al final de este período, los Staphylinidae se constituyeron en los depredadores más numerosos, diversificados y activos.

Observaciones hechas por Braack (1987) sostienen que un gran número de especies depende directamente de las larvas como fuente de alimento o indirectamente por las actividades que éstas realizan sobre las carroñas. Johnson (1975) identificó los grupos de Muscidae, Sepsidae y Piophilidae como los dominantes durante este estado. En tanto que Lord y Burger (1984), observando carroñas de focas en las costas de Nueva Inglaterra, encontraron que las larvas de moscas y los escarabajos *Dermestes spp.* fueron los grupos dominantes durante el inicio y el final de este estado. Tullis y Goff (1987) señalaron que larvas de dos especies, *Chrysomya rufifaces* y *Chrysomya megacephala* fueron los organismos dominantes durante este estado, las cuales a su vez ocuparon porciones diferentes en las carroñas, mientras que los Muscidae *Ophyra aenesens* (Wiedemann), *Ophyra chalcogaster* (Wiedemann) y *Atherigona orientales* (Schiner) fueron los más comunes durante la mitad de este estado. A diferencia de la estación lluviosa, se encontró que, durante la época seca, los grupos dominantes fueron Histeridae y las larvas y adultos de *Dermestes spp.*

- Estado de momificación (13 a 20 días)

Durante este estado, en la estación lluviosa decrecen drásticamente tanto las larvas como los adultos de Diptera; no obstante, con cierta regularidad continuaron arribando algunas especies de Sepsidae, Muscidae, Phoridae y Sarcophagidae, las que con mucha frecuencia fueron observadas copulando sobre la vegetación del lugar, a la vez que las especies de Otítidae (*Seioptera spp.* y *Euxesta panamena*) fueron muy comunes y aumentaron progresivamente

a medida que la piel se reseco y el área adyacente se tornó grasosa, aunque posteriormente el tejido graso se degradó y permanecieron sus trazas asociadas al suelo y a los desechos secos del intestino. De igual modo fue notorio el aumento de los Acaros y de ciertos Coleopteras como los Staphylinidae, Mycetophagidae, Hidrophylidae, (*Dactylosternum abdominales*, Fabricius) y Ptilidae.

Dos acontecimientos significativos se observaron durante este estado para la época seca, aproximadamente entre 5-7 días se apreció que las numerosas larvas, que abandonaron los restos para pupar, murieron, durante la búsqueda de sitios óptimos, debido a la fuerte insolación a la que estuvieron expuestas y a la extrema sequedad producida por el aire caliente que circula constantemente en un clima tropical. De hecho, existió una baja humedad y una alta temperatura que fue muy perjudicial para las larvas.

Otro componente que también influyó fue la fuerte compactación que se produjo en la tierra seca, por lo que, al parecer, las larvas no pudieron enterrarse en el suelo para pupar, observándose muchas larvas pequeñas muertas. También, es importante señalar que con la retención de la piel una gran cantidad de larvas, que permanecieron en el interior de la carroña, murieron porque quedaron sumergidas con la grasa que se degradó, la cual, al parecer, obstruyó sus espiráculos; sin embargo, también se observó que algunas lograron alcanzar el estado de pupa dentro de la misma momia.

- Estado de restos (22 días en adelante)

Dos grupos fueron los dominantes durante este estado para la época lluviosa: los Acaros y los Isoptera. El primero de estos continuó alimentándose del resto de la carne y piel que aún permanecían retenidas por los huesos, mientras que los Isoptera, último grupo en llegar, se encargó de la desintegración de la piel que continuaba unida al esqueleto del animal, horadando y construyendo túneles en la momia y la superficie del suelo. Aunque prácticamente había desaparecido el olor de la descomposición, aún eran frecuentes las visitas de algunas moscas adultas de Otitidae, Sepsidae, Muscidae y Sarcophagidae sobre los desechos, mientras que algunos Coleoptera, principalmente Staphylinidae e Histeridae, continuaron por debajo de los restos.

Es importante resaltar que durante la época seca para este estado con la prolongada retención de la piel, se observó un incremento en el número y en la diversidad de las especies de Sarcophagidae, las que continuamente se alimentaron de las emanaciones de grasa, pero, a diferencia de la temporada lluviosa, no se observó la presencia de Otitidae, Sepsidae ni Phoridae. Otra diferencia con la temporada lluviosa fue la presencia progresiva tanto de larvas como adultos de *Dermestes carnivorus* (Fabricius), los que asociados con los Histeridae fueron los grupos más comunes al final de este estado, mientras que los Staphylinidae estuvieron prácticamente ausentes durante casi todo el proceso de descomposición de los cadáveres en la temporada seca.

De acuerdo con Smith (1986), los cuerpos que conservan tejidos en su interior durante la época seca, al no ser aprovechados en los estados iniciales por las moscas y no presentar una completa momificación, pueden volver a ser infestados después de un período de varios meses por larvas de *Ophyra* (Muscidae).

Grupos Taxonómicos de Arthropoda Asociados a Cadáveres de Gatos Domésticos:

Durante el presente trabajo se capturaron un total de 109 especies de Arthropoda, correspondientes a 29 familias ubicadas en 9 Órdenes y 3 clases (Cuadro 1).

El proceso de descomposición observado en este estudio fue muy similar al registrado por otros autores (Payne, 1965; Johnson, 1975; Early y Goff, 1986). Sin embargo, encontramos diferencias significativas en torno a los sitios y a las estaciones lluviosa y seca, por lo que ambas situaciones ejercieron un efecto directo sobre la composición de las especies, densidad de sus poblaciones y tal vez en menor grado en la duración de los estados de descomposición.

Durante el desarrollo de nuestro estudio no se pretendió realizar una captura masiva de los ejemplares adultos, sino determinar su presencia y el papel que éstos jugaban en el proceso de la descomposición; de allí que se evitó capturar gran parte de estos ejemplares de modo que la sustracción de este material no interfiriera con la actividad que estos insectos realizan durante el proceso de descomposición. En los dos muestreos realizados, el 98% de los Arthropoda colectados utilizaron la carroña como un nicho transitorio en el que llevaron a cabo las actividades de alimentación y reproducción simultáneamente.

Nuestros resultados (Cuadro 1) registran un mayor número de especies que las descritas por McKinnerney (1978), 80 especies; Lord y Burger (1984), 33 especies; Tullis y Goff (1987), con tan sólo 45 especies, pero este resultado también difiere de los registrados por Payne (1965), 522 taxa; Cornaby (1974), 172; Early y Goff (1986), 133 especies y Braack (1987) 227 especies. El fundamento para estas diferencias podría obedecer principalmente a la duración y sitio de estudio, tamaño y especie de la carroña empleada, así como a la técnica de captura utilizada para las colectas, y la zona biogeográfica.

En este estudio el orden mejor representado fue el de los Diptera, y con excepción de los Dermestidae (Coleoptera) durante la temporada seca fueron los únicos que participaron en la remoción de la piel y tejido graso de la carroña.

Cuadro 1.

Lista general de los grupos taxonómicos de Arthropoda asociados a los cadáveres de gatos domésticos.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO Y ESPECIE	
Diplopoda			1 (sp.)	
Aracnida	Araneae	Salticidae	<i>Latia</i> sp. <i>Menemerus luxa</i> <i>Menemerus simplia</i> <i>Plexipus paykulli</i>	
Insecta	Acarina			
	Collembola	Entomobryidae Sminthuridae		
	Isoptera	Termitidae		
	Dermaptera	Forficulidae		
	Coleoptera	Histeridae	3 (spp.)	
		Hidrophylidae	<i>Dacylosternum abdominale</i> (F.)	
		Staphylinidae	30 (spp.)	
		Dermestidae	<i>Dermestes carnivorus</i> Fabricius	
		Nitidulidae	1 (sp.)	
		Micetophagidae	1 (sp.)	
		Ptiliidae	1 (sp.)	
		Scarabaeidae	<i>Canthon juvenus</i> <i>Canthon sallaei</i> <i>C. septemmaculata</i> Latr. <i>Phanacus cupricullis</i> <i>Pseudocanthon perplexus</i> Lec.	
			Platypodidae	1 (sp.)
			Scolytidae	1 (sp.)
	Hymenoptera	Formicidae	4 (spp.)	
		Braconidae	1 (sp.)	
		Vespidae	1 (sp.)	
		Apidae	1 (sp.)	
	Diptera	Stratiomyidae	1 (sp.)	
		Asilidae	1 (sp.)	
		Phoridae	1 (sp.)	
		Neriidae	1 (sp.)	
		Micropezidae	3 (spp.)	
		Otitidae	<i>Euxesta panamena</i> <i>Euxesta schunsei</i> <i>Seioptera</i> sp.	
			Sepsidae	2 (spp.)
			Prophoridae	<i>Phiophila casei</i>
			Milichidae	<i>Eccoctoma</i> sp.
		Drosophilidae	<i>Drosophila</i> sp.	
	Chloropidae	<i>Hippetates</i> sp.		
	Muscidae	<i>Cyrtoneurina uber</i> <i>Fannia</i> sp. (31 spp.) <i>Musca domestica</i> (L.) <i>Ophyra aenescens</i> Otros Muscidae 5 (spp.)		
	Calliphoridae	<i>Cochliomya macellaria</i> <i>Chrysomya albiceps</i> <i>Phaenicia cuprina</i> <i>Phaenicia eximia</i> <i>Phaenicia</i> sp. Otros Calliphoridae 6 (spp.)		
	Sarcophagidae	<i>Desarxacodoxia</i> sp. <i>Helicobia</i> sp. <i>Oxysarcocesia</i> 2 (spp.) <i>Sarcodoxia</i> 7 (spp.) <i>Ravinia</i> 5 (spp.) Otros Sarcophagidae 5 (spp.)		

El Cuadro 2 resume las poblaciones de Diptera presentes durante la estación lluviosa con 12 familias, en tanto que, en la temporada seca, tan sólo se capturaron 8 familias (Cuadro 3). No obstante la diversidad en especies por familias durante la época seca fue mayor que en la estación lluviosa, principalmente a nivel de los Sarcophagidae y los Calliphoridae. Muscidae presentó un mayor número de especies durante la temporada lluviosa. Los Sarcophagidae están íntimamente asociados a las carroñas frescas y aparentemente un gran número de sus especies son de hábitos sinantrópicos; de allí que en este estudio registremos aproximadamente 17 especies asociadas a áreas residenciales, concordando este resultado con lo indicado por Tullis y Goff (1987), quienes encontraron una mayor proporción de especies de Sarcophagidae asociadas a un área residencial y a los alrededores, que a un área de bosque.

En contraposición Braack (1987), en una zona semiárida, no encontró Sarcophagidae, y Kentner y Streit (1990), en una zona boscosa, sólo registraron una especie para esta familia.

Un aspecto importante a considerar es el del incremento en el número de especies por familia que estuvo restringido a los Calliphoridae y Sarcophagidae; dicho incremento fue más apreciable a medida que avanzaba el proceso de descomposición.

Mucho se conoce acerca de la sucesión de insectos sobre carroñas (Cornaby, 1974; McKinnerney, 1978; Jirón y Cartín, 1982). Sin embargo, en este estudio, el orden Diptera fue el único grupo de insectos que demostró la existencia de un patrón de sucesión y éste fue más evidente durante la temporada lluviosa, en la cual se reflejó una mayor población de insectos. Esta sucesión incluye a las familias de mayor éxito como colonizadoras como los Calliphoridae y Sarcophagidae simultáneamente, siendo posteriormente reemplazadas por los Muscidae y Sepsidae, finalmente por Phoridae y en menor número por Piophilidae (Figura 7).

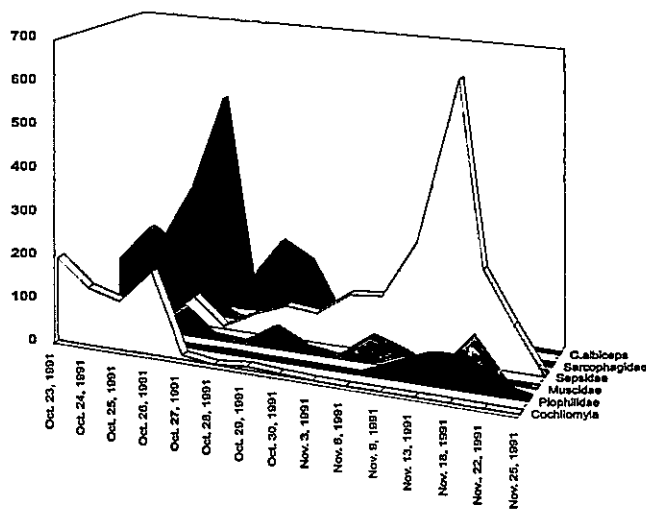


Figura 7. Abundancia de larvas de diptera recuperadas en Embudo Berlese de cadáveres de gatos domésticos.

CUADRO 2.

Presencia y abundancia de taxas asociadas a los estados de descomposición de los cadáveres de gatos domésticos en la época lluviosa.

TAXA			FRESCO	HINCHAZÓN	PUDRICIÓN	MOMIA	RESTOS	
ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	0-2 días	3-8 días	9-13 días	14-21 días	22 días y +	
Diptera	Asilidae	<i>sp. (1) s/ident.</i>						
	Phoridae	<i>sp. (1) s/ident.</i>	3	1	-	-	-	
	Neridae	<i>sp. (1) s/ident.</i>	1	1	-	-	-	
	Micropezidae	<i>sp. 1</i>	1	1	1	-	-	
		<i>sp. 2</i>	-	-	1	-	-	
		<i>sp. 3</i>	-	-	1	-	-	
	Otitidae	<i>Euxesta</i>						
		<i>panamena</i>	3	6	1	-	-	
		<i>Euxesta</i>						
		<i>schnusei</i>	1	-	1	-	-	
	Sepsidae	<i>Seioptera sp.</i>	-	-	-	5	-	
		<i>2 (spp.) s/ident.</i>						
		<i>sp. 1</i>	-	7	7	2	-	
		<i>sp. 2</i>	7	7	6	3	-	
	Phlophilidae	<i>Phophila casei</i>	-	-	-	2	-	
	Drosophilidae	<i>sp.(1) s/ident.</i>	3	4	-	-	-	
	Chloropidae	<i>Hippelates sp.</i>	-	-	2	3	-	
	Muscidae	<i>Cyrtoneurina</i>						
		<i>uber</i>	-	2	-	-	-	
		<i>Fannia</i>						
		<i>sp. 1</i>	3	8	6	2	-	
		<i>sp. 2</i>	1	3	1	1	-	
		<i>sp. 3</i>	-	2	2	-	-	
		<i>Musca</i>						
		<i>domestica</i>	-	2	2	-	-	
		<i>Ophyra</i>						
		<i>aenescens</i>	-	8	6	3	-	
		<i>sp. 1</i>	-	2	2	-	-	
		<i>sp. 2</i>	-	2	8	-	-	
		<i>sp. 3</i>	1	-	-	-	-	
		Callophoridae	<i>Cochlomyia</i>					
			<i>macellaria</i>	1	4	5	1	-
			<i>Chrysomyia</i>					
			<i>albiceps</i>	-	6	4	-	-
			<i>Phaenicia</i>					
			<i>cuprina</i>	-	1	1	-	-
			<i>Phaenicia</i>					
	<i>eximia</i>		4	3	-	-	-	
	<i>Phaenicia sp.</i>		-	1	1	-	-	
	<i>spp. (4) s/ident.</i>							
	<i>sp. 1</i>	-	4	-	-	-		
	<i>sp. 2</i>	1	9	2	-	-		
	<i>sp. 3</i>	-	4	-	-	-		
	<i>sp. 4</i>	-	1	-	-	-		
Sarcophagidae	<i>Helicobia sp.</i>	-	1	-	-	-		
	<i>Sarcodexia</i>							
	<i>sp. 1</i>	-	-	1	-	-		
	<i>sp. 2</i>	-	6	2	-	-		
	<i>Ravinia sp.</i>	-	-	3	-	-		
	<i>spp. (3) s/ident.</i>							
	<i>sp. 1</i>	-	21	20	1	-		
	<i>sp. 2</i>	1	-	-	-	-		

CUADRO 3.

Presencia y abundancia de taxas asociadas a los estados de descomposición de los cadáveres de gatos domésticos en la época seca.

TAXA			FRESCO	HINCHAZÓN	PUDRICIÓN	MOMIA	RESTOS
ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	0-2 días	3-8 días	9-13 días	14-21 días	22 días y +
	Stratiomyidae		-	-	-	1	-
	Otitidae	<i>Euxesta panamena</i>	-	-	-	2	-
		<i>Seioptera</i> sp.	-	1	2	2	-
	Phiophilidae	<i>Piophilidae casei</i>	-	-	-	1	-
	Chloropidae	<i>Hippelates</i> sp.	-	-	-	2	-
	Muscidae	<i>Fannia</i> sp. 1	3	8	6	2	-
		<i>Musca domestica</i>	-	2	2	-	-
		spp. (8) s/ident.	-	2	4	-	-
	Calliphoridae	<i>Cochliomyia macellaria</i>	-	8	14	1	-
		<i>Chrysomya albiceps</i>	-	22	26	2	-
		<i>Phaenicia cuprina</i>	1	1	2	-	-
		<i>Phaenicia</i> sp.	-	-	1	-	-
		Otras spp. s/ident.	-	-	-	-	-
		sp. 1	-	3	2	-	-
		sp. 2	-	7	-	-	-
		sp. 3	1	16	10	2	-
		sp. 4	-	5	2	-	-
		sp. 5	-	1	-	-	-
		sp. 6	-	11	2	2	2
		sp. 7	-	2	2	-	-
	Sarcophagidae	<i>Dexosarcodexia</i> sp.	-	3	3	-	-
		<i>Helicobia</i> sp.	-	3	3	1	-
		<i>Sarcodexia</i> sp. 1	-	11	1	1	-
		sp. 2	-	-	2	7	-
		sp. 3	-	7	10	1	-
		sp. 4	-	1	4	1	-
		sp. 5	-	1	-	-	-
		sp. 6	-	-	1	1	-
		sp. 7	-	1	-	-	-
		sp. 8	-	1	-	-	-
		<i>Flavinia</i> sp.	-	3	8	3	-
		sp. 1	-	1	9	-	-
		sp. 2	-	3	12	3	-
		sp. 3	-	1	-	-	-
		sp. 4	-	1	-	-	-

Estación Lluviosa:

Kentner y Streit (1990) encontraron que la sucesión de Diptera en las carroñas está correlacionada con una disminución en el tamaño promedio del cuerpo, con una sucesión típica de Calliphoridae → Muscidae → diferentes Acalyptrate. A diferencia de la estación lluviosa, en la temporada seca

no hubo evidencias de sucesión (Figura 8), y los Calliphoridae y Sarcophagi-
 dae fueron los únicos que utilizaron la carroña. De hecho la sucesión de
 insectos podría estar mayormente asociada a zonas geográficas con cambios
 estacionales claramente definidos, los cuales ejercen un efecto en el biorrit-
 mo de estos insectos, afectando las densidades de sus poblaciones, de modo
 que sus ciclos biológicos están debidamente determinados por su adaptación
 a tales condiciones.

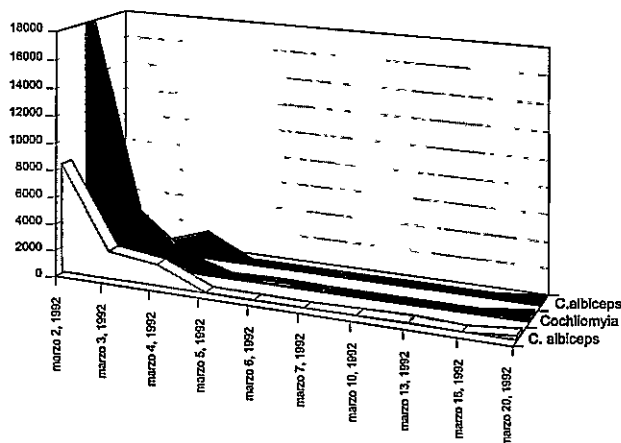


Figura 8.
 Larvas de diptera recuperadas
 en Embudo Berlese de cadá-
 veres de gato doméstico.

Estación Seca:

El Cuadro 4 resume la abundancia relativa de larvas de Diptera encontradas
 en la carroña durante la época lluviosa, destacándose *Chrysomyia rufifacies*,
Chrysomyia megacephala, *Cochliomyia macellaria* (Calliphoridae) y una especie de
 Sarcophagidae presumiblemente del género *Ravinia spp.* en los tres primeros
 estados de descomposición del sustrato (Figura 7). Las larvas de Sepsidae,
 Muscidae, Piophilidae y Phoridae parecen compartir los últimos estados de
 descomposición de la carroña por sus preferencias alimenticias. Es impor-
 tante destacar que tanto las larvas de *Ravinia spp.* como las de Muscidae re-
 presentan a más de una especie, pero, debido a que no se cuenta con el mate-
 rial de referencia adecuado, no fue posible identificarlas a ese nivel.

Durante la época seca, tan solo tres especies de larvas, *C. rufifacies*, *C. mega-
 cephal* y *Ravinia spp.*, fueron recuperadas (Cuadro 5).

Se puede observar que, aunque la diversidad general de adultos de Diptera en
 estación seca (42) y lluviosa (39) es más o menos semejante, existe una mar-
 cada prevalencia de representantes de las Familia Sarcophagidae y Calliphori-
 dae, durante la estación seca; probablemente debido a esta prevalencia el
 número de larvas de estos últimos grupos encontrados en la carroña durante
 la estación seca fue marcadamente superior al total de larvas encontradas
 durante la estación lluviosa. La densidad larval de Calliphoridae fue notoria-

mente elevada durante los estados de hinchazón y pudrición en la estación seca alcanzando valores de hasta más de 26,000 a las 24 ó 36 horas de exposición del cadáver, lo cual aparentemente se debe a la atracción del olor de la carroña hacia los adultos de Calliphoridae, de lo cual se puede inferir que el comportamiento en el marcado territorial, así como la protección de los huevos, puede estar sujeta a modificaciones a consecuencia del tamaño del sustrato que permita una eficiente explotación bajo condiciones críticas; tal como ocurrió en la época seca .

CUADRO 4.

Larvas de díptera recuperadas en embudo Berlese de cadáveres de gato doméstico - estación lluviosa.

Fecha	<i>C. albiceps</i>	<i>Cochliomyia</i>	Sarcophagidae	Sepsidae	Muscidae	Piophilidae
Oct. 23, 1991	77	200	111	2	0	0
Oct. 24, 1991	154	138	200	1	0	0
Oct. 25, 1991	296	116	154	0	8	17
Oct. 26, 1991	518	197	34	68	63	0
Oct. 27, 1991	77	11	0	6	6	0
Oct. 28, 1991	185	1	14	47	0	2
Oct. 29, 1991	142	9	0	79	47	0
Oct. 30, 1991	14	5	4	72	11	0
Nov. 3, 1991	4	1	0	129	0	0
Nov. 6, 1991	0	0	0	136	61	0
Nov. 9, 1991	0	0	0	276	35	32
Nov. 13, 1991	0	0	0	649	0	67
Nov. 18, 1991	0	0	0	230	94	72
Nov. 22, 1991	0	0	0	112	0	23
Nov. 25, 1991	0	0	0	1	0	6

CUADRO 5.

Larvas de díptera recuperadas en embudo Berlese de cadáveres de gato doméstico - estación seca.

Fecha	<i>C. albiceps</i>	<i>Cochliomyia</i>	Sarcophagidae
Mar. 2, 1992	8245	17889	4086
Mar. 3, 1992	2163	3840	492
Mar. 4, 1992	1666	1026	1760
Mar. 5, 1992	46	6	23
Mar. 6, 1992	51	72	1
Mar. 7, 1992	27	1	2
Mar. 10, 1992	76	2	0
Mar. 13, 1992	118	0	0
Mar. 16, 1992	3	0	0
Mar. 20, 1992	342	450	342

Las *Chrysomyias* mostraron una extraordinaria respuesta ante la presencia del sustrato, depositando un gran número de huevos, probablemente con el objeto de explotar el nicho, evitando compartir del mismo con otros insectos (Figura 9), situación que podría explicar la ausencia de otros grupos de Díptera como ocurrió en la estación lluviosa (Sepsidae, Piophilidae, Muscidae, Otitidae).



Figura 9.
Cadáver de gato exhibiendo la sobreexplotación del hábitat.

Kneidel (1984) registró la superioridad competitiva de *Phaenicia caeruleiviridis* sobre mamíferos pequeños, la cual puede deberse a que las hembras que colonizan completamente la carroña lo hacen con mucho más huevos que otras especies, por lo que este comportamiento puede involucrar una adaptación para desarrollarse en carroñas más grandes.

La superioridad sobre los recursos para garantizar el suficiente alimento a la prole indica el alto grado de especialización que ha alcanzado una especie en particular, por su habilidad, para colonizar y su agresividad para superar la competencia con otras especies. Según Braak (1987), la competencia interespecífica involucra una estrategia discreta sin sobreposición del recurso, por lo que diversas familias evitan la competencia directa por tener preferencias específicas por los fluidos, llegando a ser abundantes en los diferentes estados de la pudrición. Según Kneidel (1984), las especies menos competidoras evitan ser excluidas refugiándose en sitios donde escapan a la competencia o donde poseen una mayor superioridad competitiva. Kentner y Streit (1990) encontraron que las larvas de Muscidae, Ophyra, Hidrataea y Muscina se vuelven depredadoras cuando escasea el alimento al final de su desarrollo larval. En nuestro estudio es posible que la mayor competencia intraespecífica ocurre entre las larvas de *Chrysomyia*, debido al arribo casi simultáneamente de sus moscas adultas, aunque las larvas *Chrysomyia megacephala* parecieran ser dominantes en número durante los primeros días sobre las de *C. ruffifacies*. De la competencia entre Calliphoridae y Sarcophagidae creemos que la estrategia más significativa y ventajosa para esta última es la de colocar larvas de primer estadio con aproximadamente de 12 a 24 horas de alimentación por delante de Calliphoridae, por lo que estas larvas al inicio de la pudrición pueden desplazarse libremente por entre los fluidos y alcanzar tejidos que contengan

el pH adecuado para su alimentación. Esta primera infestación de tejidos proporciona una ventaja que tiende a reducir el nivel de competencia con los Calliphoridae y más aún cuando el número de Sarcophagidae es más reducido.

Los Cuadros 3 y 4 resumen la dinámica de las poblaciones de moscas en los diferentes estados de descomposición, registran un mayor número de especímenes en los estados de hinchazón y pudrición, debido a que los olores atractivos que fueron liberados durante y posteriormente a la descomposición anaeróbica fueron más intensos y esto provocó un mayor radio de dispersión del olor funcionando para estos insectos como una alomona de atracción, las denominadas apneumonas. El bajo número registrado para los otros estados no indica que no estuvieron presentes, sino a la metodología empleada en la captura de los ejemplares que acuden a las carroñas durante el inicio de la descomposición y los que posteriormente son reemplazados durante los estados avanzados de la pudrición; teniendo en cuenta estos acontecimientos se capturó el menor número de ejemplares para no interferir en el proceso de la descomposición.

Para ambas estaciones, tanto la seca como la lluviosa, las especies más colectadas fueron para los Calliphoridae *Chrysomya megacephala* y *C. rufifacies* para los Sarcophagidae y las especies *Sarcodexia* 2 (*spp.*), *Dexosarcodexia spp.* y *Ravinia spp.*, mientras que por los Muscidae las más comunes fueron *Fannia scalaris*, *Ophyra aenescens* y una especie aun sin identificar denominada aquí como *Fannia sp.*

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones y limitaciones del presente trabajo, se puede concluir que:

1. Se identificaron cinco estados característicos de la descomposición: fresco, hinchazón, pudrición, momificación y restos.
2. La dinámica de las poblaciones de moscas fue mayor en número de especímenes en los estados de hinchazón y pudrición.
3. La diversidad y abundancia poblacional de Arthropoda es mayor durante la estación lluviosa que en la seca.
4. Las Familias de Diptera mayormente representadas durante ambas estaciones fueron los Calliphoridae y los Sarcophagidae con 12 y 17 especies, respectivamente. La diversidad en especies por Familia fue mayor durante la época seca que en la estación lluviosa, principalmente a nivel de Sarcophagidae y Calliphoridae. El patrón de sucesión fue más evidente en el Orden Diptera durante la estación lluviosa e involucró a los Calliphoridae y Sarcophagidae, —> Muscidae y Sepsidae, —> Phoridae y en menor número a los Piophilidae.

5. Las mejores colonizadoras de la carroña fueron las especies de Calliphoridae *Chrysomyia megacephala* y *C. rufifacies*.
6. Las especies más activas por los Calliphoridae fueron *Chrysomyia megacephala* y *C. rufifacies*; por los Sarcophagidae, las especies *Sarcodexia spp.*, *Desosarcodexia spp.* y *Ravinia spp.*; y por Muscidae, *Fannia scalaris* y *Ophyra aereascens*.

SUMMARY

The tanatological fauna of domestic cat carcasses was determined by collecting samples during both the rainy and dry seasons. The collection of samples was made at the University of Panama Campus. Adult diptera were collected with a hand net while the larvae were collected with a modified Berlese funnel. A total of 109 species of Arthropoda were found, belonging to 29 families, nine orders and three classes. Five decomposing conditions were identified: fresh, swollen, putrid, mommified, and carcasses. The rainy season collection showed a greater diversity and abundance than the dry season collection. Diptera of the families Sarcophagidae and Calliphoridae were dominant in both seasons with 17 and 12 species, respectively.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORNEMISSZA, G.F. 1957. An analysis of arthropod succession in carrion and the effect of its decomposition on the soil fauna. *Aust. J. Zool.* 5(1), 1-12.
- BRAACK, L.E.O. 1987. Community dynamics of carrion-attendant arthropods in tropical african woodland. *Oecologia.* 72(3), 402-409.
- CATTS, E.P. y M.L. GOFF. 1992. Forensic entomology in criminal investigations. *Ann. Rev. Entomol.* 37, 253-272.
- CHAPMAN, R.F. y J.H.P. SANKEY. 1955. The larger invertebrate fauna of three rabbit carcasses. *J. Anim. Ecol.* 24, 395-402.
- CORNABY, B.W. 1974. Carrion reduction by animals in contrasting tropical habitats. *Biotropica.* 6(1), 51-63.
- DENNO, R.F. y W.R. COTHRAN. 1975. Niche relationships of a guild of necrophagous flies. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 68(4), 741-754.
- DENNO, R.F. y W.R. COTHRAN. 1976. Competitive interactions and ecological strategies of Sarcophagid and Calliphorid flies inhabiting rabbit carrion. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 69(1), 109-113.
- EARLY, M. y M.L. GOFF. 1986. Arthropod succession patterns in exposed carrion on the island of O'ahu, Hawaiian Islands, U.S.A. *J. Med. Entomol.* 23(5), 520-531.

- JIRON, L.F. y V.M. CARTIN. 1981. Insect succession in the decomposition of a mammal in Costa Rica. *J. N. Y. Entomol. Soc.*, 89(3): 158-165.
- JIRON, L.F. y R.E. MARIN. 1982. Moscas sarcófagidas de Costa Rica (Diptera; Cyclorhapha). *Revista de Biología Tropical*. 30(1): 105-106.
- JOHNSON, M.D. 1975. Seasonal and microseral variations in the insect populations on carrion. *Am. Midl. Nat.* 93(1): 79-93.
- KEH, B. 1985. Scope and applications of forensic entomology. *Ann. Rev. Entomol.* 30: 137-154.
- KENTNER, E. y B. STREIT. 1990. Temporal distribution and habitat preference of congeneric insect species found at rat carrion. *Pedibologia*. 34(6): 47-359.
- KNEIDEL, K.A. 1984,a. Influence of carcass taxon and size on species composition of carrion-breeding Diptera. *Am. Midl. Nat.* 3(1): 57-63.
- KNEIDEL, K.A. 1984,b. Competition and disturbance in communities of carrion-breeding Diptera. *J. Anim.Ecol.* 53(3): 849-865.
- McKINNERNEY, M. 1978. Carrion communities in the northern Chihuahuan desert. *Southwest Nat.* 23(4): 563-576.
- O'FLYNN, M.A. 1983. Notes on the biology of *Chrysomya nigripes* Aubertin (Diptera: Calliphoridae). *J. Aust. Entomol. Soc.* 22: 341-342.
- PAYNE, J.A. 1965. A summer carrion study of the baby pig *Suscrofa* Linnaeus. *Ecology*. 46(5): 592-601.
- PAYNE, J.A. y E. W. KING . 1968. Arthropod succession and decomposition of buried pigs. *Nature*, 219(4): 1180-1181.
- PUTMAN, R.J. 1977. Dynamics of the blowfly, *Calliphora erythrocephala*, within carrion. *J. Anim. Ecol.* 46(3): 853-866.
- SEASTEDT, T.R. L. MAMMELI y K.GRIDLEY. 1981. Arthropod use of invertebrate carrion. *Am. Midl. Nat.* 105(3) : 853-866.
- SMITH, K.G.V. 1986. A Manual of forensic entomology. 1^{ra}. Edición. British Museum (Natural History) y Cornell University Press. 205 pp.
- TULLIS, K. y M.L.GOFF. 1987. Arthropod succession in exposed carrion in a tropical rainforest on O'ahu Island, Hawaii. *J. Med. Entomol.* 24(3): 332-339.

ANOTACIONES SOBRE LA DISTRIBUCIÓN Y ECOLOGÍA PARA ALGUNOS MURCIÉLAGOS EN LA PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO, PANAMÁ

JACOBO ARAÚZ G.¹ Y JOSÉ RINCÓN C.²

¹ Departamento de Zoología,
Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología,
Universidad de Panamá.
Asociación Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ANCON),
Apdo. 1387, Panamá 1, Panamá.

² Escuela de Biología,
Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología,
Universidad de Panamá.
Apdo. 1387, Panamá 1, Panamá.

RESUMEN

Se informa sobre los registros de 23 especies de murciélagos capturados en áreas continentales ubicadas entre Almirante y Rambala, Provincia de Bocas del Toro, Panamá. Entre estos registros están los primeros informes de *Chrotopterus auritus* (falso vampiro de Peter) y de *Natalus stramineus* (murciélago orejas de embudo) para esta provincia. Además, para cada especie, se informa sobre el estado de conservación de los hábitats donde fueron capturados y se revisó la literatura para actualizar la información sobre la presencia de estas 23 especies en Bocas del Toro.

PALABRAS CLAVES

Murciélagos, quirópteros, distribución, ecología, Provincia de Bocas del Toro, Panamá.

INTRODUCCIÓN

De unas 230 especies de mamíferos conocidos para la República de Panamá, cerca del 50% son murciélagos (Handley, 1966; Hall, 1981; Wilson y Reeder, 1993). No obstante esa gran diversidad, la mayoría de los estudios sobre quirópteros hechos en el país han estado circunscritos principalmente al Área del Canal de Panamá (*e.g.* Fleming *et al.*, 1972; Fleming, 1973; Morrison, 1978; Bonaccorso, 1979; Handley *et al.*, 1991). Por consiguiente, los trabajos con murciélagos en otras regiones del país son escasos (*e.g.* Handley, 1960; Tyson, 1964; Olmos y de Sousa, 1989; Kalko y Handley, 1994).

La Provincia de Bocas del Toro (en adelante B. del Toro) cuenta con extensas zonas naturales y, en términos generales, se conoce poco sobre su diversidad biológica. Respecto a los murciélagos, en B. del Toro se han realizado pocas investigaciones (*e.g.* Handley, 1966; Kalko y Handley, 1994), y la información está disponible en fuentes de poca difusión o expuesta de forma general (*e.g.* Adames, 1980; Rincón y Araúz, 1997).

Este artículo trata sobre las especies de murciélagos capturados durante un mes de trabajo intensivo (15 de mayo - 15 de junio de 1997) en B. del Toro y comprende aspectos sobre su distribución y ecología. El trabajo se hizo en el marco de una Evaluación Ecológica Rápida realizada por la Dirección Nacional de Conservación y Ciencias de la Asociación Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ANCON).

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio está localizada en la Provincia de B. del Toro, República de Panamá, específicamente en las zonas de tierras bajas (0-200 m) entre las comunidades de Rambala y Almirante (8°30'N, 81°45'W y 9°15'N, 82°15'W). La ruta de muestreo corre paralela y cerca de la costa, a una distancia inferior a 3,5 km en el sector de la Laguna de Chiriquí y cerca de 1 km en el sector de la Bahía de Almirante (Figura 1).

El clima de la región corresponde al tropical muy húmedo, caracterizado por lluvias copiosas durante todo el año que oscilan entre los 2000 y 3500 mm (IGNTG, 1988). Además, el área de estudio comprende cuatro zonas de vida: bosque muy húmedo tropical, bosque muy húmedo premontano, bosque húmedo tropical y bosque pluvial premontano (Tosi, 1971). Actualmente la mayor parte de la cobertura vegetal original del área de estudio ha desaparecido o ha sido transformada por actividades humanas como la colonización, ganadería y agricultura (Valdespino *et al.*, 1997).

Mediante interpretación de fotos aéreas y comprobación de campo, Polanco *et al.* (1997) determinaron las categorías de vegetación presentes en el área de estudio. Según sus resultados, la categoría de bosques poco alterados es la que mejor se aproxima a la cobertura original, pero sólo está representada por algunos parches pequeños y fragmentados; mientras que la categoría identifi-

cada como bosques alterados-cultivos fue la más común y comprende en la mayoría de los casos bosques con diversos grados de perturbación mezclados con cultivos de cacao (*Theobroma cacao*).

Otras categorías de vegetación identificadas en el área fueron: manglares (*Rhizophora spp.*, *Laguncularia spp.*, *Pelliciera spp.* y *Avicennia spp.*); bosques inundables mixtos (*Pterocarpus spp.*, *Carapa spp.*, *Symphonia spp.*, *Ficus spp.*); bosques inundables de palmas (*Raphia spp.*, *Elaeis spp.*); potreros-herbazales y rastrojos-arbustales. En la zona, los potreros-herbazales y rastrojos-arbustales poseen numerosos árboles aislados, entremezclados con parches pequeños de bosque (Polanco *et al.*, 1997).

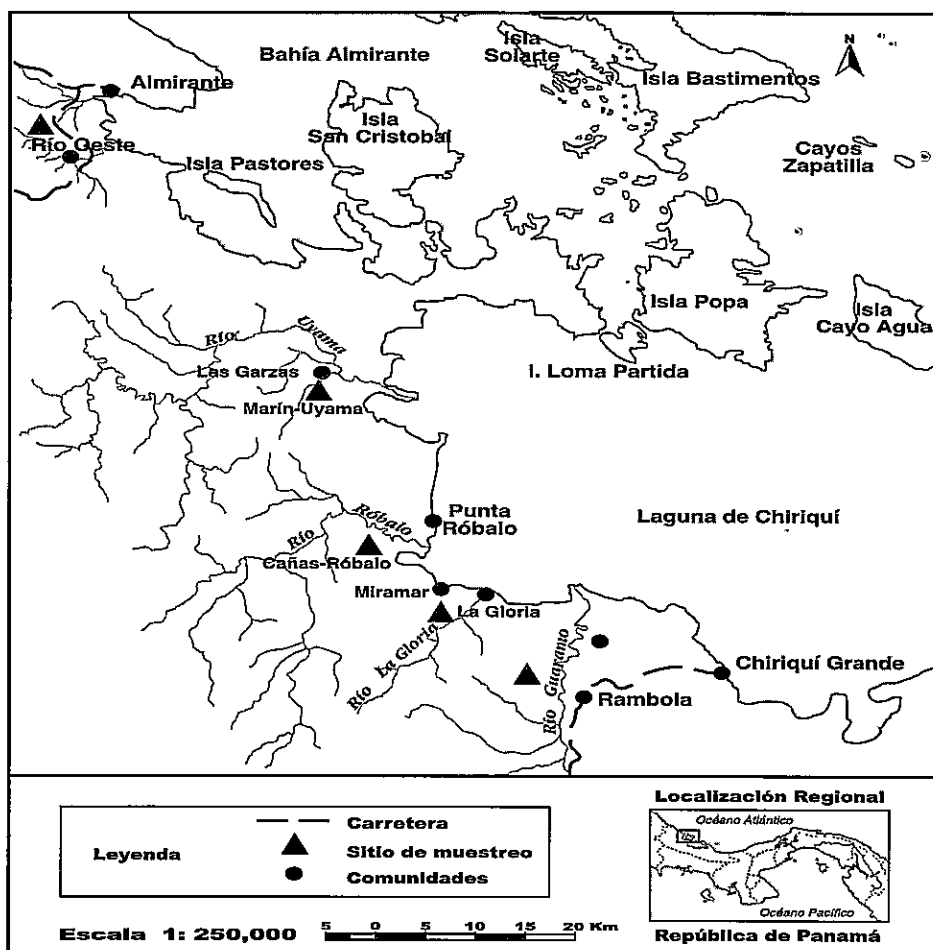


Figura 1.
Localización del área de estudio.

METODOLOGÍA

Sitios de muestreo:

Con base en la información sobre categorías de vegetación obtenidas por Polanco *et al.* (1997), establecimos cinco sitios de muestreos: Rambala (8°57'N, 82°11'W), La Gloria (8°59'N, 82°13'W), Cañas-Punta Róbalo (9°00'N, 82° 15'W), Marín-Uyama (9°5'N, 82°17'W) y Río Oeste (9°15'N, 82°24'W) (Figura 1).

Captura de murciélagos:

Los murciélagos fueron capturados con redes de niebla de 12 m de largo por 2,5 m de ancho ubicadas en estaciones de redes en las diferentes categorías de vegetación. En la selección de las estaciones para el establecimiento de las redes tomamos en cuenta sitios apropiados como cursos de riachuelos, ríos, senderos y claros de bosque, según lo han propuesto Greenhall y Paradiso (1968), Kunz y Kurta (1988) y Jones *et al.* (1996). Se colocaron las redes a medio metro sobre el suelo y fueron desplegadas desde las 18:00 hasta las 23:30 horas, que, según Brown (1968), son las de mayor actividad de los murciélagos.

A cada ejemplar capturado se le asignó una ficha de campo donde se anotó: categoría de vegetación, especie, peso (g), largo del antebrazo (mm), estimación de edad y sexo. Los ejemplares fueron identificados con la clave para murciélagos de tierras bajas de Panamá (Handley, 1981), mientras que la estimación de la edad se basó en el grado de osificación de las epífisis de las falanges alares (Silva-Taboada, 1979; Anthony, 1988).

Algunos ejemplares de las especies menos comunes fueron colectados y depositados en la colección de referencia del Museo de Vertebrados de la Universidad de Panamá (MVUP), como son los casos de *Chrotopterus auritus* (MVUP, No. 1068) y *Sturnira lilium* (MVUP, No. 1069). En el caso de especies comunes no se procedió a la preparación de especímenes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo información de 366 murciélagos, pertenecientes a 23 especies, 17 géneros, seis subfamilias y cuatro familias. La familia con el mayor número de especies fue Phyllostomidae con 19 especies; le siguieron Emballonuridae con dos especies, mientras que Natalidae y Vespertilionidae sólo estuvieron representadas por una especie (Cuadro 1).

Las especies, las localidades de registros de cada especie en este estudio, sus registros previos para B. del Toro, el largo del antebrazo (mm) y su peso (g) los describimos a continuación:

Cuadro 1.
Taxonomía para las especies registradas en el área de estudio.

FAMILIAS	SUBFAMILIAS	GÉNEROS	ESPECIES
Emballonuridae	Emballonurinae	<i>Saccopteryx</i>	<i>Saccopteryx leptura</i> <i>Saccopteryx bilineata</i>
Phyllostomidae	Phyllostominae	<i>Micronycteris</i>	<i>Micronycteris hirsuta</i> <i>Tonatia Tonatia silvicola</i>
		<i>Mimon</i>	<i>Mimon crenulatum</i>
		<i>Phyllostomus</i>	<i>Phyllostomus hastatus</i>
		<i>Trachops</i>	<i>Trachops cirrhosus</i>
	<i>Chrotopterus</i>	<i>Chrotopterus auritus</i>	
	Glossophaginae	<i>Glossophaga</i>	<i>Glossophaga soricina</i> <i>Glossophaga commissarisi</i>
		<i>Lonchophylla</i>	<i>Lonchophylla robusta</i>
	Carollinae	<i>Carollia</i>	<i>Carollia castanea</i> <i>Carollia perspicillata</i>
	Stenoderminae	<i>Sturnira</i>	<i>Sturnira lilium</i>
		<i>Uroderma</i>	<i>Uroderma bilobatum</i>
		<i>Plathyrrhinus</i>	<i>Plathyrrhinus helleri</i>
		<i>Artibeus</i>	<i>Artibeus jamaicensis</i> <i>Artibeus lituratus</i> <i>Artibeus watsoni</i> <i>Artibeus phaeotis</i>
	Desmodontinae	<i>Desmodus</i>	<i>Desmodus rotundus</i>
Natalidae		<i>Natalus</i>	<i>Natalus stramineus</i>
Vespertilionidae	Vespertilioninae	<i>Myotis</i>	<i>Myotis nigricans</i>

- *Saccopteryx bilineata*

Se registró una hembra en el bosque alterado/cultivo de cacao en La Gloria. Otra localidad de B. del Toro donde ha sido encontrado es Almirante (Handley, 1966; Adames, 1980). De acuerdo a Handley (1966), en Panamá esta especie es abundante al nivel del mar y ocasionalmente a los 650 m sobre el nivel del mar y ocupa con preferencia la vegetación en bordes de corrientes y lagos. El largo del antebrazo de este ejemplar fue 46 mm, mientras que su peso fue 15 gr. Por lo general, el peso de esta especie está entre los 8,5 y 9,5 g (Eisenberg, 1989), pero la hembra capturada durante este trabajo estaba en avanzado estado de preñez.

- *Saccopteryx leptura*

Capturamos dos hembras en el bosque alterado/cultivo de cacao en La Gloria. En B. del Toro ha sido registrada en Isla Solarte (Cayo Nancy) por Rincón y Araúz (1997) y, según Handley (1966), en Panamá esta especie es poco

común y prefiere hábitats similares a *S. bilineata*. El promedio de las medidas de antebrazos y el peso de los ejemplares fueron 38,5 mm y 6 g respectivamente.

- *Micronycteris hirsuta*

Se registró un ejemplar en el bosque alterado/cultivo de cacao en Marín-Uyama. Otros registros en B. del Toro son Río Changena (Handley, 1966), Almirante (Adames, 1980) y Mimitimbi (Isla Colón) (Rincón y Araúz, 1997). Según Handley (1966), *M. hirsuta* es una especie rara en Panamá, y tiene preferencia por bosques siempreverdes y deciduos. Se distribuye altitudinalmente desde el nivel del mar hasta cerca de los 1500 m sobre el nivel del mar. El largo del antebrazo de este espécimen fue 42 mm y su peso 19 gr.

- *Tonatia silvicola*

Se registró una hembra en La Gloria y un macho en Marín-Uyama, ambos en bosque alterado/cultivos de cacao. Otros registros de *T. silvicola* para B. del Toro son Almirante (Adames, 1980) y los Humedales de San San Pond-Sack (Rincón y Araúz, 1997). De acuerdo a Handley (1966), esta especie es poco común en Panamá, y ocupa bosques siempreverdes y bosques deciduos de tierras bajas a través de todo el país. El antebrazo de la hembra midió 54 mm y su peso fue de 16 g, mientras que el antebrazo del macho midió 60 mm; no se obtuvo el peso de este macho.

- *Mimon crenulatum*

Se registró un macho en el bosque alterado/cultivo de cacao en Marín-Uyama. Según Handley (1966), esta especie en B. del Toro ha sido registrada en Almirante y Sibube. En Panamá esta especie es rara y prefiere bosques siempreverdes (Handley, 1966). El antebrazo del ejemplar midió 51 mm y su peso fue de 19 g.

- *Phyllostomus hastatus*

Capturamos una hembra en el bosque alterado/cultivo de cacao de La Gloria. En B. del Toro también ha sido registrada en Almirante, Boca del Drago, Cayo Agua, Isla Bastimentos y Sibube (Handley, 1966). Esta especie es común desde el nivel del mar hasta cerca de los 600 m sobre el nivel del mar, y ocupa áreas boscosas y cultivos (Handley, 1966). La longitud del antebrazo fue de 90 mm y el peso de 118 g.

- *Trachops cirrhosus*

Se registró un macho en el bosque alterado/cultivo de cacao en La Gloria. Otras localidades en B. del Toro donde ha sido registrada son las cercanías de Changuinola, Isla Bastimentos y Sibube (Handley, 1966). De acuerdo a Handley (1966), este murciélago es común desde las tierras bajas hasta cerca de los 800 m sobre el nivel del mar, y ocupa una gran variedad de ambientes, preferiblemente la vegetación en bordes de corrientes de agua dulce. El antebrazo de este ejemplar midió 58 mm y su peso fue de 24 g.

- *Chrotopterus auritus*

Denominado falso vampiro de Peters. Se obtuvieron registros de una hembra en Marín-Uyama y un macho en Río Oeste, ambos en bosque alterado/cultivo de cacao. No se conocen otros registros de esta especie para B. del Toro, y según Handley (1966), *C. auritus* es raro para Panamá y tiene preferencia por bosques siempreverdes. En Panamá esta especie ha sido registrada desde el nivel del mar hasta los 600 m sobre el nivel del mar (Handley, 1966). *C. auritus* es un murciélago carnívoro que prefiere vertebrados pequeños que se desplazan sobre superficies verticales como los lagartos gecónidos, pero también consume otros murciélagos y hasta ciertas aves (Linares, 1986). Las medidas de antebrazos fueron 82 y 83 mm para el macho y la hembra respectivamente, en tanto que los pesos fueron 103 g para el macho y 87 para la hembra.

- *Glossophaga soricina*

Se obtuvieron tres registros de esta especie, dos hembras y un macho. Una hembra fue registrada en un arbustal de Rambala y otra en el potrero-herbazal de Cañas-Róbalo, y el macho en los manglares de La Gloria. Otros informes de esta especie para B. del Toro son Almirante, Boca del Drago, Isla Bastimentos, Isla Colón, Isla Escudo de Veraguas y Sibube (Handley, 1966). Según Handley (1966), esta especie es localmente común en la costa caribe de Panamá y puede ser encontrada en una gran variedad de condiciones ambientales. El antebrazo del macho midió 35 mm y el promedio en las hembras fue de 35,5 mm, en tanto que el peso del macho fue de 11 g y el promedio en las hembras fue de 10,5 g.

- *Glossophaga commissarisi*

Se obtuvieron 12 registros, entre ellos cinco hembras y siete machos. Los sitios de registro fueron el bosque poco alterado de La Gloria, el manglar de Cañas-Róbalo, el potrero-herbazal y bosque alterado/cultivo de cacao de Marín-Uyama, y el bosque alterado/cultivo de cacao de Río Oeste. De acuerdo a Handley (1966), este murciélago es común al Oeste de Panamá y en B. del Toro ha sido registrado en Almirante, Bocas del Drago, Cayo Agua y Sibube. El promedio de los antebrazos en machos midió 35,1 mm y en las hembras 34 mm, mientras que el peso de los machos promedió los 9,6 g y el de las hembras 11 g.

- *Lonchophylla robusta*

Se registraron cuatro hembras y dos machos. Unos fueron capturados en áreas de bosque poco alterado en La Gloria, manglares de Cañas-Róbalo y bosque alterado/cultivo cacao en Río Oeste. Según Handley (1966), en Panamá esta especie es común en la región Oeste, especialmente en la vertiente del Atlántico y ha sido registrada previamente en Almirante e Isla Bastimentos. Las longitudes promedio de antebrazos fueron 41 mm para los machos y 43 mm para las hembras, mientras que el peso correspondió a 14 g para los machos y 16,7 g para las hembras.

- *Carollia castanea*

Se registraron 30 hembras y 27 machos. Los registros se obtuvieron en todas las localidades y en todas las clases de vegetación muestreadas. Esta especie es uno de los filostómidos más comunes en las tierras bajas en todo Panamá y puede ser encontrado en una gran variedad de condiciones ambientales (Handley, 1966). Registros previos en B. del Toro son Almirante, Bocas del Drago, cercanías de Changuinola y Sibube (Handley, 1966). En el Archipiélago de B. del Toro ha sido registrado en Isla Solarte (Cayo Nancy), Mimitimbi (Isla Colón), e Isla Bastimentos (Rincón y Araúz, 1997). La longitud promedio para machos y hembras respectivamente fue 35,5 y 36,1 mm, mientras que el peso fue de 14,7 g en los machos y 14,1 g en las hembras.

- *Carollia perspicillata*

Los ejemplares de esta especie fueron registrados en todos los sitios de muestreo y en todas las categorías de vegetación, excepto el bosque alterado/cultivo de cacao. Se registró un total de 70 ejemplares, de ellos 32 hembras y 38 machos. Otros informes sobre esta especie en B. del Toro son Almirante (Adames, 1980), Isla Bastimentos, Isla Solarte (Cayo Nancy), Mimitimbi (Isla Colón) y Humedales de San San - Pond Sack (Rincón y Araúz, 1997). De acuerdo a Handley (1966), *C. perspicillata* es común en las tierras bajas de todo el país. Esta especie fue particularmente abundante en un arbustal de Rambalá donde había gran cantidad de frutos de *Piper spp.*, uno de sus principales alimentos. La longitud promedio del antebrazo en machos fue de 41,5 mm y en las hembras 42,2 mm, mientras que el peso promedio para machos fue 22,1 g y en las hembras 21,2 g.

- *Sturnira lillum*

Se registraron dos hembras, una en el potrero-herbazal de La Gloria y otra en un bosque alterado/cultivo de cacao en Marín-Uyama. En B. del Toro, esta especie ha sido registrada en Almirante e Isla Bastimentos (Handley, 1966). En general, este murciélago es abundante en bosques y cultivos frutales en las tierras bajas hasta cerca de los 1200 m sobre el nivel del mar (Handley, 1966). Las medidas promedio de estas hembras fueron: antebrazo 41,5 mm y el peso de 23,5 g.

- *Uroderma bilobatum*

Se registraron 20 individuos, entre ellos siete machos y 13 hembras. Los ejemplares se obtuvieron en los manglares y potreros de la Gloria, en los manglares de Cañas-Róbalo, en el bosque alterado/cultivo de cacao de Marín-Uyama y en los potreros de Río Oeste. Otros registros en B. del Toro para esta especie son Almirante, Bocas del Drago, Changuinola, Isla Bastimentos, Punta Peña, Sibube (Handley, 1966), Isla Solarte (Cayo Nancy) (Rincón y Araúz, 1997). De acuerdo a Handley (1966), esta especie es abundante en bajas elevaciones a través de todo el Istmo. La longitud promedio de los antebrazos en machos fue 41,6 mm y en las hembras 42,7 mm, mientras que el peso promedio fue de 18 g en machos y 17,9 g en las hembras.

- *Plathyrrhinus helleri*

Se registraron tres machos y dos hembras. Los sitios de registros corresponden a los potreros de La Gloria, y bosques alterados/cultivos de cacao en Marín-Uyama y Río Oeste. Handley (1966) informó otros registros para B. del Toro, entre ellos, Almirante, Bocas del Drago, Cayo Agua, Changuinola, Isla Colón, Punta Peña y Río Changena. Además, Rincón y Araúz (1997) lo registraron en Isla Bastimentos e Isla Solarte (Cayo Nancy). Los antebrazos de los machos midieron en promedio 41,3 mm y el de las hembras 40 mm, en tanto que los pesos promedios fueron de 19,6 g en los machos y 16,5 g en las hembras.

- *Artibeus jamaicensis*

Se obtuvieron registros de 62 hembras y 42 machos. Los miembros de esta especie fueron atrapados en todas las categorías de vegetación y en todos los sitios de muestreo, excepto en Rambala. Este es uno de los murciélagos más comunes en Panamá y, de acuerdo a Handley (1966), es abundante desde el nivel del mar hasta los 1000 m sobre el nivel del mar. Otros registros de esta especie en B. del Toro son Isla Solarte (Cayo Nancy), Mimitimbi (Isla Colón), Humedales de San San - Pond Sack e Isla Bastimentos (Rincón y Araúz, 1997). Las medidas de antebrazo en los machos promediaron los 62,3 mm y en las hembras 63,6 mm, mientras que el peso promedió 49,9 g en los machos y 51,5 g en las hembras.

- *Artibeus lituratus*

De esta especie se obtuvieron datos de nueve machos y seis hembras. Los ejemplares fueron registrados en todas las categorías de vegetación y en todos los sitios de muestreo, excepto Rambala. Handley (1966) considera que *A. lituratus* tiene distribución altitudinal similar a *A. jamaicensis* y lo considera una especie abundante. Los antebrazos en los machos midieron en promedio 69,3 mm y en las hembras 71,8 mm, en tanto que el peso de los machos promedió 66,2 g y en las hembras 71,1 g.

- *Artibeus watsoni*

Se obtuvieron registros de cinco hembras y 19 machos, todos en La Gloria y ocupando el bosque poco alterado y el bosque alterado/cultivo de cacao. También ha sido registrada en Isla Bastimentos (Rincón y Araúz, 1997). De acuerdo a Handley (1966), este murciélago es abundante desde tierras bajas hasta cerca de los 1500 m sobre el nivel del mar. La longitud promedio de antebrazos en los machos fue 38,3 mm y en las hembras 39 mm, en tanto que el peso promedió 12,7 g en machos y 12,6 g en las hembras.

- *Artibeus phaeotis*

De esta especie se obtuvo información de 10 hembras y 11 machos, ejemplares que fueron registrados en arbustales y bosques alterados/cacao en Marín-Uyama, y en los potreros de Río Oeste. Otros registros son Almirante,

Boca del Drago y las cercanías de Changuinola (como *A. turpis*) (Handley, 1966), mientras que Rincón y Araúz (1997) la registraron en Isla Bastimentos, Mimitimbi (Isla Colón) y Humedales de San San - Pond Sack.

En Panamá, Handley (1966) considera a esta especie común desde las tierras bajas hasta elevaciones medianas, especialmente en la vertiente del Atlántico. La longitud promedio de los antebrazos en machos fue de 38,2 mm y en las hembras de 39,9 mm, mientras que el peso promedio fue de 15,3 g para los machos y de 16,3 g para las hembras.

- *Desmodus rotundus*

Se obtuvieron registros de tres hembras y tres machos. Dos ejemplares fueron atrapados en un potrero de La Gloria, uno en el bosque alterado/cultivo de cacao de Marín-Uyama y tres en el bosque alterado/cultivo de cacao de Río Oeste. De acuerdo a Handley (1966), este murciélago es común localmente en todo Panamá desde el nivel de mar hasta los 1700 m sobre el nivel del mar. Como ha ocurrido en otras zonas del país, el aumento de las actividades ganaderas en la región es el principal factor que favorece a las poblaciones de este murciélago hematófago. La longitud promedio del antebrazo en los machos fue de 59,3 mm y en las hembras de 59,6 mm, en tanto que el peso promedió 34,6 g para los machos y 41,6 g para las hembras.

- *Natalus stramineus*

Se obtuvieron registros de siete hembras y dos machos, todos de los manglares de Cañas-Róbalo. De acuerdo a Reid (1997) esta especie es poco común en todo su ámbito de distribución (México hasta el Este de Brasil) y es atrapada generalmente en bosques secos y semideciduos, y se ha observado en bosques siempreverdes con menor frecuencia. Según Handley (1966), esta especie es rara en Panamá y estos registros corresponden a los primeros para B. del Toro. La presencia de estos animales dentro del manglar puede responder a dos factores: alta concentración de insectos, su principal fuente de alimento o la presencia de árboles de mangle (*Avicennia spp.* y *Laguncularia spp.*) con sitios apropiados para refugios diurnos. Aunque los refugios diurnos más comunes en esta especie son cuevas y túneles abandonados, otros miembros de este género (*N. tumidirostris*) han sido observados usando huecos de árboles para tal fin (Nowak, 1994). El largo promedio de los antebrazos fue de 34 mm en machos y 34,4 mm en las hembras; no se obtuvieron los pesos de estos ejemplares.

- *Myotis nigricans*

Se obtuvieron datos de un ejemplar macho en el potrero de La Gloria. Con anterioridad, esta especie fue registrada en Almirante (Adames, 1980). De acuerdo a Handley (1966), este murciélago es abundante desde tierras bajas hasta cerca de los 1000 m sobre el nivel del mar, aunque algunas veces puede encontrarse hasta los 3150 m sobre el nivel del mar (Wilson y La Val, 1974). El antebrazo de este murciélago midió 35 mm y su peso fue de 4 g.

SUMMARY

Twenty three species of bats are reported for continental locations between Almirante and Rambala in Bocas del Toro Province, Panama. These include first reports for both *Chrotopterus auritus* (Peter's woolly false vampire bat) and *Natalus stramineus* (funnel-eared bat) in Bocas del Toro. Also, for each captured species, information on habitat conservation status of reported locations is provided as well as a literature review updating information on the presence of these 23 species in Bocas del Toro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMES, A. 1980. *Evaluación Ambiental del Proyecto Changuinola*. Informe final. 215 pp.

ANTHONY, E.L.P. 1988. Age determination in bats. En: *Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats*. Ed. T.H. KUNZ. Cap. 3. pp. 47-58. Washington Smith. Inst. Press.

BONACCORSO, F.J. 1979. Foraging and reproductive ecology in a Panamanian bat community. *Bull. Florida State Mus. Biol. Sci.*, 24, 359-408.

BROWN, J.H. 1968. Activity Patterns of some Neotropical bats. *J. Mamm.*, 49(4), 754-757.

EISENBERG, J.F. 1989. *Mammals of the Neotropics: the Northern Neotropics*. Vol. 1. Chicago: The University of Chicago Press. 449 pp.

FLEMING, T.H. 1973. The reproductive cycles of three species of opossums and other mammals in the Panama Canal Zone. *J. Mamm.*, 54(2), 439-455.

FLEMING, T.H., E.T. HOOPER y D.E. WILSON. 1972. Three Central American Bat Communities: structure, reproductive cycles, and movement patterns. *Ecology*, 53(4), 555-569.

GREENHALL, A.M. y J.L. PARADISO. 1968. *Bats and Bat Banding*. Bureau Sports Fisheries Wild., Resource Publ. 72. Washington, D.C. 47 pp.

HALL, E.R. 1981. *The Mammals of North America*. 2^{da}. Edición, Vol. 1. Nueva York: John Wiley & Sons. 870 pp.

HANDLEY, C.O. 1960. Descriptions of new bats from Panama. *Proc. U.S. Nat. Mus.*, 112, 459-479.

HANDLEY, C.O. 1966. Checklist of the mammals of Panama. En: *Ectoparasites of Panama*. Eds. R.L. WENZEL y V.J. TIPTON. Field Mus. Nat. Hist. Chicago. 753-793.

HANDLEY, C.O. 1981. Key to the Bats of the Lowlands of Panamá. U.S. Natl. Mus. Washington, D.C. 17 pp.

HANDLEY, C.O., D.E. WILSON y A.L. GARDNER (Eds.). 1991. Demography and natural history of the common fruit bat, *Artibeus jamaicensis*, on Barro Colorado Island, Panama. Smith. Cont. Zoo., 511. 173 pp.

IGNTG (Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia). 1988. Atlas Nacional de la República de Panamá. 3ra Edición. 222 pp.

JONES, C., W.J. MCSHEA, M.J. CONROY y T.H. KUNZ. 1996. Capturing mammals.. En: **Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard methods for mammals**. Eds. D.E. WILSON, F.R. COLE, J.D. NICHOLS, R. RUDRAN y M.S. FOSTER, pp. 115-155, Washington D.C.: Smith. Instit. Press..

KALKO, E.K.V. y C. O. HANDLEY. 1994. Evolution, biogeography, and description of a new species of fruit-eating bat, genus *Artibeus* Leach (1821), from Panama. *Z. Saugetierkunde*, 59, 257-273.

KUNZ, T.H. y A. KURTA. 1988. Capture methods and holding devices., En: **Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats**. Ed. T.H. Kunz, Cap. 1, pp. 1-29. Washington D.C.: Smith. Instit. Press.

LINARES, O.J. 1986. Murciélagos de Venezuela. Cuadernos Lagoven, 122 pp.

MORRISON, D.W. 1978. Lunar phobia in a Neotropical fruit bat, *Artibeus jamaicensis* (Chiroptera:Phyllostomidae). *Anim. Behav.* 26, 852-855.

NOWAK, R.M. 1994. **Walker's Bats of the World**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press. 287 pp.

OLMOS, M. y F. de SOUSA. 1989. *Sturnira mordax* (Goodwin, 1938) Chiroptera: Primer reporte para Panamá. *Scientia (Panamá)*, 4, 77-86.

POLANCO, J., E. MORENO y D. MOSQUERA. 1997. Cobertura vegetal y uso del suelo. En: **Evaluación ecológica del área de influencia de la carretera Punta Peña-Almirante, Provincia de Bocas del Toro**. pp. 36-56. ICF Kaiser-Asociación Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ANCON).

REID, F.A. 1997. **A Field Guide to the Mammals of Central America and Southeast Mexico**. Nueva York: Oxford University Press., 334 pp.

RINCÓN, J. y J. ARAÚZ G. 1997. Fauna terrestre (mamíferos). En: **Evaluación Ecológica Rápida del Parque Nacional Mariño Islá Bastimentos y sus Areas de Influencia, Mimitimbi (Isla Colón), Swan Cay y el Humedal San San - Pond Sak, Provincia de Bocas del Toro**. pp. 7-1-7-74. Eds. VALDESPINO, I.A., y D. SANTAMARÍA E. Informe Final, ANCON, Panamá.

TOSI, J. 1971. Zonas de vida: Una base ecológica para las investigaciones silvícolas e inventariación forestal en la República de Panamá. PNUD-FAO. Informe Técnico. 89 pp.

TYSON, E.L. 1964. Two new records of bats (Molossidae) from Panama. *J. Mamm.*, 45:495-496.

SILVA-TABOADA, G. 1979. Los Murciélagos de Cuba. La Habana: Editorial Academia. 433 pp.

VALDESPINO, I.A., D. SANTAMARÍA E., G. PALACIOS y L. SOLÓRZANO-VINCENT. 1997. Evaluación ecológica del área de influencia de la carretera Punta Peña-Almirante, Provincia de Bocas del Toro. Informe Final, ANCON.

WILSON, D.E. y R. LA VAL. 1974. *Myotis nigricans*. *Mamm. Species*, 39, 1-3.

WILSON, D.E. y D.M. REEDER. 1993. *Mammals Species of the World: a taxonomic and geographic reference*. 2ª. Edición. Washington D.C., Smith. Instit. Press. 1206 pp.

AGRADECIMIENTOS

Al personal de la División Nacional de Conservación y Ciencias de la Asociación Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ANCON), sin cuyo apoyo no hubiera sido posible este trabajo, especialmente al Dr. Iván Valdespino, Lic. Dilia Santamaría, Lic. José Polanco, Querube Fuenmayor y Diego Mosquera. Al Lic. Ernesto Ponce, de ANCON-Chiriquí, por su apoyo en la logística y al Lic. Jorge Castillo, por su valiosa contribución durante los trabajos de campo. Nuestros reconocimientos al Dr. Víctor Hugo Tejera, al pasante (Ph.D.) Rafael Samudio, y a Julieta Carrión de Samudio, M.A., por sus comentarios y sugerencias al borrador de este trabajo.

EFFECTOS DE LAS VARIABLES ORIGINALES A TRAVÉS DE LAS COMPONENTES PRINCIPALES EN EL COMPORTAMIENTO DE LA VARIABLE PESO GONADAL EN EL ESTUDIO POR SEXO DEL PEZ *Dormitator latifrons* (Richardson, 1837) EN LA LOCALIDAD DE MATA DE COROZO, PACORA, PANAMÁ.

CARRASCO, GONZALO¹, MEJÍA, AURORA¹ Y VILLARREAL, CÉSAR A.²

¹ Departamento de Estadística,
Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología,
Universidad de Panamá.
E-mail: estadist@ancon.up.ac.pa

² Laboratorio de Fisiología Dr. Erich Graetz,
Departamento de Fisiología y Comportamiento Animal,
Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología,
Universidad de Panamá.
E-mail: cesarav@sinfo.net

RESUMEN

Al someter a estudio, por sexo, el crecimiento gonadal del pez *Dormitator latifrons* (Richardson, 1837), se analizaron, mediante componentes principales, las variables corporales y ambientales: largo y peso total, peso gonadal y caudal, precipitación y temperatura, respectivamente. Aplicando este procedimiento a los datos originales de las hembras, se determinó que las tres primeras componentes principales explican una proporción de la variación total acumulada igual a 87,97%. En el caso de los machos, por otra parte, se determinó que las dos primeras componentes principales explican el 83,67% de la variabilidad total de dichos datos. Se discute, en este trabajo, el significado funcional de estas diferencias.

PALABRAS CLAVES

Dormitator latifrons, análisis de las componentes principales, regresión lineal múltiple, gónadas.

INTRODUCCIÓN

El ciclo reproductivo y crecimiento corporal anual del pez eleótrido guapote (*Dormitator latifrons*, Richardson, 1837) ha sido estudiado por los investigadores del Laboratorio de Fisiología Dr. Erich Graetz, del Departamento de Fisiología y Comportamiento Animal, de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, de la Universidad de Panamá (Villarreal *et al.*, 1990). Estos autores sugirieron que el ciclo gonadal sigue de cerca el patrón de comportamiento del régimen de pluviosidad local. Más tarde, Villarreal *et al.* (1996) demostraron un alto grado de correlación entre las células secretoras de gonadotropina (gonadótrofos) y de somatotrofina (somatótrofos) y el crecimiento gonadal y corporal, respectivamente. Varios autores han sugerido que el eje hipotálamo - hipófisis actúa como vía final común de interacción entre la información del mundo exterior y los patrones de secreción hormonal en vertebrados (Hoar, 1966; Villarreal, 1983; Villarreal *et al.*, 1988, 1996). Si esta afirmación es cierta, debe existir gran correlación entre el ciclo de crecimiento corporal y gonadal y los patrones ambientales de pluviosidad, caudal y temperatura.

Carrasco (1996) y Carrasco y Mejía (1997) han estudiado las características abstractas del análisis de componentes principales y sus aplicaciones a las ciencias empíricas (Mardia, *et al.*, 1979, Johnson y Wichern, 1982; Jollyffe, 1986 y Pla, 1986). En el presente trabajo se registran los resultados obtenidos de la aplicación de este instrumento de análisis al patrón de crecimiento gonadal y somático de *D. latifrons* y su correlación con los factores ambientales arriba mencionados. Este estudio tiene como objetivo primordial medir el efecto lineal de las variables largo total, peso total, caudal, precipitación y temperatura a través de las componentes principales en el comportamiento de la variable peso gonadal en el estudio por sexo del guapote.

El análisis mencionado consiste en generar las componentes principales por sexo a través de las variables largo total, peso total, caudal, temperatura y precipitación y asociar dichas variables a las componentes principales a través del estudio de la proporción de la variación total de las variables originales explicadas por las componentes principales y las correlaciones entre las variables originales y las componentes principales; para posteriormente efectuar análisis de regresión lineal múltiple considerando la variable peso gonadal como variable dependiente y a la primera, segunda y tercera componente principal como variables independientes en el estudio de las hembras y en el estudio de los machos se considera a la primera y segunda componente principal como variables independientes.

PARTE EXPERIMENTAL

El presente trabajo se realizó haciendo uso de la información colectada para *D. latifrons* durante el año 1992. Para tal propósito los peces fueron capturados en un lago artificial ubicado en la localidad de Mata de Corozo, Corregimiento de Pacora, cerca de la desembocadura del Río Cabra, Provincia

de Panamá, República de Panamá (9° 01' N, 79° 01' W). El arte de pesca, así como la metodología usada para la evaluación de las medidas corporales, han sido descritos por Villarreal *et al.* (1990).

Los regímenes de pluviosidad, caudal y temperatura del río fueron obtenidos en la Dirección de Hidrometeorología y en la de Análisis de la Calidad del Agua, del IRHE, correspondiendo a la Estación de Pacora, la cual expresa la conducta hídrica de la región bajo estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de las Hembras:

Para efectos del presente análisis se seleccionaron las tres primeras componentes principales, puesto que la variación total explicada por ellas supera el valor de 80% (Cuadro 1).

CUADRO 1.

Valores propios y proporción de la variación total explicada por las componentes principales en el estudio de las hembras del pez *Dormitator latifrons* (Richardson,

COMPONENTES	VALORES	PROPORCIÓN DE LA VARIACIÓN TOTAL EXPLICADA	
		ABSOLUTA (%)	ACUMULADA (%)
1	1,94919	38,9838	38,984
2	1,49571	29,9142	68,898
3	0,95378	19,0756	87,974
4	0,49394	9,8788	97,852
5	0,10738	2,1476	100,000

1837) en la localidad de Mata de Corozo, Corregimiento de Pacora: año 1992.

Correlación de las variables originales con las tres componentes principales:

Cuando examinamos la proporción de la variación original explicada por las componentes principales (Cuadro 2) y la correlación de las variables con las tres primeras componentes principales (Cuadro 3) podemos asociar las variables largo total, precipitación y caudal a la primera componente principal por tener dichas variables coeficientes mayores en valor absoluto. Las variables peso total, precipitación y temperatura están asociadas a la segunda componente principal y finalmente un promedio ponderado a las variables estudiadas con respecto a la tercera componente principal sin intervención en dicho promedio de la variable precipitación (-0,007) y con influencia mayor pero de signo negativo de la variable temperatura (-0,694).

CUADRO 2.

Proporción de la variación original explicada por cada componente principal de la matriz de correlación de las variables en el estudio de las hembras del pez *Dormitator latifrons* (Richardson, 1837) en la localidad de Mata de Corozo: año 1992.

VARIABLES	COMPONENTES				
	1	2	3	4	5
LARGO TOTAL	0,398	0,185	0,180	0,237	0,0004
PESO TOTAL	0,239	0,423	0,100	0,237	0,001
PRECIPITACIÓN	0,594	0,342	0,00006	0,016	0,046
CAUDAL	0,710	0,055	0,191	0,0008	0,042
TEMPERATURA	0,007	0,490	0,482	0,003	0,017

CUADRO 3.

Correlación de las variables originales con las tres primeras componentes principales en el estudio de las hembras del pez *Dormitator latifrons* (Richardson, 1837) en la localidad de Mata de Corozo: año 1992.

VARIABLE	COMPONENTES PRINCIPALES			VARIACIÓN TOTAL EXPLICADA POR LAS TRES PRIMERAS COMPONENTES PRINCIPALES
	1	2	3	(%)
LARGO TOTAL	-0,631	0,430	0,425	76,8
PESO TOTAL	-0,489	0,650	0,316	76,2
PRECIPITACIÓN	0,771	0,585	-0,007	93,6
CAUDAL	0,842	0,235	0,437	95,6
TEMPERATURA	-0,086	0,700	-0,694	97,9

Análisis de los machos:

De un análisis similar al precedente, se deduce que en los machos las dos primeras componentes principales explican la variación total en un valor superior al 80% (Cuadro 4). Por tal razón se seleccionaron finalmente estas dos componentes para realizar el análisis que nos ocupa.

Así tenemos que, al observar los Cuadros 5 y 6, podemos asociar las variables largo total, peso total, caudal y temperatura a la primera componente principal (CP1) y las variables precipitación y caudal a la segunda componente principal (CP2) por tener las variables asociadas coeficientes altos para cada una de las componentes principales.

CUADRO 4.

Valores propios y proporción de la variación total explicada por las componentes principales en el estudio de los machos del pez *Dormitator latifrons* (Richardson, 1837) en la localidad de Mata de Corozo: año 1992.

COMPONENTES	VALORES	PROPORCIÓN DE LA VARIACIÓN TOTAL EXPLICADA	
		ABSOLUTA (%)	ACUMULADA (%)
1	2,69468	53,8937	53,894
2	1,48924	29,7847	83,678
3	0,55446	11,0892	94,768
4	0,17272	3,4545	98,222
5	0,08890	1,7779	100,000

CUADRO 5.

Proporción de la variación original explicada por cada componente principal de la matriz de correlación de las variables en el estudio de los machos del pez *Dormitator latifrons* (Richardson, 1837) en la localidad de Mata de Corozo: año 1992.

VARIABLES	COMPONENTES				
	1	2	3	4	5
LARGO TOTAL	0,808	0,035	0,109	0,010	0,037
PESO TOTAL	0,829	0,033	0,082	0,019	0,036
PRECIPITACIÓN	0,016	0,918	0,008	0,052	0,005
CAUDAL	0,464	0,414	0,048	0,068	0,006
TEMPERATURA	0,577	0,005	0,307	0,023	0,003

CUADRO 6.

Correlación de las variables originales con las dos primeras componentes principales en el estudio de los machos del pez *Dormitator latifrons* (Richardson, 1837) en la localidad de Mata de Corozo: año 1992.

VARIABLE	COMPONENTES PRINCIPALES		VARIACIÓN TOTAL EXPLICADA POR LAS TRES PRIMERAS COMPONENTES PRINCIPALES (%)
	1	2	
LARGO TOTAL	0,900	0,186	84,3
PESO TOTAL	0,910	0,182	86,2
PRECIPITACIÓN	-0,127	0,958	93,4
CAUDAL	0,681	0,644	87,8
TEMPERATURA	0,760	0,298	58,2

MODELO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE

Se presenta a continuación la utilización de las componentes principales en el modelo de regresión lineal múltiple, considerando el peso gonadal como variable dependiente y como variables independientes a la primera componente principal (CP1) y segunda componente principal (CP2) para el estudio de los machos. En el caso de las hembras, en cambio, se consideran la primera (CP1), segunda (CP2) y tercera (CP3) componente principal como variables independientes en el estudio del *D. latifrons*.

Machos:

$$\text{Peso Gonadal} = 19,39 + 3,79\text{CP1} + 3,43\text{CP2}$$

- Prueba de Hipótesis

H₀: No existe efecto lineal de la primera y segunda componente principal en el comportamiento del peso gonadal de los machos en el pez *Dormitator latifrons* (Richardson, 1837) en la localidad de Mata de Corozo, Corregimiento de Pacora.

H₁: Existe efecto lineal de la primera y segunda componente principal en el comportamiento del peso gonadal de los machos en el pez *Dormitator latifrons* (Richardson, 1837) en la localidad de Mata de Corozo, Corregimiento de Pacora.

- Análisis de Varianza

FUENTE	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F	PROB > F _α
MODELO	2	2313,046940	1156,523470	21,06	0,0001
ERROR	39	2141,669385	54,914600		
TOTAL	41	4454,716325			

- Prueba de Hipótesis

VARIABLES	G.L.	T:H ₀ : PARÁMETRO = 0	PROB > t
INTERCEPTO.	1	16,96	0,0001
CP1	1	5,38	0,0001
CP2	1	3,62	0,0008

Hembras:

$$\text{Peso Gonadal} = 29,43 + 0,34\text{CP1} + 6,54\text{CP2} + 7,19\text{CP3}$$

- Prueba de Hipótesis

H₀: No existe efecto lineal de la primera, segunda y tercera componente principal en el comportamiento del peso gonadal de las hembras en el pez *Dormitator latifrons* (Richardson, 1837) en la localidad de Mata de Corozo, Corregimiento de Pacora.

H₁: Existe efecto lineal de la primera, segunda y tercera componente principal en el comportamiento del peso gonadal de las hembras en el pez *Dormitator latifrons* (Richardson, 1837) en la localidad de Mata de Corozo, Corregimiento de Pacora.

- Análisis de Varianza

FUENTE	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F	PROB > F α
MODELO	3	5112,196144	1704,065381	15,77	0,0001
ERROR	39	4539,834282	108,091292		
TOTAL	41	9652,030426			

- Prueba de Hipótesis

VARIABLES	G.L.	T:H ₀ : PARÁMETRO = 0	PROB > t
INTERCEPTO	1	19,20	0,0001
CP1	1	0,31	0,7609
CP2	1	5,16	0,0001
CP3	1	4,53	0,0001

Respuestas de *Dormitator latifrons* de ambos sexos a los factores ambientales:

El principal propósito de los estudios realizados en nuestro laboratorio ha sido el de determinar la manera cómo el guapote (*Dormitator latifrons*) utiliza la información de carácter interno y externo para la regulación de su actividad reproductiva. Así, estudios previos (Villarreal *et al.*, 1990) han logrado precisar el momento durante el cual el tamaño gonadal alcanza su máxima expresión y el instante cuando sus poblaciones reclutan los juveniles del año .

Adicionalmente, Villarreal *et al.* (1990) sugirieron que la tasa de pluviosidad influye sobre las variables tamaño gonadal y número de reclutas, postulando un mecanismo neuroendócrino que da cuenta de dicha relación (Villarreal *et al.*, 1996).

Los resultados del presente trabajo tienden a confirmar los resultados antes mencionados arrojando nuevas luces sobre el problema en cuestión y que describimos a continuación.

Diferencias entre los sexos:

El guapote presenta diferencias muy llamativas en cuanto al crecimiento de las gónadas toda vez que, en las hembras, las tres primeras componentes principales influyen, en conjunto, linealmente sobre el crecimiento gonadal, mientras que en el macho solo las dos primeras ejercen algún efecto significativo. (ver páginas 50 y 51). Adicionalmente, en las hembras, a diferencia de los machos, la primera componente principal (CP1) no influye linealmente en el crecimiento gonadal.

Las diferencias arriba mencionadas son susceptibles de explicarse tomando en consideración el concepto de gasto diferencial de recursos energéticos por los sexos (Halliday, 1982). De acuerdo con esta concepción, la hembra realiza un mayor esfuerzo gonadal que el macho, toda vez que el óvulo es más costoso de producir que el espermatozoide. Un corolario importante de esta afirmación es que el macho debe retribuir dicha diferencia aumentando el gasto comportamental (cuidar la cría, cortejar, mantener un territorio, etc), equilibrando así la relación costo-beneficio. Consistentes con esta afirmación, Villarreal *et al.* (1990) han notado que los machos entran en fase reproductiva primero que las hembras, lo que trae como resultado que el crecimiento gonadal de los machos se incremente linealmente con la pluviosidad y el caudal, éstos últimos altamente correlacionados entre sí. Las hembras, por otro lado, alcanzan recrudescencia gonadal máxima cuando la pluviosidad y el caudal decrecen.

Consideramos que la conducta de crecimiento gonadal arriba descrita da cuenta del por qué la CP1 en las hembras no afecta linealmente al crecimiento longitudinal (ver Análisis de Regresión para las Hembras). Tal conducta está relacionada con la doctrina de Halliday por el hecho de que, al ser las células gonadales femeninas más costosas energéticamente que las masculinas y crecer a expensas de la energía corporal, las hembras deben calcular en forma muy rigurosa, no solo la disponibilidad de recursos corporales susceptibles de ser gastados en gónadas, sino la época más adecuada para depositar sus huevos. De acuerdo con este último autor, estas consideraciones son irrelevantes para el macho, el cual invierte poco de sus recursos corporales en células sexuales. Esta afirmación se manifiesta estadísticamente, cuando las CP1 y CP2 afectan linealmente y de manera independiente el crecimiento y el peso gonadal de los guapotes machos (ver Análisis de Regresión de los Machos).

CONCLUSIONES

1. Las dos primeras componentes principales influyen, en conjunto, linealmente en el comportamiento del peso gonadal de los machos a un nivel de significación de 0,01.
2. Las variables largo total, peso total, caudal y temperatura asociadas a la primera componente principal y las variables precipitación y caudal asociadas a la segunda componente principal influyen, en conjunto, linealmente en el peso gonadal de los machos a un nivel de significación de 0,01.
3. Las tres primeras componentes principales influyen, en conjunto, linealmente en el comportamiento del peso gonadal de las hembras a un nivel de significación de 0,01.
4. En el estudio de las hembras de *Dormitator latifrons*, las variables asociadas a la primera componente principal, es decir, las variables largo total, precipitación y caudal no influyen, en conjunto, linealmente en el comportamiento del peso gonadal, a un nivel de significación de 0,01.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARRASCO, G. 1996. **Análisis de las Componentes Principales y sus Aplicaciones**. Tesis de Maestría. Departamento de Estadística, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Universidad de Panamá. Panamá. 76 pp.

CARRASCO, G. y A. MEJÍA. 1997. **Modelo Lineal General a través de las Componentes Principales**. IX Semana de la Estadística. Universidad de Panamá. Panamá.

HALLIDAY, T.R. 1982. **Sexual Strategy**. 1ª Edición. Chicago: University of Chicago Press. 158 pp.

HOAR, W.S. 1966. Hormonal activities of the *pars distalis* in cyclostomes, fish and amphibia. En: **The Pituitary Gland**. Eds. G.W. Harris y B.T. Donovan. Vol 1, pp 242-292. Berkeley: University of California Press.

JOHNSON, R y D. WICHERN. 1982. **Applied Multivariate Statistical Analysis**. 1a Edición. New Jersey: Prentice Hall Inc. 592 pp.

JOLLYFFE, I.T. 1986. **Principal Component Analysis**. 1a Edición. Nueva York: Springer-Verlag. 269 pp.

MARDIA, K.V.; J.T. KENT y J.M. BIBBY. 1979. **Multivariate Analysis**. 1ª Edición. Londres: Academic Press. 521 pp.

PIA, L. 1986. **Análisis Multivariado: Método de Componentes Principales**. O.E.A. Washington. Serie Matemática, Monografía No. 27. 90 pp.

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, Escocia. 308 pp.

VILLARREAL, C.A., L.M. KATSUDAS y M.E. HERRERA. 1996. **Histofisiología de la adenohipófisis del guapote, *Dormitator latifrons* (Pisces Eleotridae): Estudio microscópico**. *Scientia* (Panamá). 11(2):185-225

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

VILLARREAL, C.A., J.E. THORPE y M.S. MILES. 1988. **Influence of photoperiod on growth changes in juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*. L.** *J. Fish Biol.* 33, 15-33.

APLICACION DEL ANÁLISIS DE FACTORES AL ESTUDIO DE ALGUNOS MOLUSCOS DE LOS MANGLARES DE LA BAHÍA DE CHAME, PANAMÁ, PANAMÁ.

SÁNCHEZ, DANIEL¹, MEJÍA, AURORA¹ Y DIÉGUEZ, MARILYN²

¹ Departamento de Estadística,
Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología,
Universidad de Panamá.
E-mail: estadist@ancon.up.ac.pa

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

RESUMEN

Este trabajo describe el comportamiento de las poblaciones de moluscos gasterópodos y bivalvos, de diez estaciones en la región de Punta Chame (Provincia de Panamá, República de Panamá), obtenido mediante la aplicación del análisis de los factores y el método de componentes principales para la estimación de las cargas factoriales.

INTRODUCCIÓN

La investigación, de donde se obtuvieron los datos para el presente análisis, tenía como objetivo estudiar la distribución de los moluscos, bivalvos y gasterópodos del área de la Ensenada de La Claridad en la localidad de Punta Chame. Ésta se caracteriza por el hecho de que el aporte energético de biomasa, proveniente de la caída y muerte temprana de las hojas de mangle, determina que casi todos los grupos faunísticos se encuentren representados allí (varios autores, en De La Rosa, 1998). La diversidad biológica de un ecosistema de manglar está determinada, particularmente, por la riqueza de la malacofauna que presenta. Mientras que los patrones que determinan la distribución, la densidad y la respuesta al medio ambiente de las especies, son reguladas por características abióticas tales como: salinidad, temperatura, estacionalidad y composición del suelo. La depredación, competencia y la

disponibilidad de alimentos, en cambio, son factores bióticos que afectan la biomasa y limitan la distribución de los organismos (Diéguez, 1991; De La Rosa, 1998). Otros factores que están correlacionados con la distribución faunística son los grados de exposición y la distancia desde la costa (Diéguez, 1991, Diéguez, *et al.*, 1995 y De La Rosa, 1998).

El estudio de la dinámica de población de los moluscos es importante pues éstos, en los ecosistemas biológicos, participan en procesos de biofiltración y depuración de las aguas, son fuentes de alimentos ricos en proteínas de bajo costo y sostienen una pesquería económicamente significativa. Por otra parte, permiten realizar interpretaciones paleontológicas y son utilizados como indicadores de cambios ambientales (Diéguez *et al.*, 1995.)

El estudio, cuyos resultados numéricos fundamentan el presente trabajo, trata, en particular, sobre la distribución espacial y temporal de los gasterópodos *Thais kioskiformis* y *Littorina spp.* del área de la Ensenada La Claridad, ubicada en la Bahía de Chame, a dos kilómetros aproximados de la comunidad de Punta Chame (8° 3,43'N; 79° 45'W). Estas especies constituyen las principales poblaciones de gasterópodos asociadas a las raíces epígeas y troncos del manglar (Diéguez *et al.*, 1995; De La Rosa, 1998). En el estudio se analizaron, además, la composición cuantitativa y la correlación existente entre los aspectos mencionados y los factores abióticos propios del ecosistema. El uso del análisis de factores permitió examinar las variables que fueron observadas en cada estación de una manera objetiva, a fin de desha-cer toda influencia que hubiese entre las variables en estudio debido a las co-rrelaciones que muchas veces ocurren entre ellas (Mardia, *et al.*, 1979; Morrison, 1976; Johnson y Wichern, 1982; Carrasco, 1996; Norman y Streine, 1996).

MATERIALES Y MÉTODO

Para el propósito del siguiente estudio se establecieron diez estaciones a lo largo y a ambos lados del canal principal de la Ensenada La Claridad (Figura 1). En la localidad estudiada se definieron y establecieron un total de diez (10) estaciones de muestreo, con un área de 10 m² cada una. En cada estación se recabó información sobre las siguientes variables: salinidad, temperatura, pluviosidad, intensidad de la luz, tipo de sustrato, distancia de la costa, distancia del nivel promedio del canal, grado de exposición y altura relativa, vegetación, cobertura vegetal, disponibilidad de alimentos (fitobentos), y depredación. La salinidad fue determinada con la ayuda de un refractrómetro y la temperatura con un psicómetro. La variable nivel comprendía la distancia medida a la cual se encontraban los individuos dentro de cada estación, entre los árboles de mangle y se dividió en: nivel 1 = suelo a 0,5 m; nivel 2 = 0,5 - 1,0 m; nivel 3 = 1,0 - 1,5 m. Por distancia se entendió la medida desde la estación de muestreo hasta la costa o la playa. Finalmente, la altura comprendió la distancia desde el fondo del canal hasta el suelo de cada estación. La metodología y los resultados obtenidos para cada variable se describen en detalle en otra parte (Diéguez *et al.*, 1995 y De La Rosa, 1998).

Los análisis se efectuaron para cada especie por separado, dado que las condiciones que se presentaron para cada una de ellas eran suficientemente diversas. Se realizó el Análisis de Factores estimando las cargas factoriales mediante el método de Componentes Principales y rotación Varimax, aplicado a la matriz de correlación de las variables originales observadas en cada estación (Anderson, 1958; Basilevsky, 1994 y Carrasco, 1996). Este procedimiento permite reducir el conjunto de variables a un número menor de ellas, que, sin embargo, contienen la máxima variabilidad y al mismo tiempo no están correlacionadas entre sí. Todos los análisis se realizaron utilizando el Programa SAS, y el procedimiento PROC FACTOR (SAS / STAT, 1991).

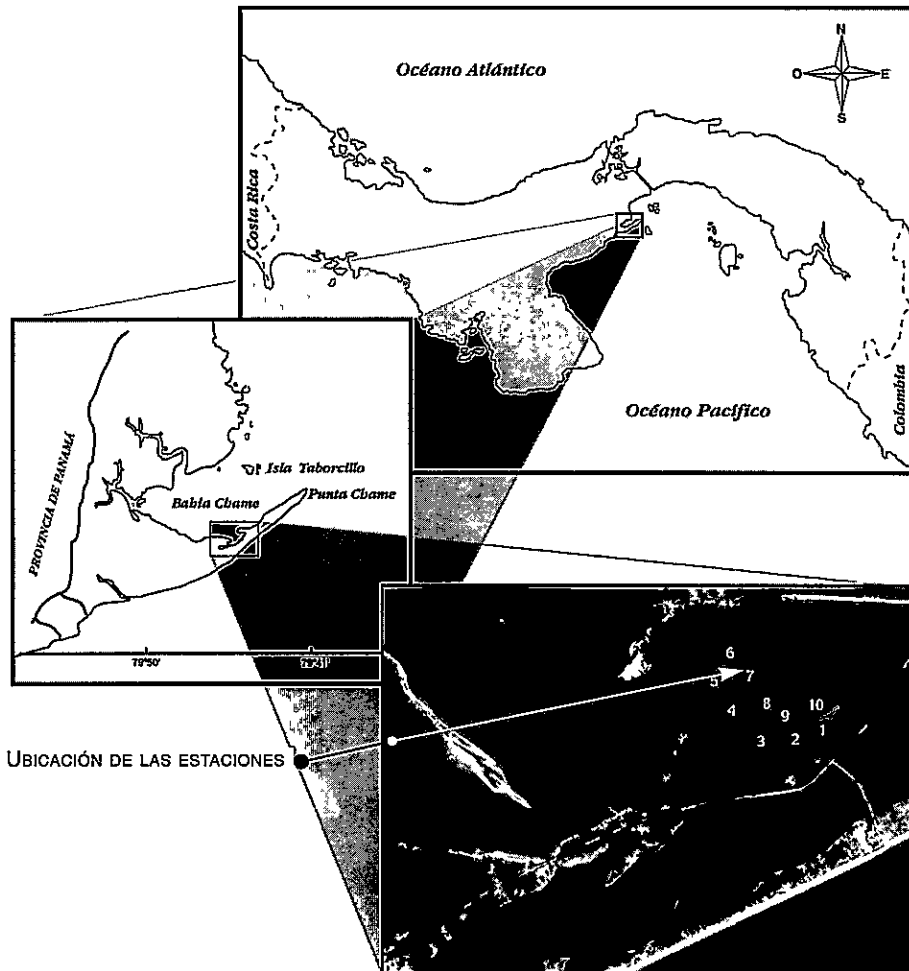


Figura 1.
Desembocadura al Océano Pacífico.

RESULTADOS

Los valores promedio y la desviación estándar, para cada variable en la Estación 1, se muestran en el Cuadro 1. Seguidamente, se calculó la matriz de correlación con las seis variables utilizando los datos originales (Cuadro 2).

Cuadro 1.

Media y desviación estándar de las variables medidas en la Estación 1 en el estudio de los moluscos *T. kioskiformis* y *Littorina spp.*, Región de Chame, 1994.

VARIABLES	CÓDIGO	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
Nivel	NIVEL	0,65270	0,43330
Luz	LUZ	0,00230	0,00129
Temperatura	TEMP	29,83330	2,49050
Salinidad	SAL	29,33330	1,63300
Algas	ALGAS	301,33330	89,76601
Precipitación	PREC	162,48670	140,19520

Cuadro 2.

Matriz de correlación de las variables observadas en la Estación 1 en el estudio de los moluscos *T. kioskiformis* y *Littorina spp.*, Región de Chame, 1994.

	NIVEL	LUZ	TEMP	SAL	ALGAS	PREC
NIVEL	1,0000	0,06342	-0,06807	-0,00034	0,07347	0,0104
LUZ		1,00000	0,14070	0,58730	0,25850	-0,4209
TEMP			1,00000	-0,36300	0,49470	-0,1742
SAL				1,00000	-0,55679	-0,1930
ALGAS					1,00000	0,2017
PREC						1,0000

Los valores propios de la matriz de correlación y la proporción total explicada por cada uno de los factores se presentan en el Cuadro 3, donde se observa que el primer factor resume el 33,74% de la variación total y, si tomamos hasta el tercer factor, se resume el 78,87% de la variación total. Esto significa que la combinación lineal de las variables originales representada por los tres primeros factores sintetiza el 78,87% de la variación total del conjunto de datos.

Cuadro 3.

Valores propios y proporción de la variación total explicada en el estudio de los moluscos *T. kioskiiformis* y *Littorina spp.*, Región de Chame, 1994.

FACTORES	VALOR PROPIO	PROPORCIÓN ABSOLUTA	PROPORCIÓN ACUMULADA
1	2,02450	0,3374	0,3374
2	1,66038	0,2767	0,6142
3	1,04734	0,1746	0,7887
4	0,83281	0,1388	0,9275
5	0,43494	0,0725	1,0000
6	0,00000	0,0000	1,0000

Seguidamente, se seleccionaron tres factores mediante el criterio que aconseja escoger aquellos cuyos valores propios sean mayores al promedio de los valores propios, que, para el caso de la matriz de correlación, correspondía a un valor que, además, acumula el 80% de la varianza total. De aquí en adelante, el proceso de selección de factores se repitió para cada estación, aunque a continuación y por propósitos de brevedad no serán presentados.

En el Cuadro 4 se muestran los factores retenidos mediante el criterio de selección antes descrito y que a continuación fueron sometidos a rotación varimax. El primer factor muestra una alta correlación con las variables temperatura, algas y salinidad, mientras que el segundo factor se relaciona con las variables luz y precipitación; por otro lado, el tercer factor se relaciona con la variable nivel.

Factor 1 (f_1): Temperatura, Algas, Salinidad

Factor 2 (f_2): Luz, Precipitación

Factor 3 (f_3): Nivel

Cuadro 4.

Cargas Factoriales para los datos de los moluscos *T. kioskiiformis* y *Littorina spp.* en la Estación 1, Región de Chame, 1994.

	VARIABLE MATRIZ DE FACTORES ORIGINALES			h^2	MATRIZ DE FACTORES ROTACIÓN VARIMAX		
	f_1	f_2	f_3	h^2_1	f_1	f_2	f_3
NIVEL	-0,0062	0,0617	0,9204	0,8511	0,0021	-0,00115	0,92250
LUZ	-0,4275	0,8225	0,1542	0,8831	0,1206	0,90740	0,21260
TEMP	0,5528	0,6179	-0,2283	0,7395	0,8147	0,19740	-0,19167
SAL	-0,9152	0,1389	0,0715	0,8620	-0,6692	0,63740	0,08913
ALGAS	0,7345	0,4990	0,2099	0,8326	0,8809	-0,03050	0,23590
PREC	0,3986	-0,5744	0,2739	0,5638	-0,0144	-0,71420	0,23130

Uso de los factores en el modelo de regresión múltiple multivariado:

Luego de obtenidos los factores y los puntajes factoriales, mediante el proceso antes descrito, se realizó una regresión lineal multivariada usando los factores como regresores y las variables número de individuos y tamaño promedio como variables dependientes. Finalmente, se procedió a probar las siguientes hipótesis:

H₀: No existe efecto lineal de los factores f_1 , f_2 , y f_3 sobre el número de individuos y el tamaño promedio para las especies *T. kioskiformis* y *Littorina spp.*

H₁: Existe efecto lineal de los factores f_1 , f_2 y f_3 , sobre el número de individuos y el tamaño promedio para las especies *T. kioskiformis* y *Littorina spp.*

Luego de realizado el análisis de regresión pertinente, se concluye que, para *T. kioskiformis* ninguno de los tres factores (f_1 , f_2 , f_3) en forma individual o conjunta influye linealmente sobre el número de individuos y el tamaño promedio de esta especie ($p > 0,05$). Por tal razón, no es posible establecer una ecuación de regresión para estas dos variables. El mismo resultado se obtuvo para *Littorina spp.*

Para las siguientes cuatro estaciones establecidas a lo largo del lado sur del canal se realizaron los mismos análisis observándose lo siguiente:

La Estación 2 tenía las características que se muestran en el Cuadro 5. En este caso, usando el mismo criterio anterior (cuyos valores propios sean mayor que el promedio) y además que hasta el tercer factor se acumulaba el 80,10% de la variación total; se retuvieron tres factores.

Cuadro 5.
Media y desviación estándar de las variables medidas en la Estación 2 en el estudio de los moluscos *T. kioskiformis* y *Littorina spp.*, Región de Chame, 1994.

Variables	Código	Promedio	Desviación Estándar
Nivel	NIVEL	0,4332	0,339200
Luz	LUZ	0,0033	0,002149
Temperatura	TEMP	29,8181	1,167700
Salinidad	SAL	30,5454	1,128200
Algas	ALGAS	206,0000	71,076010
Precipitación	PREC	155,7909	119,338600

El primer factor muestra una alta correlación con las variables temperatura y algas, mientras que el segundo factor se relaciona con las variables nivel y precipitación; por otro lado, el tercer factor se relaciona con las variables luz y salinidad (Cuadro 6).

Factor 1 (f₁): Salinidad, Algas, Luz

Factor 2 (f₂): Temperatura

Factor 3 (f₃): Nivel, Precipitación

En esta ocasión (Estación 2) tampoco hubo efecto lineal de los nuevos factores sobre las variables número de individuos y tamaño promedio.

Cuadro 6.

Cargas Factoriales para los datos *T. kioskiformis* y *Littorina spp.* en la Estación 2, Región de Chame, 1994.

	VARIABLE MATRIZ DE FACTORES ORIGINALES			h ²	MATRIZ DE FACTORES ROTACIÓN VARIMAX		
	f ₁	f ₂	f ₃	h ² ₁	f ₁	f ₂	f ₃
NIVEL	-0,06458	0,79761	0,34277	0,75780	-0,04073	0,84230	0,21617
LUZ	0,88941	-0,38462	0,10975	0,95100	0,55660	0,40214	0,69242
TEMP	0,56401	0,17562	-0,43309	0,53650	0,72940	0,06597	0,01018
SAL	0,63731	0,04137	0,72807	0,93796	0,04440	0,14082	0,95717
ALGAS	0,81636	0,21654	0,41773	0,88783	0,92020	0,09638	0,17830
PREC	-0,01367	0,84985	0,11154	0,73490	0,18914	0,81519	-0,18592

Resultados para la tercera estación:

En esta ocasión también fueron retenidos tres factores los cuales presentan asociación con las variables de la siguiente manera (Cuadro 7):

Factor 1 : Salinidad, Algas, Luz

Factor 2 : Temperatura

Factor 3 : Nivel, Precipitación

Cuadro 7.

Media y desviación estándar de las variables medidas en la Estación 3. en el estudio de los moluscos *T. kioskiformis* y *Littorina spp.*, Región de Chame, 1994.

VARIABLES	Código	Promedio	Desviación Estándar
Nivel	NIVEL	0,734030	0,413946
Luz	LUZ	0,004615	0,003699
Temperatura	TEMP	30,038460	1,103840
Salinidad	SAL	30,923100	0,934790
Algas	ALGAS	283,615400	89,688820
Precipitación	PREC	159,653800	129,285400

Al medir el efecto lineal de los diversos factores sobre el número de individuos para ambas especies, resultó que en *T. kioskiformis* el factor tres (nivel y precipitación) afecta linealmente el número de individuos de esta especie, pero, en cuanto a su tamaño promedio, ninguno de los tres factores la afectan linealmente. De esta manera es posible establecer una ecuación de regresión para el número de individuos con base en los resultados anteriores para *T. kioskiformis* de la siguiente manera:

$$y = 14,1144 + 7,243356 \text{ factor } 3; \text{ donde } y = \text{número de individuos}$$

Resultados para la cuarta estación:

Para la Estación 4 fueron retenidos tres factores los cuales presentan asociación con las variables de la siguiente manera (Cuadro 8):

Factor 1 : Temperatura, Luz, Precipitación

Factor 2 : Sal, Algas

Factor 3 : Nivel

Cuadro 8.

Media y desviación estándar de las variables medidas en la Estación 4 en el estudio de los moluscos *T. kioskiformis* y *Littorina spp.*, Región de Chame, 1994.

Variabes	Código	Promedio	Desviación Estándar
Nivel	NIVEL	0,753330	0,418107
Luz	LUZ	0,003629	0,001305
Temperatura	TEMP	29,240700	1,825940
Salinidad	SAL	32,740700	1,195900
Algas	ALGAS	287,629640	160,663800
Precipitación	PREC	160,433300	126,443600

Al estudiar el efecto lineal de los nuevos factores sobre el número de individuos y el tamaño promedio de cada una de las especies, resultó que el número de individuos de *Littorina spp.* está afectado por el tercer factor el cual está asociado con la variable nivel (Factor 3). Lo que permite formular la siguiente ecuación de regresión de manera:

$$y = 6,020009 + 3,18814 \text{ factor } 3; \text{ donde } y = \text{número de individuos.}$$

Resultados para la quinta estación:

Para la Estación 5 fueron retenidos tres factores los cuales presentan asociación con las variables de la siguiente manera (Cuadro 9):

- Factor 1 :** Temperatura, Luz, Precipitación
- Factor 2 :** Salinidad, Algas
- Factor 3 :** Nivel

Cuadro 9.

Medía y desviación estándar de las variables medidas en la Estación 5 en el estudio de los moluscos *T. kioskiformis* y *Littorina spp.*, Región de Chame, 1994.

Variables	Código	Promedio	Desviación Estándar
Nivel	NIVEL	0,64763158	0,39589300
Luz	LUZ	0,00615789	0,00037463
Temperatura	TEMP	28,76315790	2,52415230
Salinidad	SAL	33,10526320	1,62940810
Algas	ALGAS	159,42105000	48,17135590
Precipitación	PREC	149,92631600	114,81105700

La Estación 5 no presentó resultados significativos de efecto lineal de los nuevos factores con respecto al número de individuos, ni de tamaño promedio para ninguna de las dos especies.

Veamos qué sucedió con el lado izquierdo (norte) del canal, en el cual se encontraban establecidas, en orden descendente, las Estaciones 10, 9, 8, 7 y 6 hasta la costa o playa.

Resultados para la décima estación:

Para el caso de la Estación 10 fueron retenidos tres factores los cuales presentan asociación con las variables de la siguiente manera (Cuadro 10):

- Factor 1 :** Luz, Precipitación, Algas
- Factor 2 :** Salinidad, Temperatura
- Factor 3 :** Nivel

Al pasar revista al efecto lineal de los nuevos factores sobre el número de individuos y el tamaño promedio en cada una de las especies, resultó que el tamaño promedio de *T. kioskormis* y *Littorina spp.* está afectado por el factor 2 (salinidad y temperatura).

Cuadro 10.

Media y desviación estándar de las variables medidas en la Estación 10 en el estudio de los moluscos *T. kioskormis* y *Littorina spp.*, Región de Chame, 1994.

Variabes	Código	Promedio	Desviación Estándar
Nivel	NIVEL	0,6850000	0,3892850
Luz	LUZ	0,0021818	0,0007951
Temperatura	TEMP	29,7272000	1,8563100
Salinidad	SAL	30,4545000	1,5653160
Algas	ALGAS	256,7272000	76,4193800
Precipitación	PREC	162,3727000	129,3817000

Resultados para la novena estación:

Para el caso de la Estación 9 fueron retenidos tres factores los cuales presentan asociación con las variables de la siguiente manera (Cuadro 11):

Factor 1 : Temperatura, Luz, Algas, Salinidad

Factor 2 : Nivel

Factor 3 : Precipitación

Cuadro 11.

Media y desviación estándar de las variables medidas en la Estación 9 en el estudio de los moluscos *T. kioskormis* y *Littorina spp.*, Región de Chame, 1994.

Variabes	Código	Promedio	Desviación Estándar
Nivel	NIVEL	0,75345147	0,3920470
Luz	LUZ	0,00195833	0,0009079
Temperatura	TEMP	29,37500000	2,5802342
Salinidad	SAL	31,20833330	0,7790276
Algas	ALGAS	184,87500000	51,6723057
Precipitación	PREC	152,13330000	115,6627840

El tamaño promedio de *Littorina spp.* resultó afectado linealmente por el factor 2 (nivel); de esta manera podemos establecer la ecuación de regresión para el tamaño promedio así:

$$y = 1,783198 + 0,400488 \text{ factor 2};$$

donde y = tamaño promedio de *Littorina spp.*

Resultados para la octava estación:

Al analizar los valores para la Estación 8 se retienen tres factores los cuales muestran asociación con las variables de la siguiente manera (Cuadro 12):

Factor 1 : Temperatura, Algas

Factor 2 : Luz, Precipitación, Salinidad

Factor 3 : Nivel

Cuadro 12.

Media y desviación estándar de las variables medidas en la Estación 8 en el estudio de los moluscos *T. kioskormis* y *Littorina spp.*, Región de Chame, 1994.

Variables	Código	Promedio	Desviación Estándar
Nivel	NIVEL	0,75354167	0,3920470
Luz	LUZ	0,00195833	0,0009079
Temperatura	TEMP	28,37500000	2,5802342
Salinidad	SAL	31,20833330	0,7790276
Algas	ALGAS	184,87500000	51,6723057
Precipitación	PREC	152,13330000	115,6627840

El valor tamaño promedio, en esta estación, para *T. kioskiformis* resultó afectado linealmente por el factor 3 (nivel); así la ecuación de regresión resultante fue la siguiente:

$$y = 2,431696 + 0,078317 \text{ factor 3};$$

donde y = tamaño promedio de *T. kioskiformis*.

Por otro lado, el tamaño promedio, tanto como el número de individuos de *Littorina spp.*, resultaron afectados. Para esta especie, los factores 2 (luz, precipitación y salinidad) y 3 (nivel), afectan linealmente el número de individuos. Podemos resaltar que estos mismos factores afectan también su tamaño promedio. A la luz de estos resultados, podemos establecer las ecuaciones para cada caso bajo análisis, de la siguiente forma:

Ecuación de predicción para el número de individuos:

$$y = 9,849569 - 4,911928 \text{ factor 2} + 4,3314 \text{ factor 3}$$

Ecuación de predicción para el tamaño promedio:

$$y = 1,343417 - 0,183028 \text{ factor 1} + 0,248430 \text{ factor 2}$$

Resultados para la séptima estación:

Para la Estación 7 fueron retenidos tres factores los cuales presentan asociación con las variables de la siguiente manera (Cuadro 13):

Factor 1 : Temperatura, Luz, Algas

Factor 2 : Precipitación, Salinidad

Factor 3 : Nivel

Cuadro 13.

Medía y desviación estándar de las variables medidas en la Estación 7 en el estudio de los moluscos *T. kioskiformis* y *Littorina spp.*, Región de Chame, 1994.

Variables	Código	Promedio	Desviación Estándar
Nivel	NIVEL	0,8091666	0,4181410
Luz	LUZ	0,0026111	0,0016852
Temperatura	TEMP	28,4440000	3,0769010
Salinidad	SAL	31,3888000	0,5016313
Algas	ALGAS	147,5000000	717,9648500
Precipitación	PREC	152,2277000	117,6877560

En esta estación no hubo efecto lineal de ninguno de los factores sobre el número de individuos, ni sobre el tamaño promedio, para ninguna de las especies bajo estudio.

Resultados para la sexta estación:

Para la Estación 6 fueron retenidos tres factores los cuales presentan asociación con las variables de la siguiente manera (Cuadro 14):

Factor 1 : Salinidad, Luz, Algas

Factor 2 : Precipitación, Temperatura

Factor 3 : Nivel

En esta estación, muy cercana a la costa o playa, se notó que el número de individuos de *T. kioskiformis* está afectado por el tercer factor (Nivel) de manera lineal. Por otro lado, para esta especie, el tamaño promedio no resultó afectado por ninguno de los factores arriba mencionados (Cuadro 13). Mientras tanto, para *Littorina spp.* se encontró que el número de individuos no está afectado por ninguno de los factores, con la excepción del tamaño promedio el cual resultó afectado por el factor 3 (nivel).

Ecuación de regresión para el número de individuos de *T. kioskiformis*.

$$y = 226,698809 - 18,409171 \text{ factor } 3$$

Ecuación de regresión para el tamaño promedio para *Littorina spp.*

$$y = 1,7756573 + 0,117870 \text{ factor } 3$$

Cuadro 14.

Media y desviación estándar de las variables medidas en la Estación 6 en el estudio de los moluscos *T. kioskiformis* y *Littorina spp.*, Región de Chame, 1994.

Variables	Código	Promedio	Desviación Estándar
Nivel	NIVEL	0,69320	0,39262700
Luz	LUZ	0,00296	0,00088820
Temperatura	TEMP	28,10000	2,05142270
Salinidad	SAL	32,56000	1,26095202
Algas	ALGAS	188,76000	39,62773000
Precipitación	PREC	162,24400	120,81389600

DISCUSIÓN

En el presente estudio solo se observó (en el lado derecho o sur del canal donde estaban ubicadas en orden las Estaciones 1,2,3,4 y 5; ver Figura 1) un efecto lineal sobre el número de individuos de *Thais kioskiformis* en la Estación 3 y en la Estación 4 para *Littorina spp.*, respectivamente. Diferencialmente, en el lado izquierdo del canal (donde se ubicaron las Estaciones 10, 9, 8, 7 y 6; ver Figura 1) se obtuvieron resultados significativos en las Estaciones 10, 9, 8 y 6, respectivamente; con respecto al número y tamaño de las especies bajo estudio. El significado ecológico de tales diferencias se explica a continuación.

Distribución y abundancia de las especies de moluscos estudiadas:

La frecuencia de inundación por la marea, la resistencia a la desecación, la movilidad y la disponibilidad de alimento son factores que parecen condicionar la distribución vertical de las especies estudiadas. La distribución espacial, en cambio, parece responder a patrones regidos por factores bióticos y a características propias de cada localidad.

Thais kioskiformis se distribuyó preferentemente en áreas que son rápidamente inundadas por las mareas y en los niveles más bajos de los árboles de mangle.

Por otro lado, *Littorina spp.*, debido a su alta resistencia a la desecación, se ubicaba con más frecuencia en las partes más altas, independientemente del factor exposición.

La mayor cantidad de individuos de *T. kioskiformis* registrada en las Estaciones 8, 7 y 9, podría ser atribuible a la disponibilidad de alimento en esas estaciones, en donde se observan amplias superficies ocupadas por parches de diatomeas sobre substratos limoso-fangosos. Estas estaciones, además, presentan una mayor complejidad estructural, que se expresa en función de la vegetación. Las menores cantidades de individuos, presentes en las estaciones 10 y 1, pueden asociarse a que las mismas estaciones muestran condiciones de mayor exposición y, por consiguiente, altos niveles de desecación.

El número de individuos de *Littorina spp.* fue afectado linealmente por la luz, salinidad y precipitación (factores 2) y nivel (factor 3), en la Estación 8. Aunque, en general, la mayor cantidad de individuos de *Littorina spp.* se presentaron en las Estaciones 6, 10 y 8, probablemente debido a las mejores posibilidades de estas especies para obtener alimento. Las *Littorina spp.* son especies herbívoras que se alimentan de microalgas que crecen sobre la superficie de las raíces, troncos y hojas de los árboles de mangle (De La Rosa, 1998). En las dos primeras estaciones (Estaciones 6 y 10) se encontró una mayor superficie para la adhesión de algas y microfauna, mientras que en la otra (Estación 8) se registraron parches de microalgas, sobre el suelo y adheridos a troncos de *Avicennia germinans*. Estas observaciones coinciden con las de Hutchings y Saener (1987, citados en De La Rosa, 1998). El menor número de individuos, por otra parte, fue observado en las Estaciones 7 y 1, efecto atribuible a que ambas estaciones se inundan rápidamente, alcanzando el agua niveles altos en poco tiempo. En estas dos estaciones, un número apreciable de individuos de *Littorina spp.* fue encontrado por encima de 1,5 m de altura. Por otra parte, la presencia de *T. kioskiformis* en grandes cantidades en la Estación 7, ejerce una presión depredadora importante sobre *Littorina spp.*

En cuanto a la distribución vertical, el mayor número de individuos de *T. kioskiformis* registrados en el nivel inferior puede ser imputado al factor disponibilidad de alimento. Esta especie es principalmente depredadora de moluscos bivalvos, los cuales se localizan sobre o a pocos centímetros de profundidad sobre el suelo del manglar. Consistentemente, durante todo el estudio, se notaron individuos de *T. kioskiformis* alimentándose de ejemplares de *Protothaca asperrima* y *Mytella guyanensis*, así como también de *Littorina spp.*, e inclusive depredando a otros individuos de su propia especie.

La distribución inversa de *Littorina spp.* (mayor cantidad de individuos en el nivel superior) con respecto a la de *T. kioskiformis*, se puede relacionar con el ascenso y descenso de la marea y a la capacidad que tienen estas especies de tolerar altos valores de desecación, lo cual ha sido demostrado por varios autores (De La Rosa, 1998).

La altura de la estación (con respecto al canal) afectó significativamente la distribución de *T. kioskiformis*. Sin embargo, la distancia con respecto a la

costa (de cada estación) es el factor en común que afectó la distribución de ambas especies.

El efecto de los factores abióticos sobre la distribución de las especies estudiadas se expresa por una mayor diversidad en las estaciones ubicadas más próximas a la costa ($p < 0,05$) y menor cantidad de individuos de *T. kioskiformis* en las estaciones con mayor exposición y, por consiguiente, mayores efectos de desecación. *Littorina spp.* presentó un comportamiento irregular; pero ha sido demostrado que esta especie posee una mayor resistencia a la desecación. Pareciera haber una relación directa entre la salinidad y el número de individuos de ambas especies; de tal forma que el número de individuos aumenta conforme las estaciones se aproximaban a la costa y disminuye de igual forma que lo hace la salinidad hacia el límite interior del manglar. Estaciones con baja intensidad de luz, presentaron, además, el mayor número de individuos de *T. kioskiformis* (Estaciones 8, 7 y 9) y *Littorina spp.* (Estaciones 6, 10 y 8). Este resultado puede estar asociado a que, en los moluscos con respiración aérea (melápidos, thaíidos, littorínidos y potámidos), la sombra es un factor especialmente importante en la preservación de la humedad (De La Rosa, 1998).

Variación en tamaño de las especies de moluscos estudiados:

El tamaño promedio de *T. kioskiformis* resultó afectado linealmente por la salinidad y la temperatura (factor 2) en la Estación 10 y por el nivel (factor 3) en la Estación 8. Mientras tanto, el de *Littorina spp.* lo fue por el nivel (factor 2) en la Estación 9. La variación en cuanto al tamaño, para ambas especies, parece ser afectado primordialmente por la distancia de las estaciones con respecto a la línea de costa y a la necesidad de protección. Anotamos así que la diferencia observada en la distribución de *T. kioskiformis* en cuanto al tamaño puede ser atribuida a la búsqueda de protección (individuos más pequeños en niveles más altos). Los individuos de mayor tamaño (adultos) presentan espinas más robustas, capaces de resistir al ataque de peces de la familia Diodontidae, abundantes en la zona de manglar. Mientras que, en *Littorina spp.*, a mayor nivel (altura sobre el canal) mayor tamaño, pero al mismo tiempo más alejada de la costa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, T.W. 1958. **An Introduction to Multivariate Analysis.** Nueva York: Willey & Sons Inc. 374 pp.

BASILEVSKY, A. 1994. **Statistical Factor Analysis and Related Methods.** Nueva York: Willey & Sons Inc. 737 pp.

CARRASCO, G, 1996. **Análisis de las componentes principales y sus aplicaciones.** Tesis de Maestría. Escuela de Estadística, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología. Universidad de Panamá. 76 pp.

DE LA ROSA, J. 1998. Estudio sobre la distribución de la malacofauna del manglar de la Ensenada de La Caridad, Punta Chame, con énfasis en los géneros *Thais* y *Littorina*. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Universidad de Panamá. 180 pp.

DIÉGUEZ, M., M. AVILÉS y J. DE LA ROSA. 1995. Estudio de los moluscos de los manglares de la Bahía de Chame. En: Actas del Simposio de Ecosistemas de Manglares, El Salvador, Noviembre, 1995. PRADEPESCA. 164-181.

DIÉGUEZ P., M. 1991. Contribución al conocimiento de los moluscos gasterópodos y bivalvos de la costa del Pacífico de la República de Panamá. Tesis de Doctorado. Departamento de Ecología. Universidad Autónoma de Madrid. 923 pp.

JOHNSON, R. y D. WICHERN, 1982. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. 1ª Edición. Nueva Jersey: Prentice Hall Inc. 328 pp.

MARDIA, K. V.; J.T. KENT y J.M. BIBBY. 1979. *Multivariate Analysis*. 1ª Edición. Londres: Academic Press. 521 pp.

MORRISON, D.F. 1976. *Multivariate Statistical Methods*. Nueva York: Mc Graw-Hill Book Co. 415 pp.

NORMAN, G y D. STREINE . 1996. *Bioestadística*. Madrid: Mosby Doyma Libros. 314 pp.

SAS/STAT. 1991. *Guide for Personal Computer Version 6.03*. SAS Institute Inc. NC. 350 pp.

APLICACIÓN DE LOS ESPECTROS DE CONDUCTIVIDAD Y RESISTIVIDAD ELÉCTRICA A PROBLEMAS HIDROGEOLÓGICOS EN EL SUROCCIDENTE DE FRANCIA

ALEXIS MOJICA¹ Y NICOLAS FLORSCH²

¹ Departamento de Física,
Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología,
Universidad de Panamá.

² Laboratorio de Estudios Físico-Químicos Aplicados a la Tierra,
Universidad de La Rochelle, Francia.

RESUMEN

Se han aplicado los métodos electromagnético (Slingram) y eléctrico (Polo-Polo) para la obtención de los espectros que permitan identificar las fuentes hidrogeológicas que han generado un deterioro en los bajorrelieves prehistóricos de una caverna localizada en la región de Mouthiers-Sur-Boême, Francia. A pocos metros sobre la caverna se llevaron a cabo las mediciones de la conductividad eléctrica utilizando dos dispositivos Slingram (EM31 y EM38). Con la distribución de los valores de la conductividad en el área de estudio, fue posible identificar a los $32,00 \pm 0,05 \text{ m}$ desde el origen y hacia el Norte, una zona de alta conductividad, tanto para el EM31 como para el EM38. Se trazó un perfil en la dirección Este en esa zona aplicando el Método Electrorresistivo (Disposición Polo-Polo) y con estos valores de resistividad se realizó un proceso de inversión de datos y con ello un espectro electrorresistivo que demuestra la existencia de una zona de falla situada en la planicie justo encima de la gruta, la cual sirve de drenaje, de lugar de almacenamiento y de sumidero en la red microcárstica que alimenta el acantilado el cual domina dicha caverna.

PALABRAS CLAVES

Espectros, conductividad eléctrica, resistividad eléctrica, dipolos magnéticos, Slingram, campo magnético, campo eléctrico, inversión, perfil.

INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de este trabajo, se plantea el problema de encontrar las posibles fuentes hidrogeológicas en una región de Francia conocida como "Mouthiers-Sur-Boëme". En dicha región se encuentra una caverna con restos de actividad humana que datan del período Neolítico; en sus paredes se pueden observar detalles (en bajo relieve) de animales salvajes llevados a cabo por el hombre prehistórico. Dichos detalles presentan hoy día un deterioro debido al mecanismo biodestructor de las algas.

La presencia de este factor biológico destructor se debe a la filtración de aguas provenientes de alguna fuente que se encuentra sobre la caverna. Con la ayuda de instrumentos basados en la inducción electromagnética (EM38 y EM31) se hace posible localizar las estructuras geológicas que podrían contener y conducir el agua.

Los métodos de prospección por inducción electromagnética, los cuales están basados en la generación de un campo primario, poseen una característica muy importante: un campo magnético alterno puede ser generado por medio de la circulación de una corriente a través de una espira o a lo largo de un conductor largo. Este campo se puede registrar con un receptor que consiste de una bobina conectada a un amplificador electrónico sensitivo. La frecuencia de la corriente alterna puede ser elegida de tal forma que una corriente (secundaria) se induce en el terreno caracterizado por una conductividad eléctrica promedio.

Los espectros de conductividad (isovalores en mS/m) obtenidos con el método Slíngram pueden dar una descripción cualitativa acerca de la naturaleza del subsuelo de acuerdo a las anomalías que se obtengan. Con base en esto, se hizo necesario estructurar una segunda fase que involucró una prospección eléctrica, mediante el empleo de sistemas cuadrupolares. Dichos sistemas están basados en la inyección de corriente eléctrica en el suelo por medio de dos electrodos a lo largo de un perfil dado; las medidas del potencial eléctrico se realizan mediante la disposición de otro par de electrodos a lo largo del mismo perfil. Con estos sistemas cuadrupolares es posible obtener espectros de resistividad eléctrica.

El tratamiento de inversión de los datos de resistividad eléctrica juega un papel muy importante en la prospección geofísica, ya que el mismo ofrece una valiosa información acerca de la profundidad de las estructuras contenidas en las capas más superficiales de la tierra.

LA REGIÓN DE MOUTHIERS-SUR-BOËME

Generalidades:

La región de Mouthiers-Sur-Boëme se encuentra ubicada en la sección suroccidental de Francia (Figura 1). La misma pertenece al departamento de Cha-

rente a 12,5 km al Suroeste de la ciudad de Angoulême, entre los 2,54°E de longitud geográfica y los 50,62°N y 50,64°N de latitud geográfica. Es característica de esta zona la presencia de formaciones sedimentarias que datan del período Eoceno y del Cretáceo Superior; no hay presencia de formaciones volcánicas, metamórficas y plutónicas.

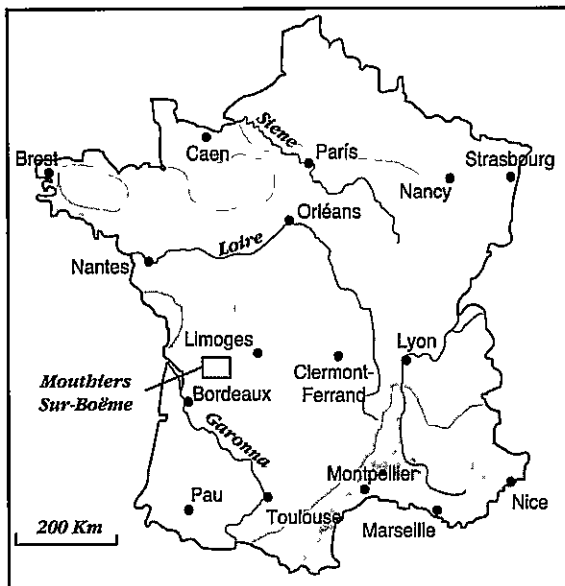


Figura 1.
Localización geográfica de Mouthiers-Sur-Boëme en el mapa de Francia.

Importancia de la región:

Esta región se caracteriza por la presencia de restos de actividad humana que datan del período Neolítico; se encuentra también una caverna (con el nombre de **Chaire à Calvin**) cuyas paredes exponen figuras de animales salvajes en bajo relieve, confeccionadas por el hombre prehistórico.

Parte de las paredes de esta caverna que contienen los bajorrelieves, se encuentra expuesta al efecto biodevastador de las algas; estos organismos vegetales se adhieren a la roca alimentándose sobre ella, modificando de esta manera la estructura y forma de la roca. El crecimiento de las algas se debe a la presencia de agua filtrada, proveniente de alguna fuente a pocos metros sobre la sección superior de la caverna, por lo cual se hace necesaria la búsqueda de la misma para evitar la pérdida de este invaluable legado prehistórico.

A unos pocos metros por encima de la caverna, encontramos una planicie en donde hoy en día se realizan actividades agrícolas. En la misma se llevó a cabo la elección del área a estudiar; tomando como eje + x una línea paralela al borde rocoso en donde se encuentra la caverna y como eje + y , la dirección norte y delimitando un área máxima de (50 m x 50 m).

MARCO TEÓRICO

Los métodos geofísicos estudian la distribución en profundidad de alguna determinada propiedad físico-química de las capas superficiales de la corteza terrestre. La prospección geofísica enfoca sus estudios hacia las variaciones de dichas prioridades sobre la zona que se desea estudiar; podemos decir, entonces, que la acumulación de minerales o la distribución de estructuras en profundidad pueden ser identificadas mediante las divergencias o anomalías del valor normal que sería de esperar en la región, con relación al valor real encontrado.

Empleo de dipolos magnéticos - Método Slingram:

Cuando un dipolo magnético es ubicado en la superficie de un suelo homogéneo de conductividad eléctrica σ y permeabilidad magnética $\mu = \mu_0 (1 + \chi)$, diferente del vacío, se crean corrientes inducidas en el terreno (si el momento dipolar varía con el tiempo) y entonces una magnetización proporcional a la susceptibilidad magnética χ .

En la Figura 2, un dipolo magnético vertical de momento M y volumen v es ubicado sobre un terreno homogéneo. Debido a la simetría rotacional del eje del dipolo, es necesario emplear un sistema de coordenadas cilíndricas (r, θ, z) .

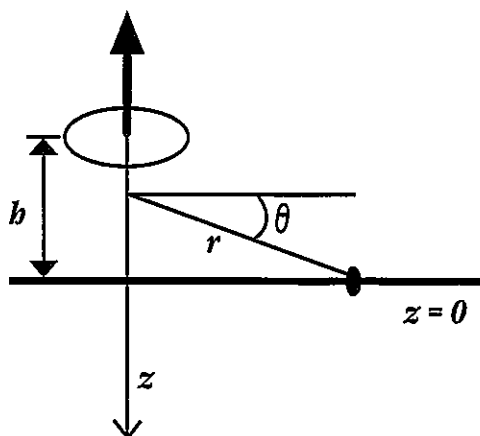


Figura 2.
Dipolo magnético vertical localizado a una altura h sobre un suelo homogéneo.

En dicha figura, el dipolo es ubicado en la posición $z = -h$. La simetría rotacional corresponde a $\partial / \partial \theta = 0$ las ecuaciones de los campos quedarán representados por:

$$\nabla \times \mathbf{E} = \mu_0 \omega \mathbf{H} \quad (1)$$

$$\nabla \times \mathbf{H} = \sigma \mathbf{E} \quad (2)$$

La componente angular del campo eléctrico E es E_θ y las componentes radial y vertical del campo magnético H (H_z y H_r) pueden ser generadas por una disposición vertical del dipolo magnético. Como $\nabla \cdot E = 0$, entonces introducimos un vector potencial F , el cual satisface:

$$E = -\nabla \times F \quad (3)$$

Con respecto al campo magnético, empleamos la expresión (1), de manera tal que:

$$H = \frac{1}{i\mu\omega} \nabla \times E$$

y aplicando ahora el rotacional a la expresión (3):

$$\nabla \times E = -\nabla \times \nabla \times F$$

Finalmente obtenemos que:

$$H = \frac{1}{i\mu\omega} \nabla \times \nabla \times F \quad (4)$$

El potencial vectorial que se ha descrito posee solamente una sola componente en la dirección vertical. Un tratamiento matemático del operador ∇ (en coordenadas cilíndricas) con respecto a las expresiones (3) y (4) nos permiten describir las componentes de los campos eléctricos y magnéticos ya descritos anteriormente:

$$E_\theta = \frac{\partial F_z}{\partial r}$$

$$H_r = \frac{1}{i\mu\omega} \frac{\partial^2 F_z}{\partial r \partial z} \quad (5)$$

$$H_z = -\frac{1}{i\mu\omega} \left(\frac{\partial^2 F_z}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial F_z}{\partial r} \right)$$

Dicho potencial vectorial satisface las ecuaciones siguientes:

$$\nabla^2 F_z = -i\omega \frac{M}{v} \quad (\text{en el aire}) \quad (6)$$

$$\nabla^2 F_{z1} - i\sigma\mu\omega F_{z1} = 0 \quad (\text{en la tierra}) \quad (7)$$

donde M es el momento magnético. Para introducir la solución en el aire correspondiente al potencial primario, F_z puede ser escrito de manera tal que:

$$F_z = \frac{i\omega\mu_o M}{4\pi} \frac{1}{r^2 + z^2} + F_{zs} \quad (8)$$

Donde F_{zs} es solución de $\nabla^2 F_{zs} = 0$. La transformada de Hankel nos permite obtener las soluciones de las expresiones (6) y (7):

$$F_{zs} = \int_0^{\infty} \alpha(\lambda) \exp[\lambda z] J_0(\lambda r) d\lambda$$

$$F_{z1} = \int_0^{\infty} \beta(\lambda) \exp[-u z] J_0(\lambda r) d\lambda$$

en estas expresiones J_0 corresponde a la función de Bessel de primera clase y orden cero. El parámetro u corresponde a:

$$u = \sqrt{\lambda^2 + i\sigma\mu\omega}$$

Las condiciones de frontera requieren continuidad en E_θ y H_r . El valor de $\alpha(\lambda)$ está dado por:

$$\alpha(\lambda) = \frac{i\omega\mu_o M}{4\pi} \exp[-\lambda h] \left(\frac{\frac{\lambda}{\mu_o} - \frac{u}{\mu}}{\frac{\lambda}{\mu_o} + \frac{u}{\mu}} \right) \quad (9)$$

Un cambio de variable nos permitirá resolver las ecuaciones matemáticas que relacionan las componentes r y z :

$$\zeta = \lambda p$$

$$\mathfrak{R} = r / p$$

$$\mathfrak{Z} = (h + |z|) / p$$

en donde p corresponde a la profundidad de penetración. Con estas nuevas variables, las integrales que contienen la función de Bessel quedan expresadas de la siguiente manera:

$$\Gamma_0(\mathfrak{S}, \mathfrak{R}) = \int_0^{\infty} \aleph(\zeta) \zeta^2 \exp[-\zeta \mathfrak{S}] J_0(\zeta \mathfrak{R}) d\zeta \quad (10)$$

$$\Gamma_1(\mathfrak{S}, \mathfrak{R}) = \int_0^{\infty} \aleph(\zeta) \zeta^2 \exp[-\zeta \mathfrak{S}] J_1(\zeta \mathfrak{R}) d\zeta$$

Estas integrales contienen una nueva función, dada en términos de la variable ζ . Dicha función corresponde a:

$$\aleph(\zeta) = \frac{\zeta(1+\chi) - \sqrt{\zeta^2 + 2i}}{\zeta(1+\chi) + \sqrt{\zeta^2 + 2i}} \quad (11)$$

Así, para el aire se obtienen los campos magnéticos secundarios:

$$H_r = -\frac{M}{4\pi p^3} \Gamma_1(\mathfrak{S}, \mathfrak{R}) \quad (12)$$

$$H_z = \frac{M}{4\pi p^3} \Gamma_0(\mathfrak{S}, \mathfrak{R})$$

Expresando el campo primario producido por un sistema cuyo detector esté orientado de manera tal que su eje principal sea vertical:

$$H_p = -\frac{M}{4\pi r^3} \quad (13)$$

Como nos interesa obtener respuestas que sean independientes del momento magnético, es posible establecer una razón de campos, o sea que:

$$\frac{H_z}{H_p} = \mathfrak{R}^3 \Gamma_0(\mathfrak{S}, \mathfrak{R}) \quad (14)$$

donde esta razón puede ser expresada en términos de un tanto por ciento.

Empleo de cuadrupolos eléctricos : Dispositivos Polo - Polo:

Resulta más conveniente, en cuanto a las técnicas de prospección eléctrica se refiere, definir una función que corresponda a la respuesta del terreno, conocida como la *Resistividad aparente* ρ_a , la cual puede ser evaluada o estimada a partir de los datos obtenidos en el terreno. Estas respuestas (resistividades aparentes) son función de una variable que está relacionada con la profundidad de penetración. La Figura 3 ilustra el arreglo del par de electrodos

empleados para la prospección eléctrica; los electrodos A y B corresponden al sistema de inyección de corriente y el par C y D , al sistema de medida de potencial eléctrico.

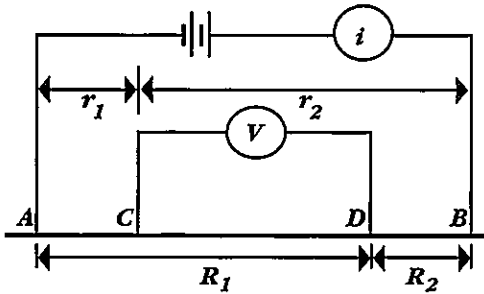


Figura 3. Arreglo cuadrupolar utilizado para la prospección electrorresistiva.

El campo eléctrico está definido por el gradiente de una función potencial que decrece con $1/r$, o sea, inversamente proporcional a la distancia del electrodo de inyección:

$$E = - \nabla V \quad (15)$$

Si una corriente i se inyecta en un medio homogéneo de resistividad ρ a través de un electrodo en la superficie, el potencial en un punto P ubicado a una distancia r , sobre la misma superficie, estará representado por:

$$V_P = \frac{i\rho}{2\pi} \frac{1}{r} \quad (16)$$

Para el arreglo de la Figura 3, podemos encontrar la diferencia de potencial medido por cada uno de los electrodos C y D , tal que:

$$V_C = \frac{i\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (17)$$

$$V_D = \frac{i\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

La diferencia de potencial que mide el potenciómetro a través de los electrodos D y C corresponde a $V_C - V_D$ (ΔV) de esta manera las expresiones anteriores (par de ecuaciones 17) quedarán representadas en términos de su diferencia, tal que:

$$\rho_a = \frac{2\pi\Delta V}{i} \left(\frac{1}{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} \right) \quad (18)$$

el cual es una función de la distancia que separa a los electrodos dados.

La Disposición Polo-Polo nos permite realizar sondeos verticales para un perfil dado. Tal como lo muestra el dispositivo de la Figura 4, uno de los electrodos empleados para la medida del potencial eléctrico se ubica a gran distancia, al igual que uno de los electrodos utilizados para la inyección de la corriente.

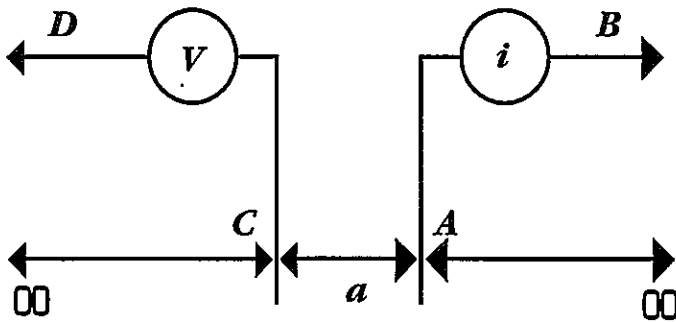


Figura 4.
Disposición Polo-Polo

La resistividad aparente, a partir de la expresión 18, quedará representada por:

$$\rho_a = \frac{2\pi\Delta V}{i} \left(\frac{1}{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{\infty} - \frac{1}{\infty} + \frac{1}{\infty}} \right) \quad (19)$$

donde:

$$\rho_a = \frac{2\pi a \Delta V}{i} \quad (20)$$

Para la expresión 20, el valor de la resistividad aparente dependerá de la separación entre uno de los electrodos de inyección de corriente (A) y el electrodo empleado para la medida de potencial (C).

DISPOSITIVOS EMPLEADOS EN EL ESTUDIO

Slingram EM31 y EM38:

Estos dispositivos están basados en el mismo principio; ambos constan de dos espiras con separaciones diferentes. Las dimensiones del EM31 son mayores que las del EM38. Es importante mencionar que la profundidad de exploración depende de la separación de las espiras y no de la frecuencia. De acuerdo con la expresión 14, el EM31 posee más poder de penetración que el EM38; la presencia de capas en la tierra puede ser detectada a medida que el aparato cambia de posición, y cada lectura constituye una función de la altura.

Para ambos dispositivos, se observa que, en un terreno horizontalmente estratificado y homogéneo, el flujo de corriente es totalmente horizontal.

Dispositivo Polo - Polo:

Se estudió la distribución de la resistividad eléctrica en un perfil dado empleando un sistema de cuatro (4) electrodos, dos de ellos para la inyección de la corriente eléctrica y los otros dos para la medición del potencial. Para el sistema polo-polo, se utilizó una fuente de corriente directa con una magnitud constante de (40 ± 1) mA. Esto significa que todas las medidas de resistividad fueron llevadas a cabo bajo esta condición.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

EM 31 y EM 38:

Los sondeos electromagnéticos fueron llevados a cabo, en el área de estudio, a lo largo de perfiles (en la dirección + y , con dirección Norte), con una separación de $(2, 59 \pm 0,05)$ m y $(1,00 \pm 0,05)$ m empleando los dispositivos Slingram EM 31 y EM 38, respectivamente.

La Figura 5 muestra el espectro que contiene los 441 valores de conductividad eléctrica con su respectiva escala en mS/m.

El espectro de conductividad que representa la distribución de los 651 valores en mS/m se aprecia en la Figura 6.

Arreglo polo - polo y espectro de inversión:

Con base en la anomalía que presentan los gráficos de las Figuras 5 y 6 para la posición $y = (32,00 \pm 0,05)$ m se estableció un perfil con el objetivo de identificar los posibles factores relacionados con el daño de los bajorrelieves prehistóricos en las paredes de la caverna. El incremento en la separación de los electrodos fue de $(0,50 \pm 0,05)$ m. Las medidas de ρ aparente se iniciaron en $x = (-5,00 \pm 0,05)$ m, y la corriente eléctrica de inyección corresponde a un valor constante de $i = (40 \pm 1)$ mA.

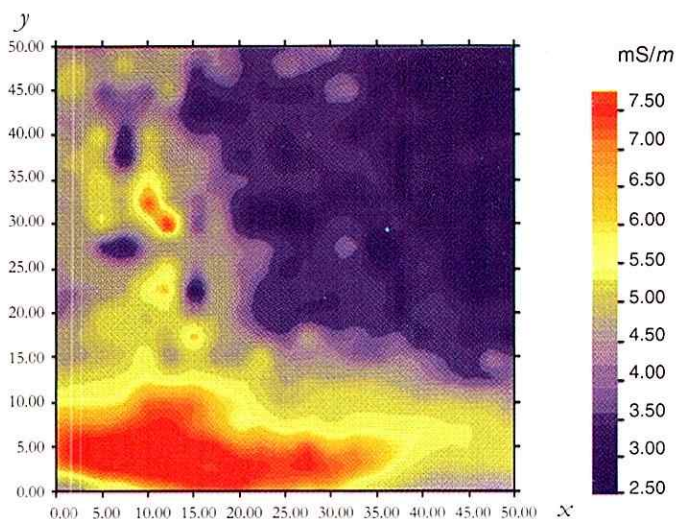


Figura 5.
Espectro de conductividad eléctrica obtenido con el uso del dispositivo EM 31.

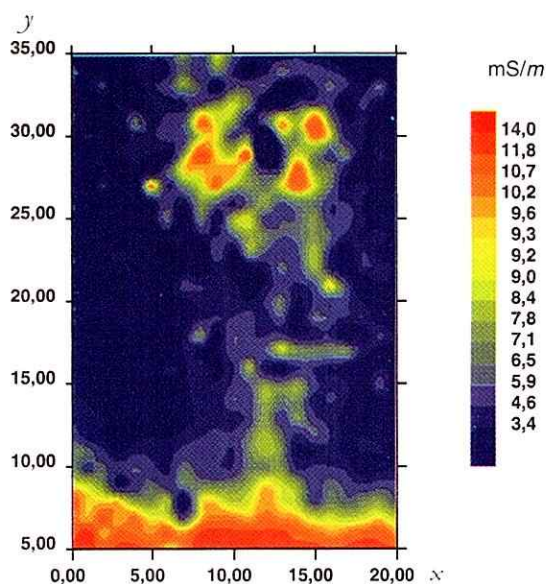


Figura 6.
Espectro de conductividad eléctrica con el empleo del dispositivo EM 38.

Un total de 432 valores de resistividad eléctrica fueron sometidos a un proceso de inversión mediante una técnica de mínimos cuadrados con el fin de evaluar la naturaleza del suelo que se encuentra justo encima de la caverna prehistórica. La Figura 7 muestra el espectro de distribución de resistividad eléctrica para el perfil dado, tanto la escala en Ω/m como también la profundidad de investigación.

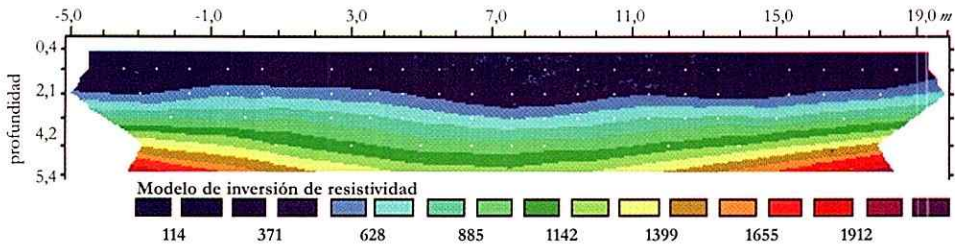


Figura 7.
Espectro de resistividad eléctrica, el cual representa la inversión de los datos obtenidos con el arreglo Polo - Polo.

CONCLUSIONES

El espectro de conductividad eléctrica obtenido con el método Slingram, EM31 muestra variaciones bien marcadas entre los $(30,00 \pm 0,05) \text{ m}$ y $(25,00 \pm 0,05) \text{ m}$ a lo largo del eje y (dirección norte) sobre todo, valores altos. El espectro también muestra una zona de alta conductividad en el rectángulo formado por $y = (0,00 \pm 0,05) \text{ m}$ e $y = (12,00 \pm 0,05) \text{ m}$, y $x = (0,00 \pm 0,05) \text{ m}$ y $x = (25,00 \pm 0,05) \text{ m}$; hay que resaltar que esta última zona es la que se encuentra cerca al borde del acantilado que contiene la caverna, y por tal razón la alta conductividad presente en esta parte del espectro se debe a los efectos del borde.

El espectro de conductividad eléctrica, obtenido con el Slingram EM 38, ha permitido detallar aun más las zonas de variaciones bien marcadas, la cual corresponde a la zona que se encuentra justo debajo de la cueva.

La respuesta de la inversión de datos de resistividad eléctrica, mediante el empleo de cuadrupolos eléctricos en dicha zona (de alta conductividad eléctrica), permitió la elaboración de un espectro electrorresistivo cuya interpretación está basada en la existencia de una zona de falla justo encima y a pocos metros de la caverna. Esta sección de fallamiento permite el almacenamiento y filtración posterior del agua que alimenta al conjunto de algas que se encuentra adherido a los bajorrelieves prehistóricos.

SUMMARY

We have applied electromagnetic and electrical methods to obtain some spectra that permit to identify a hidrogeological source that has caused damage in the low prehistoric relief of a cave located in Mouthiers-Sur-Boême, France. We performed, some few meters over the cave, the measurements of the electrical conductivity using two Slingram devices (EM31 and EM38). With the aid of the distribution of conductivity values in the studied area, it was possible to identify to $(32,00 \pm 0,05) \text{ m}$ from the origin and northward a

zone with high conductivity, using the EM31 as well as EM 38. It was traced a profile in eastern direction applying the electrical resistivity method (Pole-Pole arrangement) and with these values a process of data inversion was accomplished and also a spectrum that demonstrates the existence of a fault zone located in the plain just above of the cave, the one which serves as drainage, storage and sink place in the microcarstic net that feeds the cliff that contains the cave.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARFKEN, G. 1981. *Métodos Matemáticos para Físicos*. México: Editorial Diana.

DOBRIN, M. y SAVIT, C. 1988. *Introduction to Geophysical Prospecting*. McGraw-Hill.

GUERIN, R.; MEHANI, Y.; RAKOTONDRA SOA G. y TABBAGH, A. 1996. Interpretation of slingram conductivity mapping in near-surface geophysics : using a single parameter fitting with 1D model 1. *Geophysical Prospecting*, 44, 233-249.

GUYLAINE, M. 1996. *Atlas de la France*. Francia: Hachette Livre.

HILDEBRAND, F. 1962. *Advanced Calculus for applications*. Prentice-Hall, Inc.

SCOLLAR, I.; TABBAGH, A.; HESSE, A. y HERZOG, I. 1990. *Archaeological Prospecting and Remote Sensing*. Inglaterra: Cambridge University Press.

TELFORD, WM.; GELDART, L.P. y SHERIFF, R.E. 1994. *Applied Geophysics*. Cambridge University Press.

AGRADECIMIENTO

Consignamos nuestro agradecimiento a la Delegación Francesa para la Cooperación Científica y Técnica en Centroamérica por toda la atención prestada en Francia. A todo el personal del Laboratorio de Geofísica Aplicada de la Universidad de París 6 (Pierre et Marie Curie), París 7 (Denis Diderot) y al Laboratorio de Estudios Físico-Químicos Aplicados a la Tierra (Universidad de La Rochelle) por sus acertadas sugerencias.

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

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. 3ª 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.....

*Este libro se terminó de imprimir en
los talleres de la Imprenta de
la Universidad de Panamá,
bajo la administración del
Dr. Gustavo García de Paredes,
en el mes de julio de
1999*



ÍNDICE

BIOLOGÍA

GARCÉS, PERCIS A.
Fauna tanatológica asociada a cadáveres
de gatos domésticos..... 7

ARAÚZ G., J. y RINCÓN C., J.
Anotaciones sobre la distribución y ecología
para algunos murciélagos en la Provincia de
Bocas del Toro, Panamá..... 31

ESTADÍSTICA

CARRASCO, G., MEJÍA, A. y VILLARREAL,
C.A.
Efectos de las variables originales a través
de las componentes principales en el com-
portamiento de la variable peso gonadal en
el estudio por sexo del pez *Dormitator*
latifrons (Richardson, 1837) en la localidad
de Mata de Corozo, Pacora, Panamá..... 45

SÁNCHEZ, D., MEJÍA, A. y DIÉGUEZ, M.
Aplicación del análisis de factores al estudio
de algunos moluscos de los manglares de la
Bahía de Chame, Panamá, Panamá..... 55

FÍSICA

MOJICA, A. y FLORSCH, N.
Aplicación de los espectros de conduc-
tividad y resistividad eléctrica a problemas
hidrogeológicos en el suroccidente de
Francia..... 71