

DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE LA ARTROPOFAUNA EN BROMELIAS DE BOSQUES DE MANGLAR DE LA BAHÍA DE BUENAVENTURA (VALLE, COLOMBIA)

Alexis Aguilera Arango, Gustavo Isaza Guzmán

Universidad del Valle, sede Pacífico. Departamento de Biología, Avenida. Simón Bolívar Km 9 Buenaventura, Colombia; correo electrónico: alexis841023@yahoo.com

Ranulfo González

Universidad del Valle, Departamento de Biología, Calle 13 # 100-00 Cali, Colombia; correo electrónico: ranulfog@gmail.com

RESUMEN

En este estudio se determinó la abundancia de especies de artrópodos que se reproducen en bromelias de manglares próximos al caserío de Punta Soldado en la bahía de Buenaventura (Valle, Colombia). El muestreo fue realizado en dos especies de bromelias, *Guzmania musaica* y *Tillandsia* sp.; la primera presentó mayor frecuencia (95%) en toda el área de muestreo, mientras que la segunda solo fue encontrada en la zona más cercana al margen litoral. Las condiciones ambientales variaron en el sitio de colonización de las epífitas y determinaron la ausencia o presencia de las diferentes taxa de artrópodos. Se identificaron 42 géneros de artrópodos clasificados en 35 familias y 17 órdenes. La familia Blattellidae fue el taxón de Insecta más abundante y su abundancia disminuyó a medida que las bromelias se alejaban de la costa. Caso contrario fue presentado por *Sesarma sulcatum* (Decapoda, Grapsidae), cuyo número de individuos se incrementó ligeramente a medida que las bromelias se adentraban en el manglar.

Palabras clave: Guzmania musaica, Tillandsia, riqueza, abundancia, entomofauna.

SUMMARY

In this investigation was determined the arthropods species that breed in bromeliads of mangrove swamps, near the village of Punta Soldado in the Buenaventura's bay (Colombia). Sampling was conducted in two species of bromeliads, *Guzmania musaica* and *Tillandsia* sp; the first of these showed higher frequency (95%) throughout the sampling area, while *Tillandsia* sp. was only found in the area closest to the coast. Environmental conditions varied with the site of colonization of epiphytes and determined the absence or presence of different taxa of arthropods. We identified 42 genera of arthropods classified into 35 families and 17 orders. Blattellidae (Insecta) was the most abundant taxa. The number of individuals in this family decreased as bromeliads were moving away from the coast. A different trend was observed in *Sesarma sulcatum* (Grapsidae), whose number of individuals increased slightly as bromeliads went into the mangrove.

Key words: Guzmania musaica, Tillandsia, richness, abundance, entomofaune

INTRODUCCIÓN

Los manglares son uno de los ecosistemas de mayor importancia en el trópico. En el Pacífico colombiano están presentes por toda la costa y albergan un sinnúmero de organismos los cuales, obtienen tanto alimento como refugio, (en algunas especies temporales y en otros permanentes) (Corral et al. 2000). La dinámica de este ecosistema se

desarrolla de manera natural en las franjas intermareales de las costas tropicales y subtropicales del planeta, constituyéndose en un ecosistema complejo por la interacción de especies de todos los niveles taxonómicos, desde microorganismos hasta vertebrados como peces y mamíferos, convirtiéndose en una red trófica de grandes proporciones (Materón 1990). Todas las especies que interactúan en el manglar tienen su nicho específico

y funciones determinadas que son vitales para la dinámica y funcionamiento de estos ecosistemas (Prahl et al. 1990).

Muchas especies de bromeliáceas están presentes en los bosques húmedos tropicales y los manglares no son una excepción (Rudolph et al. 1998). Constituyen un grupo más de 2000 especies de plantas neotropicales de las cuales cerca de la mitad son capaces de almacenar agua (fitotelmata), facilitando el desarrollo de una o varias comunidades de organismos asociados (Liria 2007). Según este autor, son importantes en diversos procesos ecológicos, especialmente en dispersión, colonización, interacción entre especies y como elementos estructurales de los bosques tropicales. En los manglares, las bromeliáceas se encuentran adheridas a varias especies de árboles a diferentes alturas del suelo. Su forma de maceta ayuda a retener el agua lluvia y además colecta materia orgánica proveniente del dosel del bosque, proveyendo a los organismos un espacio donde obtienen refugio y alimento (Carvalho & Calil 2000).

Varios estudios han analizado la fauna presente en las bromelias (Richardson 1999; Wittman 2000; Armbruster et al. 2002, Liria 2007); ya que el micro-ambiente suministrado por las bromelias es el pilar de muchos grupos de organismos los cuales incluyen a los artrópodos (Greeney 2001); siendo estos los que aportan la mayor cantidad de biomasa que la de cualquier otro grupo animal (De la Fuente 1994). El manglar, entre otros requerimientos, necesita de los artrópodos para su buen funcionamiento trófico, ya que muchos de ellos sirven como alimento a varias especies de aves, de las cuales algunas ayudan en el proceso de polinización de las flores y el transporte de semillas tanto del propio manglar como de las bromelias y plantas asociadas a este ecosistema, por eso es importante conocer la diversidad de especies que se mantiene en este tipo de ambientes y estudiar sus interacciones (Lounibos et al. 2003). Entre los artrópodos que se reproducen en las bromelias están algunas especies de mosquitos (Diptera, Culicidae) y entre ellas algunas que son vectores de enfermedades de importancia en salud pública, por eso algunos estudios han sido enfocados al conocimiento de la composición de especies de estos organismos en particular (Campos & Lounibos 1999; Kitching 2000; Müller & Marcondes 2006) y al estudio de los reguladores poblacionales de mosquitos (Lounibos et al. 1987). Estudios recientes han mostrado que en el ambiente fitotelmata de bromeliceas los taxa de macroinvertebrados más

representativos pueden variar con la especie de bromelia y el ecosistema estudiado. En Colombia, a 3000 metros de elevación, Ospina-Bautista et al. (2004), mostraron que en *Tillandsia turneri*, la taxa más representativa era Coleoptera, mientras que en Venezuela, asociado a dos especies de bromelias, era el orden Diptera y correspondía principalmente a las familias Chironomidae, Culicidae y Chaoboridae (Liria 2007).

En manglares de la Costa pacífica colombiana, los estudios de bromelias solo han sido enfocados a los vectores de malaria; así que varios autores han relacionado la ocurrencia de *Anopheles neivai* (Culicidae) con la presencia de bromelias (Hurtado & Solarte 1986, Astaiza et al. 1988, Murillo et al. 1988). Sin embargo, pocos estudios se han enfocado al estudio de los macroinvertebrados que utilizan a las bromelias como nicho, incluido el ambiente acuático y/o residuos vegetales acumulados. Dado lo anterior, se evaluó la abundancia y diversidad de artropofauna en dos géneros de bromelias presentes en la zona de manglar de una localidad de la bahía de Buenaventura, la cual está habitada por población afrodescendiente con dedicación a la pesca artesanal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. Esta investigación se realizó en la isla de Punta Soldado, bahía de Buenaventura, Departamento del Valle (Figura 1). El manglar seleccionado fue el más cercano al caserío y se extiende de sur a norte entre los puntos 3°44'10" a 3°46'47" Latitud Norte y de oriente a occidente entre los puntos 77°08'40" a 77°10'35" de Longitud Occidente; cubriendo un área aproximada de 6 Km² incluyendo territorio con influencia acuática. En el área de muestreo hay dos especies de mangle *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans* y adheridos a éstas, diferentes especies de bromeliáceas.

Toma de muestras y procesamiento. Se realizó un muestreo estratificado simple (MES) (Ramírez 2005). Debido a la extensión del terreno, el área de estudio fue dividida en tres zonas cuya delimitación fue considerada desde la parte costera hacia el interior del manglar, así: zona A, desde la costa hasta los 800 metros; zona B, desde los 800 metros hasta los 1800 y, zona C desde 1800 metros hasta donde terminaba el bosque de manglar. En cada zona se definió un área de muestreo de 400 m², en la cual se seleccionaron 40 bromelias, para

colectar la artropofauna encontrada. También se registraron y cuantificaron las siguientes variables: 1) especie de mangle donde se muestreó la bromelia, 2) distancia de la bromelia al suelo, 3) altura de la bromelia en cm, 4) ancho foliar de la bromelia en cm, 5) especie de bromelia, 6) volumen de agua en ml contenida en la bromelia y 7) peso de la materia orgánica dentro de la bromelia (realizado en laboratorio con una balanza electrónica marca Mettler AE200).

individuos cuyo estado larval se completa en el agua (Odonata y Diptera). A continuación, se procedió a deshojar la planta encima de una superficie de plástico de color blanco para un estudio minucioso de la artropofauna, colectando manualmente los ejemplares y preservándolos en un frasco de 100 ml marcado con la letra del área y número de la bromelia. El recipiente rotulado contenía una mezcla de alcohol al 70%, glicerina y ácido acético (AGA).

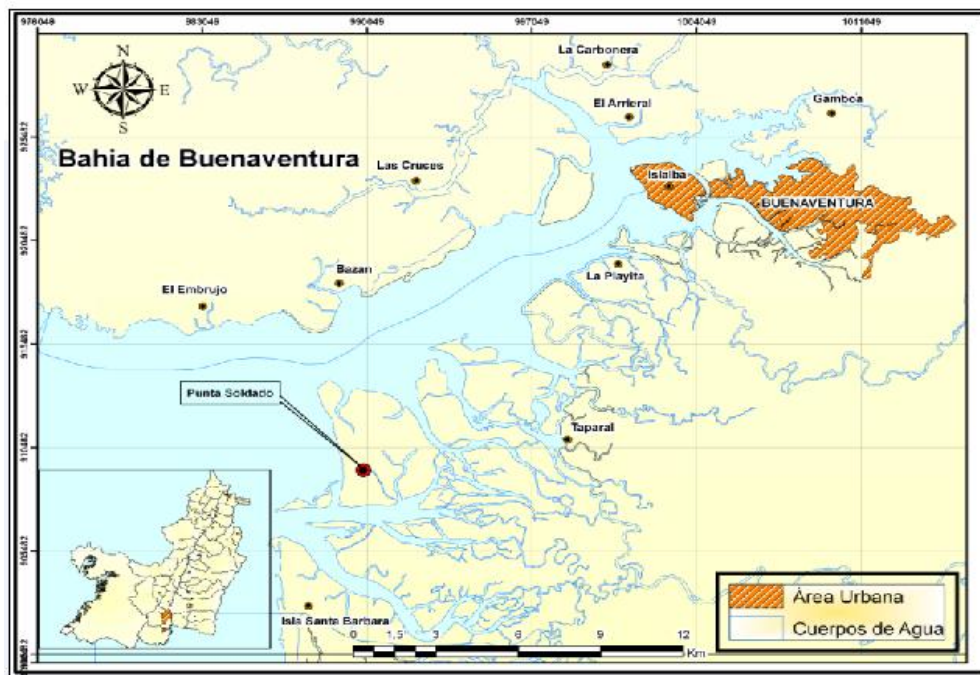


Figura 1. Ubicación del sitio de estudio en la Bahía de Buenaventura, costa pacífica colombiana. Punto rojo ubicación del manglar estudiado. (Modificado de INVEMAR 2006).

Se hicieron dos expediciones en el primer semestre del 2008 en febrero y junio; cada una con una duración de cinco días y un intervalo de cuatro meses. Los muestreos fueron realizados en periodos diurnos y marea baja. En total fueron muestreadas 120 bromelias, 60 por salida, 20 bromelias en cada una de las tres zonas (A, B y C). Antes de desprender la bromelia, con el fin de obtener la cantidad exacta de agua, sus hojas fueron recortadas cerca de la base, por encima del nivel del agua presente. Posteriormente se procedió a separarla del tallo con un cuchillo y con la ayuda de un embudo se vertió el agua contenida en la bromelia, en una probeta de 1000 ml. Después de obtener el volumen, el agua fue filtrada en un cernidor con ojo de malla de 2 mm para colectar principalmente los

Preservación e identificación de las muestras.

El procedimiento de separación, preservación e identificación de las muestras de artrópodos se realizó en el laboratorio de la Universidad del Valle Sede Pacífico, con ayuda de un estereoscopio Nikon y microscopio compuesto Olympus CH4. Para la determinación de los especímenes colectados, se utilizaron las claves taxonómicas para escorpiones (Sissom 1990), Orthoptera, Gryllidae (Borror et al. 1992), Odonata (Garrison 1986) y Hemiptera (Putchkov & Putchkov 1989; Maldonado 1990 y Ahmad 1970). Los datos fueron registrados y cuantificados en una base de datos en Excel. Los especímenes reposan en el laboratorio de biología de la Universidad del Valle, sede Pacífico.

Análisis de datos. Para determinar la diversidad de artrópodos en cada una de las zonas estudiadas; se aplicó el índice de diversidad de Shannon-Weiner (H') en logaritmo base dos, cuya fórmula es $H' = -\sum_{i=1}^n P_i \ln P_i$, donde P_i es la proporción de cada especie y n es el número de especies presentes en cada zona. De igual forma, se halló la proporcionalidad E para establecer si las especies en las zonas presentaban una abundancia homogénea. Se utilizó la prueba no paramétrica del test de Kruskal-Wallis para determinar diferencias significativas en cuanto a la abundancia y frecuencia de artrópodos asociados a bromelias (Guisande et al. 2006).

Para establecer diferencias en cuanto a la altura de colonización por parte de la artropofauna fueron determinados tres rangos de altura; estos fueron establecidos de acuerdo a la altura máxima menos la altura mínima que fueron colectadas las bromelias y el intervalo formado se dividió en tres.

Finalmente, se determinó el grado de correlación entre las variables bióticas y abióticas utilizando

el coeficiente de correlación de rangos de Spearman (r_s). Todo el análisis estadístico se realizó con el paquete STATISTICA 7.

RESULTADOS

La especie de manglar que predominó en ese bosque fue el mangle rojo *Rhizophora mangle*, el cual se encuentra rodeando los manglares de todo el Pacífico colombiano y es fácil de distinguir por su sistema de raíces en forma de zancos, que sobresalen creando una barrera que disminuye la velocidad del flujo mareal. La otra especie de mangle fue *Avicennia germinans* o mangle negro, aunque en muy baja proporción y restringido principalmente en la zona B (Tabla 1) éste presenta un sistema de raíces con estructuras especializadas denominadas pneumatóforos, las cuales permiten realizar intercambio gaseoso en suelos relativamente anóxicos (Tovilla & Orihuela 1999). En cuanto a las bromelias muestreadas en Punta Soldado, hay una especie que predominó y fue *Guzmania musaica* (Figura 2), la cual posee una colo-



Figura 2. Especies de bromelias que se encuentran en el manglar estudiado de Punta de Soldado. **A.** Ubicación de *Guzmania musaica* en las rizóforas del mangle rojo. **B.** Interior de *G. musaica* mostrando el color morado de la base de la roseta. **C.** Ubicación de *Tillandsia* sp. en la zona costera. **D.** Interior de *Tillandsia* sp. mostrando materia orgánica y agua lluvia.

ración morado-rojiza en su interior y se encontró a lo largo del bosque; la otra especie de bromelia en

menor proporción y restringida a la zona A fue *Tillandsia* sp (Tabla 1).

Tabla 1. Diversidad y abundancia de las especies vegetales en el manglar de Punta Soldado (Buenaventura, Valle)

| Especies | Zona A | Zona B | Zona C | Total |
|----------------------------|--------|--------|--------|-------|
| <i>Rhizophora mangle</i> | 40 | 32 | 40 | --- |
| <i>Avicennia germinans</i> | --- | 8 | --- | 120 |
| <i>Guzmania musaica</i> | 34 | 40 | 40 | --- |
| <i>Tillandsia</i> sp. | 6 | --- | --- | 120 |
| Total | 80 | 80 | 80 | 240 |

Dentro de las bromelias, incluyendo el ambiente acuático, se colectó un total de 2047 ejemplares de artrópodos. Estos fueron clasificados en 42 géneros y 17 órdenes (Tabla 2). La mayoría se encontró en la fase larval de la clase Insecta, pero también se colectaron arácnidos, miriápodos y crustáceos. Sin embargo, la familia Blattellidae fue la más abundante en todo el estudio (Figura 3).

Al comparar la abundancia de organismos colectados en el bosque; se observó que la zona B fue la que aportó más individuos con 797 ejemplares colectados, seguida de la zona A con 727 y por último la zona C con 523 ejemplares. El número



Figura 3. Especímenes de la familia Blattellidae vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha).

promedio de organismos colectados por bromelia fue de 17.06 con una fluctuación entre 13 y 20 individuos en las zonas estudiadas y con diferencias significativas entre las zonas B y C (Kruskal-Wallis, $H = 2,84$, gl: 2, $p < 0,05$) (Figura 4).

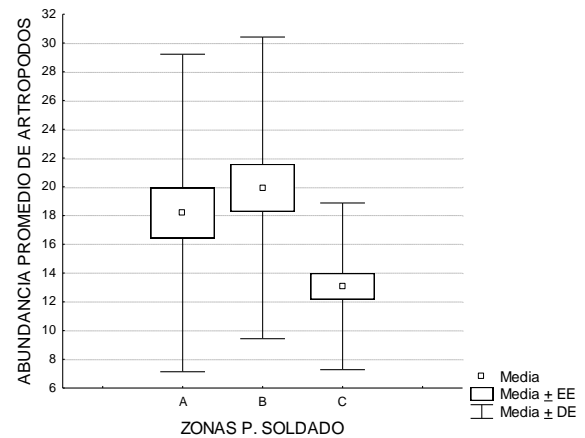


Figura 4. Comparación de la abundancia promedio de artrópodos en las bromelias de las zonas A, B y C del manglar de P. Soldado.

Tabla 2. Número de individuos colectados en cada uno de los rangos de cada zona estudiada en Punta Soldado, Buenaventura. (L) estado larval, (N) estado ninfal.

| ORDEN | FAMILIA | GÉNERO | Número de ejemplares | | | | | | Total | Frecuencia Relativa % | | | |
|-------------------|-------------------|------------------------------|----------------------|-----|-----|--------|-----|--------|-------|-----------------------|------|----|------|
| | | | Rangos | | | | | | | | | | |
| | | | Zona A | | | Zona B | | Zona C | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | | | | | | | |
| Coleoptera | Lampyridae | | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 1.97 | | |
| | Elateridae | | 50 | 24 | 6 | 5 | 2 | 0 | 1 | 88 | 3.95 | | |
| | Curculionidae | <i>Cosmopolites</i> sp. | 0 | 2 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 7 | 1.97 | | |
| | Tenebrionidae | | 0 | 4 | 0 | 0 | 12 | 1 | 1 | 18 | 2.63 | | |
| | Cantharidae | | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1.32 | | |
| | Chrysomelidae | | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 2.63 | | |
| | Cerambycidae | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0.66 | | |
| Dictyoptera | Blattellidae | | 126 | 152 | 73 | 95 | 227 | 14 | 229 | 933 | 5.26 | | |
| | Blattellidae 2 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 12 | 0.66 | | |
| | Blattidae | <i>Periplaneta americana</i> | 3 | 4 | 0 | 8 | 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 21 | 3.29 |
| | Blaberidae | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 14 | 19 | 1.32 | | |
| Diptera | | <i>Phoniomyia</i> sp. (L) | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1.32 | | |
| | Culicidae | <i>Culex</i> sp. (L) | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0.66 | | |
| | | <i>Toxorhynchites</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0.66 | | |
| | | <i>Wyeomyia</i> sp. (L) | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 0 | 0 | 6 | 1.32 | | |
| | Stratiomyidae (L) | | 7 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 11 | 3.29 | | |
| | Tipulidae (L) | | 20 | 27 | 5 | 7 | 31 | 26 | 8 | 130 | 5.26 | | |
| Micropezidae | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0.66 | | | |
| Neuroptera | Myrmeliontidae | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0.66 | | |
| Odonata | Coenagrionidae | <i>Leptagrion</i> sp. (N) | 7 | 1 | 1 | 0 | 17 | 1 | 14 | 41 | 3.95 | | |
| Orthoptera | Gryllidae | | 13 | 11 | 10 | 16 | 25 | 4 | 4 | 91 | 5.26 | | |
| | Gryllacrididae | | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 3 | 1.32 | | |
| Hemiptera | Coreidae | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.66 | | |
| | Reduviidae | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0.66 | | |
| | Cicadellidae | | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 5 | 1.97 | | |
| Hymenoptera | Formicidae | <i>Camponotus</i> sp. | 4 | 12 | 2 | 0 | 11 | 0 | 3 | 53 | 3.95 | | |
| | Formicidae | <i>Pseudomyrmex</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0.66 | | |
| Isoptera | Termitidae | <i>Nasutitermes</i> sp. | 2 | 0 | 0 | 5 | 5 | 0 | 0 | 12 | 1.97 | | |
| Lepidoptera | Piralidae (L) | | 1 | 11 | 2 | 8 | 36 | 1 | 6 | 65 | 4.61 | | |
| | Pieridae (L) | | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 4 | 7 | 2.63 | | |
| | Ctenuchidae | | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.66 | | |
| Decapoda | Grapsidae | <i>Sesarma sulcatum</i> | 32 | 32 | 11 | 28 | 78 | 113 | 32 | 331 | 5.26 | | |
| Scolopendromorpha | Scolopendridae | | 0 | 1 | 0 | 8 | 9 | 0 | 0 | 18 | 1.97 | | |
| Diplopoda | Spirobolida | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.66 | | |
| Scorpionida | Diplocentridae | | 1 | 1 | 0 | 2 | 6 | 1 | 1 | 12 | 3.95 | | |
| Aracneida | Araneidae | <i>Gasteracantha</i> sp. | 2 | 4 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 11 | 3.29 | | |
| | Araneidae | <i>Argiope</i> sp. | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1.32 | | |
| | Araneidae 3 | | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 | 3.95 | | |
| | Ctenidae | | 18 | 15 | 4 | 15 | 27 | 13 | 7 | 99 | 4.61 | | |
| | Salticidae | | 3 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 10 | 3.95 | | |
| | Clubionidae | | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 5 | 0 | 9 | 1.97 | | |
| Opilionida | Phalangidae | <i>Phalangium opilio</i> | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1.32 | | |
| TOTAL | | | 297 | 314 | 207 | 531 | 190 | 333 | 2047 | 100.00 | | | |

La diversidad de artrópodos encontrados en las bromelias del manglar de Punta Soldado, según el índice de diversidad de Shannon fue mayor en la zona B, seguida por la zona A y la zona C; la comparación de la diversidad entre las zonas resultó en diferencias significativas entre las zonas A-C y B-C (Kruskal-Wallis, $P = 0.004$) (Figura 5). En cuanto a la proporcionalidad (E) de especies esta fluctuó entre los 0.4 y 0.56 siendo la zona B la que mayor proporción (56%), seguida de la zona A (48%) y, finalmente, la zona C (40%).

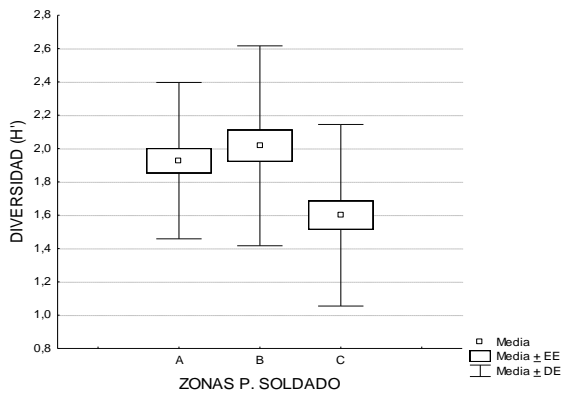


Figura 5. Comparación de la diversidad (H') de artrópodos presentes en las bromelias de las zonas A, B y C del manglar de P. Soldado, Buenaventura.

Las familias más frecuentes en las tres zonas se presentan en la tabla 3. Se encontraron diferencias significativas para las familias Gryllidae ($p=0.00$), Grapsidae ($p= 0.00$) y Ctenidae ($p=0.01$) (Figura 6), mostrando que el número de individuos de estas familias no es constante a lo largo del manglar.

La distribución de las bromelias según su altura de localización mostró tres rangos (Tabla 4), con mayor abundancia de entomofauna en el rango 2 con el 57.55 % de individuos colectados.

Las familias Elateridae, Stratiomyidae y la especie *Periplaneta americana* mostraron su mayor abundancia en el rango 1. Por su parte, el rango 3 no presentó una colonización destacada por artrópodos.

Las correlaciones entre variables se describen en la tabla 5, donde la mayoría de las mismas fueron directamente proporcionales pero solo se tomaron en cuenta aquellas mayores a 0.33. La relación más alta en este manglar se obtuvo entre la abun-

dancia de la artropofauna y la altura de la bromelia al suelo con 0.41; la segunda variable abiótica fue la materia orgánica dando una relación del 0.34; indicando tendencias positivas pero no significantes.

Tabla 3. Frecuencias y resultados de las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis para la comparación de las familias más frecuentes entre las zonas A, B y C de P. Soldado, Buenaventura. Valor de significancia $p < 0,05$.

| Familias | Frecuencia (ff) | Valor de p | Diferencias entre zonas |
|--------------|---------------------|------------|-------------------------|
| Blattellidae | 0.98 | 0.15 | |
| Tipulidae | 0.38 | 0.35 | |
| Gryllidae | 0.38 | 0.00 | A-C y B-C |
| Piralidae | 0.23 | 0.11 | |
| Grapsidae | 0.89 | 0.00 | A-C y B-C |
| Ctenidae | 0.63 | 0.01 | B-C |

Tabla 4. Rangos de altura (cm) establecidos para la ubicación de las bromelias en la localidad de Punta Soldado, Buenaventura. Porcentaje de individuos colectados por rango.

| Rangos | Altura | Abundancia | Porcentaje (%) |
|--------------|---------|------------|----------------|
| 1 | 10-297 | 694 | 33.90 |
| 2 | 298-584 | 1178 | 57.55 |
| 3 | 585-870 | 175 | 8.55 |
| Total | | 2047 | 100.00 |

DISCUSIÓN

Las bromelias presentan una marcada colonización por parte de la artropofauna, dado el microclima que ofrecen, esto es muy general y se presentan en diferentes bosques y especies de las mismas como en los géneros de *Aechmea*, *Guzmania*, *Hohenbergia*, *Tillandsia* y *Vriesea* (Laessle 1961, Benavides et al. 1989, Reid & Janetzky 1996, Richardson 1999). Sin embargo, cabe resaltar que la diversidad de los órdenes de artrópodos al igual que sus respectivas abundancias se ven influidas por factores ambientales; como la temperatura y la altitud. Según Ospina-Bautista et al. (2004) *Tillandsia turnery* Baker en un bosque alto

andino colombiano a 3000 m.s.n.m; el orden Coleoptera fue el que presentó mayor abundancia, seguido por Diptera. Mientras que en *Aechmea paniculigera* ubicada entre 100 y 300 m de altitud pasó lo contrario, dado que el orden Diptera presentó mayor abundancia que Coleoptera (37.62% vs. 3.37%) (Reid & Janetzky 1996).

Tabla 5. Correlaciones del rango de Spearman (r^2) entre la abundancia de entomofauna y tres variables relacionadas con las bromelias en el bosque de manglar de Punta Soldado, Buenaventura.

| Variables | Volúmen de agua (ml) | Materia orgánica (gr) | Abundancia entomofauna |
|-------------------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|
| Altura bromelia al suelo (cm) | 0.27 | 0.30 | 0.41 |
| Volumen de agua (ml) | ----- | 0.21 | 0.18 |
| Materia orgánica (gr) | ----- | ----- | 0.34 |

Son notorios los cambios a nivel del mar los resultados cambian, ya que el presente estudio arroja a Blattellidae (Dictyoptera) como el orden más abundante lo cual no sorprende ya que los organismos pertenecientes al orden Dictyoptera son cosmopolitas y se adaptan muy bien a casi cualquier lugar del mundo (De la Fuente 1994). La especie *Sesarma sulcatum* (Decapoda) ocupó el segundo lugar en abundancia seguida por Diptera y Coleoptera que presentaron una abundancia del 7.5% y el 6.1%, respectivamente, lo cual muestra que no hay una diferencia tan marcada en cuanto a la abundancia por parte de estos dos órdenes. En un estudio similar realizado por Beuteldpacher (1999), en Veracruz, México; mostró que en la bromelia *Aechmea bracteata* se encontraban 13 órdenes de insectos, de los cuales la familia Blattellidae fue la más numerosa.

Se observaron organismos que se encontraron sectorizados en cada una de las zonas y que su presencia o ausencia al igual que su abundancia, aumentó o disminuyó de acuerdo a la zona; por ejemplo, las familias Coreidae, Ctenuchidae y Araneidae fueron encontradas únicamente en la zona A, mientras que en la zona B se encontraron

la mayoría de especies de la familia Culicidae (*Culex* sp., *Toxorhynchites* sp. y *Wyeomyia* sp.), al igual que la familia Mirmeliontidae y Spirobolidae; las familias Blaberidae, Micropezidae y Reduviidae se encontraron únicamente en la zona C. De acuerdo a la abundancia, Blattellidae mantuvo su dominio en cada una de las tres zonas analizadas, pero su abundancia cayó levemente a medida que se incursionó en el manglar; caso contrario sucedió con *Sesarma sulcatum* (Grapsidae), que aumentó a medida que se adentraba al interior del manglar. En cuanto a las otras familias, sus abundancias crecían levemente al pasar de la zona A hacia la zona B, pero decrecían bruscamente en la zona C (Tabla 2).

Las familias Gryllidae, Grapsidae y Ctenidae presentaron mayor frecuencia en el estudio (Figura 6); pero su abundancia no fue constante a lo largo del manglar, mostrando que el número de sus individuos, presentaban diferencias significativas entre algunas zonas; en especial las zonas B y C. Al parecer las condiciones abióticas y las actividades antropogénicas han afectado la abundancia de las mismas al compararlas con las zonas A y B, que aparentemente presentan unas condiciones ambientales semejantes para la vida de estos organismos.

Por otro lado, el trabajo realizado por Richardson (1999) con *Guzmania* y *Vriesea* mostró que los dípteros son más abundantes en bosques localizados a menos de 600 m y entre 900 y 1070 m de altitud (49.75 y 88.45 %, respectivamente). Mientras que los coleópteros fueron los más abundantes en bosques localizados entre 600 y 900 m de altitud (45.16%).

Respecto a la abundancia de las bromelias su presencia fue marcada en la costa y en los diferentes niveles de altura, mientras que a medida que se avanza hacia el interior, su presencia disminuye y se acentúa en los estratos más altos del bosque. Según Montero & Barberis (2007) las fitotelmatas como éstas habitan en lugares bien soleados y con buena disponibilidad hídrica.

De acuerdo a las zonas, se pudo observar que la mayor abundancia y diversidad de artrópodos se presentó en la zona B (Figuras 4 y 5), posiblemente esto se deba a que este lugar es el menos intervenido por el hombre, ya que las zonas A y C se utilizan como lugares de extracción de madera pa

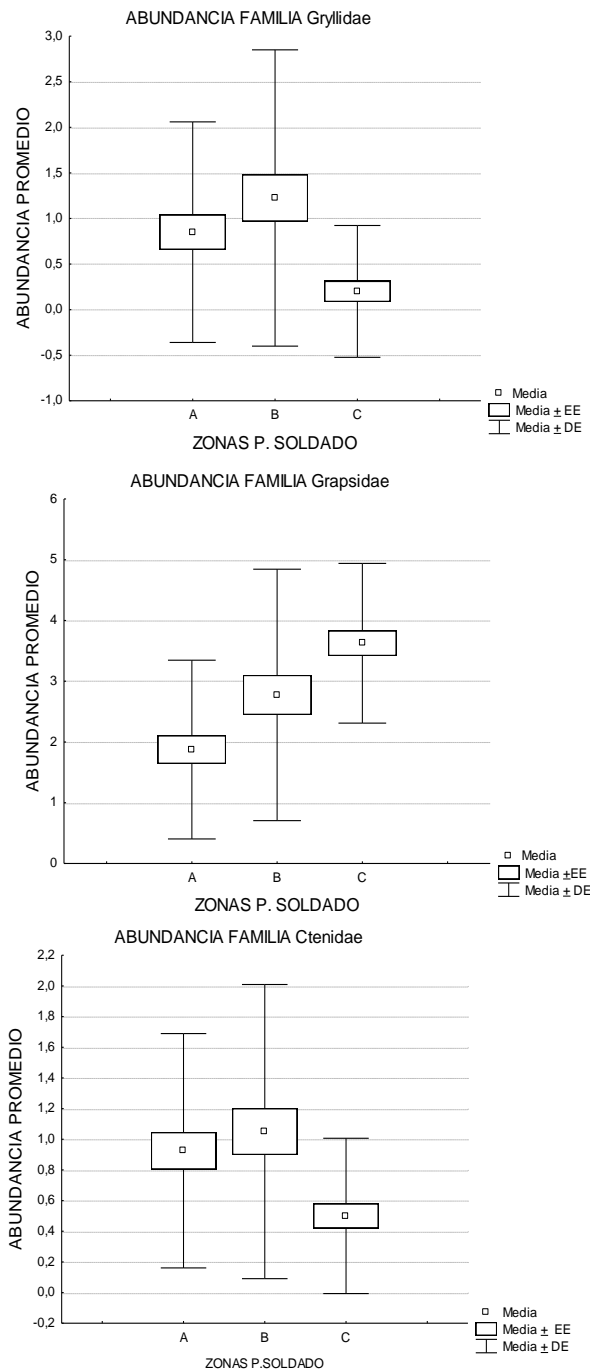


Figura 6. Diagrama de caja para la comparación de algunas de las familias más frecuentes durante este estudio ($P < 0,05$): A). Gryllidae; B). Grapsidae y C). Ctenidae.

ra la construcción de viviendas o para la comercialización. Este resultado concuerda con el estudio de Jabiol et al. (2009), en el cual se investigó la estructura de insectos acuáticos en bromelias al este amazónico, en el cual las áreas con menos intervención antropogénica proporcionaron la mayor abundancia de insectos ya que los organismos prefieren los lugares más naturales; de igual forma ese estudio presentó una correlación positiva entre los insectos y el porcentaje de detritus.

En cuanto a los rangos, la mayor abundancia de entomofauna lo presentó el rango 2 (Tabla 4), entre 298 a 584 cm, el cual parece ser propicio para el desarrollo y sostenimiento de estos organismos teniendo en cuenta que la mayoría de los colectados fueron larvas y ninfas de las diferentes familias que, posiblemente a esta altura se pueden desarrollar favorablemente evitando alta concentración de gases generados por la descomposición de la materia orgánica presente en estos suelos, además de ser punto intermedio de acceso a depredadores y presencia aceptable de corrientes de aire.

Las correlaciones no presentaron valores significativamente altos, pero es posible que la materia orgánica presente en las bromelias, influya en la presencia temporal de los organismos, pues esta es una fuente potencial de alimento y dado que esta se degrada los individuos la pueden consumir y su permanencia dependerá de la abundancia de la misma. De igual forma, entre más materia orgánica presente, más lugares donde refugiarse incrementando las posibilidades de sobrevivir a la depredación por parte de sus enemigos naturales como aves y reptiles.

La continuidad de esta investigación, es vital para el estudio y confirmación de las variables estudiadas. De igual manera, es importante seguir estudiando los aspectos biológicos de las especies de artrópodos encontradas en las bromelias; y ampliar el estudio para determinar las especies de las diferentes taxa del reino animal que suelen darle uso a las bromelias de los manglares en el Pacífico colombiano

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la sección de Entomología de la Universidad del Valle por la identificación de los géneros de la familia Formicidae y las del orden Aracneida; a Yovanni Osorio por la ayuda en la recolección de datos. A los señores

Demetrio Caicedo y Vicente Góngora así como al consejo comunitario y pobladores del corregi-

miento de Punta Soldado, por facilitar la realización de este estudio.

LITERATURA CITADA

- Ahmad, I. 1970. Some aspects of the female genitalia of *Hygia* Uhler 1861 (Coreidae: Colpurinae) and their bearing on classification. *Pakistan Journal of Zoology*, 2: 235-243.
- Armbruster, P., R. A. Hutchinson & P. Cotgreave. 2002. Factors influencing community structure in South America tank bromeliad fauna. *Oikos*, 96: 225-234.
- Astaiza, R., C. Murillo & P. Fajardo. 1988. Biología de *Anopheles (Kerteszia) neivai* Howard, Dyar & Knab, 1913 (Diptera: Culicidae) en la Costa Pacífica de Colombia. II Fluctuación de la población adulta. *Revista de Saúde Pública*, 22: 101-108.
- Benavides M., E. Muriel & A. Patiño. 1989. La bromelia como un bioecosistema en la Isla Corota en el Lago Guamués (Departamento de Nariño). Tesis de Biología, Escuela de Postgrado, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.
- Beutelspacher, B. C. 1999. Bromeliáceas como ecosistemas con especial referencia a *Aechmea bracteata* (Swartz) Griseb Plaza y Valdés. México.
- Borror, D. J., C. A. Triplehorn & N. F. Johnson. 1992. An introduction to the study of insects. 6ta Ed. Sunders College Publishing. Harcourt Brace Publishers. EE.UU.
- Campos, R. E. & L. P. Lounibos. 1999. *Eryngium* spp. (Umbelliferae) as phytotelmata and their *Culex* (Culex) inhabitants in temperate Argentina. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 15: 493-499.
- Carvalho, A. & E. Calil. 2000. Chaves de identificação para as famílias de Odonata (insecta) ocorrentes no Brasil, adultos e larvas. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 41: 15-18.
- Corral, M. L., H. Grizel, J. Montes & E. Polanco. 2000. La acuicultura: Biología, regulación, fomento, nuevas tendencias y estrategia comercial. Tomo I: Análisis del desarrollo de los cultivos: medio, agua y especies. Fundación Alfonso Martín Escudero, Madrid.
- De La Fuente, J. A. 1994. *Zoología de Artrópodos*. Primera edición. Madrid, McGraw-Hill.
- Greeney, H. F. 2001. The insects of plant-held waters: a review and bibliography. *Journal of Tropical Ecology*, 17: 241-260.
- Garrison, R. W. 1986. The genus *Aphylla* in Mexico and Central America, with a description of a new species, *Aphylla angustifolia* (Odonata: Gomphidae). *Annals Entomological Society America* 79: 938-944.
- Guisande, C. A., I. Barreiro, I. Maneiro, A. Riveiro, R. Vergara & A. Vaamonde. 2006. Tratamiento de datos. Vigo, Ediciones Díaz de Santos.
- Hurtado, C. & Y. Solarte. 1986. Interrelación entre la vegetación y las poblaciones de anofelinos presentes en la parte baja del río Naya, Buenaventura (Valle). Trabajo de grado. Departamento de Biología. Universidad del Valle, Cali. Colombia.
- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andreis" –INVEMAR. 2006. Determinación del contenido de metales pesados en aguas y sedimentos antes, durante y después del arado de los sedimentos en la Bahía de Buenaventura. Coordinación de Servicios Científicos, INVEMAR, Primer informe técnico de avance para la Sociedad Portuaria Regional de Buenaventura S.A. Santa Marta, Colombia.
- Jabiol, J., B. Corbara, A. Dejean & R. Céréghino. 2009. Structure of aquatic insect communities in tank-bromeliads in an East-Amazonian rainforest in French Guiana. *Forest Ecology and Management*, 257: 351-360.
- Kitching, R. L. 2000. Food webs and container habitats. *The Natural History and Ecology of Phytotelmata*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Laessle, A. M. 1961. A micro-limnological study of Jamaican bromeliads. *Ecology*, 42: 499-517.
- Liria, J. 2007. Fauna fitotelmata en las bromelias *Aechmea fendleri* André y *Hohenbergia stellata* Schult del Parque Nacional San Esteban, Venezuela. *Perú Biológico*, 1: 033-038.
- Lounibos, L. P., J. H. Frank, C. E. Machado-Allison, P. Ocanto & J. C. Navarro. 1987. Survival, development and predatory effects of mosquito larvae in Venezuelan phytotelmata. *Journal of Tropical Ecology*, 3:221-242.

- Lounibos, L. P., G. F. O'meara, N. Nishimura & R. L. Escher. 2003. Interactions with native mosquito larvae regulate the production of *Aedes albopictus* from bromeliads in Florida. *Ecological Entomology*, 28: 551-558.
- Maldonado C., J. 1990. Systematic catalogue of the Reduviidae of the World. Caribbean Journal of Science, special publication No. 1, University of Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico.
- Materon, M. H. 1990. Proyecto puerto industrial aguadulce. Prefactibilidad y declaratoria del efecto ambiental, climatología e hidrología. Alcaldía de Buenaventura. Universidad del valle, sede Pacífico. Comité de Acción Ecológica. Vol. 3.
- Montero, G. & I. Barberis. 2007. Los fitotelmata en los agroecosistemas pampeanos. *Revista Agromensajes de la Facultad*, 23: 039-044.
- Müller, G. A. & C. B. Marcondes. 2006. Bromeliad-associated mosquitoes from Atlantic forest in Santa Catarina Island, southern Brazil (Diptera, Culicidae), with new records for the State of Santa Catalina. *Iheringia, Serie Zoologica*, 96: 15-319.
- Murillo, C., R. Astaiza & P. Fajardo. 1988. Biología de *Anopheles (Kerteszia) neivai* H., D. & K., 1913 (Diptera: Culicidae) en la Costa Pacífica de Colombia. I. Fluctuación de la población larval y Características de sus criaderos. *Revista de Saúde Pública*, 22: 094-100.
- Ospina-Bautista, F., V. J. Estévez, J. Betancur & R. E. Realpe. 2004. Estructura y composición de la comunidad de macro invertebrados acuáticos asociados a *Tillandsia turneri* Baker (Bromeliaceae) en un bosque alto andino Colombiano. *Acta Zoológica Mexicana*, 20: 153-166
- Prahl, H. J., J. Cantera & R. Contreras. 1990. Manglares y hombres del Pacífico colombiano. Fondo FEN. Cali, Colombia.
- Putchkov, V. G. & P. V. Putchkov. 1989. Heteroptera of the family Rhopalidae of the fauna of USSR. Nauka, Leningrad.
- Ramírez, G. A. 2005. Ecología aplicada (diseño y análisis estadístico). Bogotá, Jorge Tadeo Lozano.
- Reid, J. W. & W. Janetzky. 1996. Colonization of Jamaican bromeliads by *Tropocyclops jamaicensis* n. sp. Crustacea: Copepoda: Cyclopoida). *Investigaciones Biológicas*, 115:305-320.
- Richardson, B. A. 1999. The bromeliad microcosm and the assessment of fauna diversity in a neotropical forest. *Biotropica*, 31: 321-336.
- Rudolph, D., G. Rauer, J. Nieder & W. Barthlott. 1998. Distributional patterns of epiphytes in the canopy and phorophyte characteristics in a western Andean rain forest in Ecuador. *Selbyana*, 19: 027-033.
- Sissom, W. D. 1990. Systematics, biogeography and paleontology. Pp. 64-160, in: *The biology of scorpions* (Polis, G. A. ed.). Stanford University Press, Stanford, CA.
- Tovilla, H. J. & E. Orihuela. 1999. Ecología de los bosques de manglares y algunos aspectos socioeconómicos de la zona costera de la barra de Tecoanapa, Guerrero, México: un estudio integral. *Ecología México*, 53: 045-061.
- Wittman, P. K. 2000. The animal community associated with canopy bromeliads of the lowland Peruvian Amazon rain forest. *Selbyana*, 21: 048-051.