

# **Interacciones y diversidad de estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) asociados a inflorescencias de palmas silvestres en el Pacífico colombiano**

Alfredo Euley Niño Pérez

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias, Escuela de Biociencias, Área Curricular de Ciencias Naturales  
Medellín, Colombia  
2014

# **Interacciones y diversidad de estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) asociados a inflorescencias de palmas silvestres en el Pacífico colombiano**

Alfredo Euley Niño Pérez

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

**Magister en Ciencias-Entomología**

Director (a):

Biólogo., M. Sc. Ecología. Oscar Efraín Ortega Molina

Codirector (a):

Biólogo., Ph.D. Ecología. Luis Alberto Núñez Avellaneda

Línea de Investigación en Ecología

Grupo de Investigación:

Grupo de Investigación de Palmas Neotropicales de Colombia

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias, Escuela de Biociencias, Área Curricular de Ciencias Naturales

Medellín, Colombia

2014

## **Dedicatoria**

A Dios por acompañarme todos los días.

A mis padres por su innegable apoyo.

A mi amada Leidy por su apoyo incondicional.

# Agradecimientos

A todas las personas que participaron e hicieron posible este proyecto,  
muchas gracias por su apoyo y enseñanza:  
Al director Oscar E. Ortega y codirector Luis Alberto Núñez, por sus valiosos comentarios  
y apoyo en la realización del presente trabajo.  
Javier Carreño, por sus comentarios en la fase de laboratorio.  
A Luis Eduardo Romero por su apoyo, paciencia y valiosos comentarios.  
A Daniel Felipe Silva por su asesoría en la fase de laboratorio.  
A la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín

## Resumen

Las Areceaceas (Palmas) son una familia de plantas que presenta una importante asociación con especies de Staphylinidae, las inflorescencias de estas, albergan alta riqueza y abundancia de especies de Staphylinidae. Sin embargo, y a pesar del frecuente reporte de especies de Staphylinidae visitando inflorescencias de palmas, es poco lo que se conoce sobre sus interacciones. Como objetivos del presente estudio, se planteó el conocimiento de la diversidad de estafilínidos asociados a palmas silvestres y la caracterización del tipo y especificidad de la interacción en el Pacífico colombiano. Se determinaron la composición, riqueza, abundancia, distribución y especificidad de muestras previamente colectadas en inflorescencias de varias especies de palmas provenientes de nueve localidades en cinco municipios en los departamentos de Chocó, Valle del Cauca y Nariño. Para la identificación de las especies de estafilínidos, se usaron criterios morfológicos y extracción de las genitalias. Se usaron estimadores no paramétricos de riqueza ICE, Jackknife 2, Chao 2 y Bootstrap. La especificidad se determinó a través del análisis de redes de interacciones, usando los índices de similitud cualitativo de Jaccard y análisis ANOSIM. Se encontraron en total 48 especies de Staphylinidae. Sólo *Coproporus pulchellus* y *C. aff. ventriculus* se identificaron hasta especie, 13 hasta género, dos a subtribu, 28 a tribu y tres hasta subfamilia. En sólo 18 de las 27 especies de palmas muestreadas, se encontraron estafilínidos; con 18 especies, *Manicaria saccifera* fue la palma con la mayor riqueza y *Oenocarpus bataua*, *Bactris coloradonis*, *Prestoea ensiformis* y *Attalea allenii* con sola una especie, fueron las de menor riqueza. De los cuatro estimadores no paramétricos de riqueza (ICE, Jackknife 2, Chao 2 y Bootstrap); el último, evaluó 63 de las 48 especies observadas; sin embargo, ninguno de los estimadores estuvo por debajo de las 48 especies. La morfoespecie 1 de la tribu Athetini de Staphylinidae, presentó la abundancia más alta, con 16068 individuos. Se registraron 68 interacciones entre las 48 especies de Staphylinidae que visitan las 18 especies de palmas evaluadas, de 864 posibles. El índice de conectancia fue de 0.078, valor relativamente bajo; lo que significa que solo hay un 7.8 % de las

posibles conexiones en la red entre especies de Staphylinidae y especies de palmas. Las subfamilias de Staphylinidae que presentaron la mayor riqueza específica fueron Aleocharinae con 23, Staphylininae con 8 y Paederinae con 10 especies. Los estimadores no paramétricos señalan que la riqueza observada (48) es un valor que se encuentra muy por debajo de los valores estimados, lo que indica que con un mayor esfuerzo de muestreo, se lograrían encontrar un mayor número de especies. Un valor bajo del índice de conectancia, en general, coincide con un valor bajo de la riqueza; siendo este resultado, un indicador de que los ensambles de las especies de Staphylinidae con las especies de palmas estudiadas, presentan especificidad.

**Palabras clave:** palmas silvestres, estafilinidos, interacciones, especificidad.

## Abstract

The Areaceae (Palms) are a family plants than has a significant association with species of Staphylinidae, the inflorescences, harboring high richness and abundance of Staphylinidae. However, despite the frequent report of species Staphylinidae visiting the inflorescences of palms, little is know about the their interactions. The objectives of this study, it was raised the kwnledge of Staphylinidae diversity associated with wild palms and the characterization of the type and specificity of the interaction in the Colombian Pacific. It was determined the composition, richness, abundance, distribution and specificity of samples collected of inflorescences of several species of palms from nine location in five municipalities in the departments of Choco Valle del Cauca and Nariño. For the identification of the rove beetles it was used morphological criteria and the removal of genitalia, it was used non-parametric richness estimators ICE, Jackknife 2, Chao 2 and Bootstrap. The specificity it was determined through the analysis of interaction networks, using the qualitative similarity indices of Jaccard and ANOSIM. Were found 48 species of Staphylinidae. Only *Coproporus pulchellus* and *C. aff. ventriculus* were identified to species, 13 to genus, two to subtribe, 28 to tribe and three to subfamily. In only 18 of 27 species of samples palms, were found rove beetles; with 18 species, *Manicaria saccifera* was the palm with the bigger richness and *Oenocarpus bataua*, *Bactris coloradonis*, *Prestoea ensiformis* and *Attalea allenii* with one species, were the lowest richness. Of the four richness non-parametric estimators (ICE, Jackknife 2, Chao 2 and Bootstrap); the last, evaluated 63 of the 48 species observed; however none of estimators were below of 48 species. The morphospecies 1 of the Athetini of Staphylinidae, has the highest abundance, with 16068 individuals. 68 interactions between 48 species of Staphylinidae than visit the 18 species of palms evaluated, of 864 possible. The connectance index was 0,078, it is a lower value; it means that only there are a 7,8% of possible connection in the network between Staphylinidae specie and palms species. The Staphylinidae subfamilies with the greatest specific richness were Aleocharinae with 23, Staphylininae with 8 and Paederinae with 10 species. The non-

parametric estimators show that the richness (48) is a value well below the estimated value; this shows that with increased sampling effort, would be achieved find a greater number of species. A low value of connectance index, generally coincides with a low value of richness, being this result, an indication that the species assemblages of Staphylinidae with the palms species studied, exhibit specificity.

**Keywords:** wild palms, staphylinids, interactions, specificity.

# Contenido

|  | <b>Pág</b> |
|--|------------|
| <b>Resumen</b>   | V          |
| Lista de figuras   | XI         |
| Lista de tablas  | XII        |
| <b>Introducción</b>  | 1          |
| <b>1. Capítulo 1</b>   | 4          |
| <b>Estado del arte</b>   | 4          |
| 1.1 Staphylinidae  | 4          |
| 1.2 Palmas en Colombia   | 5          |
| 1.3 Papel de los estafilínidos en flores   | 6          |
| 1.4 Redes de interacción   | 7          |
| <b>2. Capítulo 2</b>   | 9          |
| <b>Metodología</b>   | 9          |
| 2.1 Área de estudio  | 9          |
| 2.1.1 Descripción de las localidades de procedencia de las inflorescencias y los estafilínidos | 11         |
| 2.1.2 Descripción de las especies de palmas silvestres en las que se encontraron Estafilínidos | 13         |
| 2.1.3 Trabajo de campo   | 17         |
| 2.1.4 Trabajo de laboratorio   | 18         |
| 2.1.5 Análisis de datos  | 23         |
| <b>3. Capítulo 3</b>   | 25         |
| <b>Resultados</b>  | 26         |
| 3.1 Composición de especies de Staphylinidae   | 26         |
| 3.2 Riqueza de especies de Staphylinidae   | 29         |
| 3.3 Abundancia de especies de Staphylinidae  | 30         |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.4 Similitud de especies de Estafilínidos asociados a las inflorescencias de cada especie de palma  | 32        |
| 3.5 Red de interacciones   | 34        |
| 3.6 Grupos funcionales y categorías (polífagos y monófagos)  | 36        |
| 3.7 Análisis de similitud (ANOSIM)   | 36        |
| <b>4. Capítulo 4</b>   | <b>37</b> |
| <b>Discusión</b>   | <b>37</b> |
| 4.1 Composición de especies de Staphylinidae.  | 37        |
| 4.2 Riqueza de especies de Staphylinidae   | 38        |
| 4.3 Abundancia de especies de Staphylinidae  | 40        |
| 4.4 Especificidad de las especies de Staphylinidae con las inflorescencias de palmas silvestres  | 41        |
| <b>5. Capítulo 5</b>   | <b>47</b> |
| <b>5.1 Conclusiones</b>  | <b>47</b> |
| <b>5.2 Recomendaciones</b>   | <b>48</b> |
| <b>A. Anexo:</b> Composición de especies de Staphylinidae presentes en las especies de palmas en las 9 localidades en el Pacífico colombiano. Abundancia absoluta: A.A; Grupo funcional categorizado como = Pol: polinivoro, Dep: depredador, Sap: saprofago, Fung: fungivoro. | 49        |
| <b>B. Anexo:</b> Distribución de las especies de Staphylinidae en las 9 localidades en el Pacífico colombiano.   | 51        |
| <b>C. Anexo:</b> Familias de plantas diferentes a las palmas visitadas por especies de Staphylinidae. Números entre paréntesis indica el número de especies por género.  | 53        |
| <b>D.</b> Composición de morfoespecies de la Familia Staphylinidae presentes en las palmas silvestres del Pacífico colombiano.   | 55        |
| <b>Bibliografía</b>  | <b>60</b> |

## Lista de figuras

|            | Pág.  |    |
|------------|---|----|
| Figura 2-1 | Área de estudio: Ubicación de las localidades en el Pacífico colombiano   | 10 |
| Figura 2-2 | Identificación taxonómica con caracteres morfológicos y extracción de genitalias  | 19 |
| Figura 3-1 | Riqueza específica de Staphylinidae en las especies de palmas muestreadas.  | 29 |
| Figura 3-2 | Curva de acumulación de especies de Staphylinidae en el Pacífico colombiano   | 30 |
| Figura 3-3 | Similitud de especies de palmas silvestres en Pacífico colombiano   | 33 |
| Figura 3-4 | Red de interacción entre especies de palmas y especies de Staphylinidae   | 34 |
| Figura 4-1 | Morfoespecie <i>Amazoncharis</i> sp.1   | 42 |
| Figura 4-2 | Morfoespecie Athetini sp.1  | 42 |
| Figura 4-3 | Morfoespecie A: <i>C. pulchellus</i> , B: <i>Belonuchus</i> sp.3, C: <i>Belonuchus</i> sp.5, D: <i>Philonthus</i> sp.1 y E: <i>Philonthina</i> sp.2 | 43 |
| Figura 4-4 | Morfoespecie Athetini sp.12   | 45 |
| Figura 5-1 | Composición de las subfamilias Aleocharinae, Staphylininae, Tachyporinae, Paederinae y Omalinae presentes en las especies de palmas silvestres.     | 55 |

## Lista de tablas

|  | Pág. |
|--|------|
| Tabla 2-1 Ubicación y características climáticas de las localidades.   | 10   |
| Tabla 3-1 Composición por taxa de las morfoespecies de Staphylinidae presentes en las especies de palmas silvestres. | 27   |
| Tabla 3-2 Estimativos no paramétricos de Riqueza de especies de Staphylinidae.                                       | 30   |
| Tabla 3-3 Morfoespecies de Staphylinidae con las mayores abundancias.  | 31   |
| Tabla 3-4 Riqueza y abundancia de Staphylinidae en las nueve localidades.  | 31   |
| Tabla 3-5 Parámetros descriptivos de la red de interacciones.  | 35   |
| Tabla 3-6 Grupos funcionales   | 36   |
| Tabla 3-7 Subfamilias predominantes en estudios de Staphylinidae en Colombia.  | 37   |

## Introducción

Las especies de Staphylinidae son un grupo muy importante de coleópteros y los más diversos del reino animal, se han descrito aproximadamente 55.440 especies (Grebennikov & Newton 2009), la familia está dividida en 31 subfamilias y más de 3400 géneros (Newton *et al.* 2005), se les conoce comúnmente como “rove beetles” (escarabajos errantes o vagabundos) y son fáciles de reconocer por presentar élitros truncados que dejan descubiertos más de la mitad de los segmentos abdominales (Navarrete-Heredia *et al.* 2002).

Las especies de Staphylinidae tienen la capacidad de colonizar diferentes hábitats: troncos en descomposición, dosel, sotobosque, cadáveres, excremento de animales, incluyendo el de humanos, también en musgos, materia orgánica en descomposición, nidos de animales, frutos y flores (Gutiérrez-Chacón & Ulloa-Chacón 2006; Newton *et al.* 2005),

Uno de los hábitats más utilizados por este grupo de insectos son las flores, se han reportado diferentes grupos de especies asociados a estructuras reproductivas de plantas en familias como Cactaceae (Navarrete-Heredia *et al.* 2002), Ebenaceae, Magnoliaceae, Monimiaceae, Myristicaceae (Bernhardt 2000), Zingiberaceae (López-García *et al.* 2011), Heliconiaceae (Heno & Ospina 2008; Frank & Barrera 2010), Aristolochiaceae (Burguess *et al.* 2004), Araceae (Young 1986; Gibernau *et al.* 1999; García-Robledo *et al.* 2004) Annonaceae (Gottsberger 1999) y Arecaceae (Henderson 1986; Bernal & Ervik 1996; Greeney 2004; Medel *et al.* 2009).

Las especies de Staphylinidae acceden a las flores de plantas en busca de recursos, como la oferta de alimento, ocupación espacial y desarrollo de distintos periodos de sus ciclos vitales (Amat 2007). Esto hace que cumplan diferentes papeles como polinizadores (Seres & Ramírez 1995; Bernal & Ervik 1996; Gibernau 1999; Gottsberger 1999;

Bernhardt 2000; Navarrete-Heredia *et al.* 2002), predadores de otros visitantes (Navarrete-Heredia *et al.* 2002, Burgues *et al.* 2004, Frank & Barrera 2010), saprófagos, polinívoros (Sanabria *et al.* 2008), o asisten también en busca de pareja y desarrollo de su ciclo de vida dentro de la estructura reproductiva (Navarrete-Heredia *et al.* 2002).

Entre las familias de plantas que presenta una importante asociación con especies de Staphylinidae se encuentra la familia Arecaceae o palmas (Henderson 1986; Bernal & Ervik 1996), las inflorescencias de estas plantas, albergan alta riqueza y abundancia de especies de Staphylinidae (Bernal & Ervik 1996; Barford *et al.* 2011). Sin embargo, y a pesar del frecuente reporte de especies de Staphylinidae visitando inflorescencias de palmas, es poco lo que se conoce a cerca de sus interacciones ecológicas.

El estudio de las interacciones entre inflorescencias de palmas y especies de Staphylinidae permitirá conocer el verdadero papel de los insectos como polinizadores, mutualistas obligados o facultativos, depredadores, parásitos y saprófagos. Además de afectar positiva, negativa o no afectar las actividades de otros organismos, se puede también obtener respuesta a los patrones de distribución de las distintas especies de Staphylinidae asociados a las especies de palmas, o si cambios en el ambiente conducen o no a un recambio en la composición de especies; esto indicaría si existen o no, preferencias o especificidad por determinadas especies de palmas, tanto a nivel local como regional.

El presente trabajo pretende dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿Cuál es la composición y diversidad de especies de Staphylinidae asociados a inflorescencias de palmas silvestres, en el Pacífico colombiano?, ¿cómo está organizada la red de interacciones ecológicas entre las especies de Staphylinidae y las inflorescencias de especies de palmas? y por ultimo ¿Existe especificidad entre especies de Staphylinidae y especies de palmas?. En este contexto, se planteo corroborar la siguiente hipótesis: Las especies de Staphylinidae son específicas en las inflorescencias de especies de palmas silvestres presentes en el pacifico colombiano, permitiéndoles cumplir diferentes interacciones ecológicas. A partir de este planteamiento el objetivo general de esta investigación es conocer la diversidad de especies de Staphylinidae y sus interacciones con inflorescencias de palmas silvestres en el Pacifico colombiano; mediante el análisis de la composición, riqueza, abundancia y distribución de las especies de Staphylinidae,

además se determina el grado de especificidad de las especies de Staphylinidae asociadas a palmas silvestres.

# 1.Estado del arte

## 1.1 Staphylinidae

La familia Staphylinidae es uno de los grupos del orden Coleoptera con mayor número de especies (Navarrete-Heredia *et al.* 2002), para el 2007 contaba con 55.440 especies descritas alrededor del mundo entre extinta y no extintas (Grebennikov & Newton 2009). La familia se divide en 31 subfamilias y mas de 3400 géneros (Newton *et al.* 2005). Los estafilínidos conforman el 14% de todas las especies del orden coleóptera y cerca del 5% de las especies del reino animal (Herman 2001) siendo el grupo mas diverso de animales (Grebennikov & Newton 2009).

La biología de los miembros de la familia Staphylinidae es muy variable. Los estafilínidos se encuentran en una gran variedad de hábitats, pero especialmente en aquellos que son más húmedos, una gran mayoría de los estafilínidos habitan en la hojarasca y constituyen uno de los grupos más comunes e importantes en términos ecológicos en la fauna del suelo (Bohâc, 1999). También se encuentran en todos los tipos de vegetación, pero la mayor diversidad se presenta en los diferentes tipos de bosque tropical y en bosque mesófilo de tipo de montaña. Algunas especies de la tribu Pinophilini (Paederinae) pueden ser habitantes del dosel (Navarrete-Heredia *et al.* 2002).

El dosel formado por angiospermas ofrece hábitats principalmente como las flores, visitadas por un alto número y gran diversidad de insectos entre los cuales se encuentran las especies de Staphylinidae. Estas especies se han reportado asociadas a inflorescencias de especies de palmas en estudios realizados en Suramérica (Uhl & Moore 1977, Bernal & Ervik 1996, Ervik & Feil 1997, Knudsen *et al.* 2001, Núñez *et al.* 2005, Núñez & Rojas-Robles 2008, Lara *et al.* 2011) desconociéndose aun su relación ecológica con las especies de palmas silvestres.

Para Colombia se registra un aproximado de 796 especies de estafilínidos, pero se calcula que la fauna puede ser alrededor de 5000 especies (Newton *et al.* 2005). En los últimos años investigadores colombianos y extranjeros han realizado estudios sobre estafilínidos principalmente en biodiversidad (Gutiérrez-Chacón & Ulloa-Chacón 2006, Sanabria *et al.* 2008, Ashe 2011, Méndez *et al.* 2009, Avendaño & García 2010, Rodríguez & Rodríguez. 2010, Silva & Navarrete-Heredia 2010) y muy pocos en ecología (Bernal & Ervik 1996, García *et al.* 2001, Gutiérrez-Chacón *et al.* 2006, Vázquez-Vélez *et al.* 2010). Por lo tanto se muestra un alto desconocimiento de especies de Staphylinidae en el territorio colombiano, existiendo la necesidad de realizar nuevos estudios que aporten nuevo conocimiento sobre la gran diversidad y aspectos ecológicos que presenta esta familia (Gutiérrez-Chacón & Ulloa-Chacón 2006, García & Chacón De Ulloa 2005).

## 1.2 Palmas en Colombia

La familia de las palmas (Arecaceae) es distintiva y diversa de todas las regiones tropicales y subtropicales con mas de 2400 especies alrededor del mundo (Borchsnius & Moraes 2006, Govaerts & Dransfield 2005, Dransfield *et al.* 2008). Colombia se destaca por presentar la mayor riqueza de palmas en América, y el segundo en el mundo, después de Malasia con 44 géneros y 231 especies (Galeano & Bernal 2010).

Los patrones de riqueza y diversidad de las palmas en América del Sur se da por factores ecológicos actuales, principalmente relacionados con el clima (Bjorholm *et al.* 2005), también por la relación a la historia del grupo (Bjorholm *et al.* 2006). Específicamente la geomorfología que caracteriza a Colombia, señala a nivel latitudinal y altitudinal, la existencia de franjas longitudinales que representan una gran variedad de regiones biogeográficas, consecuencia de su compleja fisiografía y climas variados (Galeano 1992) que a su vez establece la existencia de gran diversidad de hábitats como las flores de las palmas donde organismos como los insectos, se han establecido y adaptado.

Las interacciones inter-específicas entre especies de la familia Arecacea (Palmas) han sido estudiadas en tres principales grupos de insectos. Según evidencia de mas de 60 estudios de África y América publicados desde 1986, que todas las especies de palmas estudiadas son polinizadas principalmente por escarabajos, seguido de abejas y por

ultimo el grupo de las moscas (Barford *et al.* 2011).

Estudios de Valente (2000) concluyó que las relaciones entre gorgojos y palmas son específicas. En el caso de especies de Staphylinidae también se han reportado como polinizadores específicos de especies de palmas silvestres, destacándose especies de la subfamilia Aleocharinae; la eficacia de estas especies se ha demostrado ya que se ha registrado un 75 % de producción de fruto de la especie de palma polinizada *Phytelephas seemannii* (Bernal & Ervik 1996, Barford *et al.* 2011).

Sin embargo, en estudios de un número representativo de especies de palmas se han registrado especies de Staphylinidae como visitantes florales, sin evidencia de algún tipo de interacción ecológica (Uhl & Moore 1977, Anderson *et al.* 1988, Scariot *et al.* 1991, Listabarth 1992, Ervik 1993, Storti 1993, Listabarth 1996, Ervik & Feil 1997, KÜchmeister *et al.* 1997, Consiglio & Bournet. 2001, Knudsen *et al.* 2001, Listabarth 2001, Voeks 2002, Oliveira *et al.* 2003, Siefke & Bernal 2004, Núñez *et al.* 2005, Gurgel-GonÇalves *et al.* 2006, Batirola *et al.* 2007, Mesa & Romero 2008, Núñez & Rojas-Robles 2008, Lara *et al.* 2011).

### **1.3 Papel de los estafilínidos en flores**

Las especies de Staphylinidae cumplen papeles ecológicos en las flores de las plantas que visitan, es el caso de la depredación (Navarrete-Heredia *et al.* 2002, Burgess *et al.* 2004, García-Robledo *et al.* 2004, Henao & Ospina 2008, Frank & Barrera 2010, López-García *et al.* 2011) por ejemplo depredan larvas de Phoridae y huevos de Diptera en especies de la familia de plantas Aristolochiaceae (Burgess *et al.* 2004). Mientras que las estructuras reproductivas de otras plantas les ofrece recursos como materia en descomposición el cual son aprovechados por especies de Staphylinidae. Esta actividad de saprofia ha sido evidenciada en el estado final de floración de algunas plantas con el fin de aprovechar partes florales descompuestas (López-García *et al.* 2011).

Las flores de angiospermas en las que participan las especies de Staphylinidae como polinizadores les ofrece recursos alimenticios como néctar, polen, segmentos del perianto y secreciones estigmáticas (Bernhardt 2000). La polinización ha sido evidenciada pero en menor registro, debido a que se ha reportado en flores de muy

pocas especies de angiospermas como Magnoliaceae y Arecaceae (Seres & Ramírez 1995, Bernal & Ervik 1996, Gibernau 1999, Gottsberger 1999, Bernhardt 2000, Navarrete-Heredia *et al.* 2002). Por lo tanto, la escasez de estudios ecológicos de los estafilínidos con inflorescencias de palmas silvestres imposibilita tener suficientes elementos de comparación.

### **1.3 Redes de interacción**

Las plantas y animales mantienen interacciones ecológicas que constituyen un elemento fundamental en el funcionamiento de los ecosistemas con un alta diversidad biológica (Medel *et al* 2009). El comportamiento o la abundancia de una especie puede estar influenciada por otra, de tal forma que se establezca toda una red de interacciones, que pueden ser relaciones positivas, negativas, y neutras. Por lo tanto los insectos son modelos para ejemplarizar casos de interacciones biológicas como la herbivoría, la depredación, los mutualismos, los parasitismos y la saprofagia (Begon 2006, Schowalter 2000).

Las relaciones dadas entre especies se dan de diferentes maneras, dando lugar a complejas redes de interacción, por lo tanto, en función de la interacción que se observe en la naturaleza nos encontramos con redes tróficas, de competidores, redes mutualistas, redes de facilitación entre otras (Montoya *et al.* 2009).

Las redes ecológicas presentan una estructura que condiciona muchas de las funciones de los ecosistemas que estas representan, es el caso de el reciclado de nutrientes, los flujos de agua y de carbono, entre otras muchas funciones se alteran cuando la arquitectura de estas se pierde (Schuelze & Mooney 1994, Levin 1999). Conocer la arquitectura de estas redes ecológicas nos permitirá contestar aspectos de preguntas como las trazadas en investigaciones de asociación entre los estafilínidos y las palmas silvestres, que para tal fin se puede tomar como herramientas conceptuales y de análisis de la ecología, las redes complejas de interacciones (Devoto 2012).

Los últimos años ha sido de gran interés el estudio de las propiedades estructurales y dinámicas de las redes complejas (Aldana 2006). En el lapso de este tiempo se han publicado cientos de artículos sobre este tema en revistas de investigación de diferentes

disciplinas como la biología, física, sociología, neurología, economía, medicina entre otras (Aldana 2006).

En el campo de la biología, cada especie de una comunidad interactúa de diferente manera, con una o varias especies formando complejas redes de especies (Jordano 1987). La biogeografía, los factores ecológicos como las diferencias en abundancia entre especies, y los procesos de convergencia entre especies interactuantes es decir coevolutivos, permiten la formación de la estructura de las complejas redes de especies (Bascompte *et al.* 2006).

Las interacciones como depredación, parasitismo, y mutualismo, juegan un importante rol en la persistencia y estabilidad de riqueza de especies en comunidades (Fortuna & Bascompte 2006; Bascompte *et al.* 2006; Bastolla *et al.* 2009). Recientemente los estudios se han orientado a responder preguntas relacionadas con el grado de especialización - generalización de las interacciones planta-polinizador (Waser *et al.* 1996; Johnson & Steiner 2000), es decir que una red de especies interactuantes puede tener un número reducido de enlaces entre las especies, indicando un ensamble de especialistas ecológicos, o muchos enlaces, indicando generalistas ecológicos (Bascompte & Jordano 2006). Lo anterior permite identificar que papel juega cada especie, mientras algunas tienen poca importancia, otras están muy bien conectadas indicando una alta jerarquía dentro de la red de interacciones.

## **2. Metodología**

### **2.1. Áreas de estudio**

Las muestras analizadas provienen de nueve localidades de cinco municipios en los departamentos del Chocó, Valle del Cauca y Nariño en el Pacífico colombiano (Figura 2.1). De acuerdo con la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1996), las localidades 1, 4, 5, 6, 7 y 9 pertenecen a la de bosque muy húmedo tropical (bmh-T); la 2 y 3 a bosque pluvial tropical (bp-T) y la localidad 8 a la de bosque húmedo montano bajo (bh-MB) (Tabla 2-1).

Las características climáticas de las localidades de los departamentos del Chocó (Patrocinio 2001; Cabrera 2005), Valle del Cauca (Pérez *et al.* 2009; Jaramillo 2013) y Nariño (POT 2008) se citan en la tabla 2-1.

Figura 2-1: Ubicación de las localidades de procedencia del material biológico en el Pacífico colombiano.

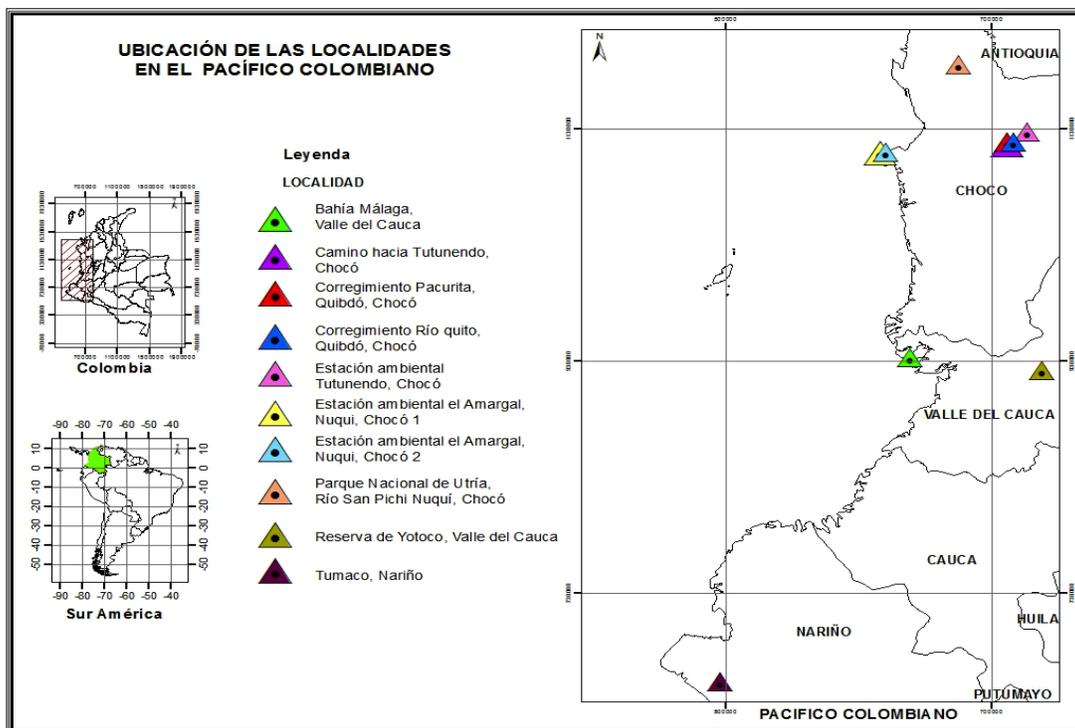


Tabla 2-1: Ubicación y características climáticas de los lugares de procedencia del material biológico (E.A. = Estación Ambiental; PNN = Parque Nacional Natural).

| Localidad                     | Altura<br>m.s.n.m | Georeferenciación                       | Zona de<br>vida | Temp.<br>°C | Prec<br>mm | Palma  |
|-------------------------------|-------------------|---|-----------------|-------------|------------|--|
| 1. E. A. Amargal,<br>Nuquí    | 30                | 05° 34' 14".48 N -<br>77° 30' 09. 07" W | (bmh-T)         | 25.9        | 590<br>0   | <i>Attalea allenii</i><br><i>Asterogyne martiana</i><br><i>Cocos nucifera</i><br><i>Prestoea decurrens</i><br><i>Welfia regia</i><br><i>Wettinia quinaria</i><br><i>Wettinia radiata</i> |
|                               | 68                | 05° 34' 55.95" N -<br>77° 30' 01.44" W  |                 |             |            | <i>Astrocaryum standleyanum</i>  |
| 2. E. A. Tutunendo,<br>Quibdó | 105               | 05° 44' 41" N -<br>76° 32' 24" W        | (bp-T)          | 25.2        | 874<br>5   | <i>Bactris coloradonis</i><br><i>Bactris hondurensis</i><br><i>Oenocarpus bataua</i><br><i>Oenocarpus minor</i>  |
| 3. Camino hacia<br>Tutunendo  | 104               | 05° 38' 33" N -<br>76° 40' 39" W        | (bp-T)          | 25.2        | 874<br>5   | <i>Euterpe oleracea</i>  |
| 4. Pacurita,, Quibdó          | 36                | 05° 40' 03" N -<br>76° 40' 39" W        | (bmh-T)         | 25.2        | 874<br>5   | <i>Euterpe precatoria</i><br><i>Socratea exorrhiza</i><br><i>Bactris gasipaes</i>  |

Continuación Tabla 2-1

| Localidad               | Altura<br>m.s.n.m | Georeferenciación                      | Zona de<br>vida | Temp.<br>°C | Precm<br>m | Palma   |
|-------------------------|-------------------|--|-----------------|-------------|------------|---|
| 5. Río Quito,<br>Quibdó | 41                | 05° 39' 53.13" N -<br>76° 38' 07.62" W | (bmh-T)         | 25.2        | 8745       | <i>Manicaria saccifera</i>  |
| 6. PNN, Utría           | 377               | 05° 57' 19.18" N -<br>77° 19' 21.39" W | (bmh-T)         | 25.9        | 5900       | <i>Phytelephas seemanii</i>   |
| 7. Bahía<br>Málaga      | 44                | 03° 58' 42.81" N -<br>77° 19' 40.98" W | (bmh-T)         | 25.7        | 6918       | <i>Attalea cuatrecasana</i><br><i>Geonoma interrupta</i><br><i>Geonoma calyptrogynoides</i><br><i>Hyospathe elegans</i><br><i>Wettinia aequalis</i> |
| 8. Reserva,<br>Yotoco   | 1575              | 03° 53' 01.49" N -<br>76° 25' 57.36" W | (bh-MB)         | 20          | 1500       | <i>Prestoea ensiformis</i>  |
| 9. Túmaco               | 70                | 01° 26' 59.07" N -<br>78° 36' 22.79" W | (bmh-T)         | 24          | 3500       | <i>Phytelephas tenuicaulis</i><br><i>Prestoea schultzeana</i><br><i>Synechanthus warscewiczianus</i>  |

## 2.1.1 Descripción de las localidades de procedencia de las inflorescencias y los estafilínidos

A continuación se describen las localidades de muestreo, indicando ubicación geográfica, características de sus paisajes y una breve referencia de los suelos.

**Estación ambiental el Amargal, Nuqui:** la estación ambiental se encuentra ubicada en el municipio de Nuqui, departamento del Chocó. Esta localidad se encuentra inmersa en selvas húmedas o muy húmedas, siendo la precipitación elevada (Cabrera 2005).

**Estación ambiental Tutunendo y Camino hacia Tutunendo, Quibdó:** Las dos localidades están ubicadas en el corregimiento de Tutunendo, municipio de Quibdó. Presentan una topografía quebrada y con numerosos cursos de agua; los suelos son ácidos y de fertilidad moderada. El área está cubierta de bosque en diferentes estados de intervención; en las áreas mejor conservadas presenta un dosel de 20-25 m de altura, con especies arbóreas como chanó (*Humirastrum procerum*), trúntrago (*Vitex cooperi*), carrá (*Huberodendron patinoi*), y algarrobo (*Hymenaea* sp.) (Ramírez-Moreno & Galeano 2011).

**Río quito:** Ubicado al sur occidente del territorio, con una extensión de 350 ha. Comprende suelos que se encuentran dentro de los diques naturales, en un relieve plano a ligeramente plano, con pendientes menores de 3 % sujetos a inundaciones frecuentes regulares, con nivel freático alto en la mayor parte del año, estos suelos están limitados por el exceso de humedad en el suelo (Patrocino 2001) .

**Corregimiento Pacurita, Quibdó:** Se encuentra ubicado a unos 15 kms al sur oriente de Quibdó. Sus suelos presentan estabilidad deficiente, estos suelos se componen de limos inorgánicos, suelos limosos o arenosos. El área presenta bosques en diferentes estados de intervención, con especies como chanó (*Humiriastrum procerum*), y especies en vía de extinción como el cedro (*Cedrela odorata*) y el abarco (*Cariniana pyriformis*) (Patrocinio 2001).

**Parque Nacional Natural de Utría, Río San Pichi Nuquí:** Limita por el norte con el municipio de Bahía Solano, por el oriente con el Alto Baudó, por el sur con Nuquí y por el occidente con el océano pacífico. Presenta selva muy húmeda, su diversidad y endemismos son de los más altos del mundo. Se destacan árboles como abarco (*Cariniana pyriformis*), aceite miaria (*Calophyllum mariae*) y palmas como mil pesos (*Oenocarpus bataua*) y naidí (*Euterpe oleracea*). El parque presenta suelos escarpados o quebrados con superficies pobres y estrechos en materia orgánica, susceptibles a la erosión (Cabrera 2005).

**Bahía Málaga:** Ubicada al norte de la bahía de Buenaventura, en la costa pacífica del departamento del Valle del Cauca. La Bahía Málaga, es importante debido a su diversidad de flora y fauna, que posee en sus bosques y ambientes marinos costeros. Se caracteriza por ser una costa terciaria de acantilados con sustratos duros y condiciones estuarinas con sustratos blandos. Sus bosques se caracterizan por ser de mangle, predominando especies como el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Languncularia racemosa*), mangle negro (*Avicennia germinans*) y mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*) (Álvarez et al. 2012).

**Reserva de Yotoco:** Se caracteriza por presentar vegetación de selva subandina (Cuatrecasas 1958), situada en el municipio de Yotoco, departamento del Valle del Cauca (Escobar 2001), con una extensión de 500 ha comprendido en dos relictos boscosos uno de 42 ha y el otro de 455 ha. (Pérez et al. 2009).

**Tumaco:** Esta localidad es casi paralela a la línea de la costa. Las tierras, la mayor parte presentan geo forma de colinas de tipo bajo, con vegetación boscosa, agricultura tradicional como cacao, plátano y otros cultivos como palma africana y ganadería (Pot 2008).

## 2.1.2 Descripción de las especies de palmas silvestres en las que se encontraron estafilínidos

De las 27 especies de palmas muestreadas, sólo en 18 se encontraron Estafilínidos, las siguientes son algunas características de cada una de ellas.

### ***Attalea allenii*** H.E. Moore

Se distribuye desde Panamá a Colombia. En Colombia se encuentra en tierras bajas del Pacífico, desde los alrededores de Buenaventura hasta el norte del Chocó, y a través de Urabá hasta el Bajo Cauca en Antioquia, Córdoba y Bolívar, entre 0 y 100 m de elevación. Crece en zonas muy húmedas, sobre suelos de tierra firme. Su estructura es acaule debido a que su tallo es subterráneo o rara vez alcanza 1 m de altura (Galeano & Bernal 2010).

### ***Attalea cuatrecasana*** (Dugand) A.J. Hend. *et al.*

Especie solo conocida en Colombia, sin embargo quizás alcanza el extremo norte de Ecuador. Se distribuye en tierras bajas del Pacífico, desde el Río Baudó (Chocó) hasta Nariño (alrededores de La Guayacana), se registra entre 0-100 m; común en sitios de tierra firme, en bosques dominado por *Mora oleifera*. Con estructura acaule (tallo subterráneo) (Galeano & Bernal 2010).

### ***Astrocaryum standleyanum*** L.H. Bailey

Especie con altura de hasta 12 m siendo de estructura solitaria. Se distribuye desde el sureste de Costa Rica hasta el Noroeste de Ecuador. En Colombia, se distribuye en tierras bajas del Pacífico, desde el norte del Chocó hasta el sur de Nariño, y Alto Sinú, en bosques húmedos de tierra firme por debajo de 200 m de elevación (Galeano & Bernal 2010).

### ***Bactris coloradonis*** L.H. Bailey

Estructura cespitosa hasta con 15 tallos o mas, raramente solitaria. Se distribuye desde Costa Rica hasta Ecuador; en Colombia se encuentran en tierras bajas del Pacífico,

desde Antioquia y Córdoba a Nariño y Magdalena medio (Antioquia, Santander). En bosques húmedos hasta 1000 m de elevación (Galeano & Bernal 2010).

***Bactris gasipaes*** Kunth

Especie de estructura solitaria o cespitosa, hasta con 15 tallos espinosos, 4-15 m de alto. Ampliamente distribuida en las tierras bajas y húmedas de América tropical, desde Costa Rica hasta Brasil y Bolivia. En Colombia, en las tierras bajas y las laderas andinas hasta 1500 m de elevación. (Galeano & Bernal 2010).

***Manicaria saccifera*** Gaertn.

Especie con tallos solitarios o cespitosos, 0.5-10 m de alto. Se distribuye a lo largo de la Costa del Pacífico, el bajo y medio Atrato. Abundante también en localidades dispersas sobre suelos arenosos de la formación Guayana (Amazonas, Caquetá, Guainía, Vaupés). Se forman grandes poblaciones en el sotobosque de las zonas bajas e inundadas cercanas al mar, más a menudo cerca de los estuarios. También forma parte del guandal (bosque dominado por sajo (*Camposperma panamensis*), cuángare (*Dialyanthera gracilipes*) y la palma naidí (*Euterpe oleracea*)) (Galeano & Bernal 2010).

***Oenacarpus bataua*** Mart.

Presenta tallo solitario de 20-30 m de alto. Se distribuye desde Panamá hasta el norte de Suramérica, desde Brasil y Perú hasta Colombia. En Colombia se distribuye ampliamente en todas las zonas de bosque húmedo de tierras bajas en la Amazonia, los bosques de galería de los Llanos Orientales, el Catatumbo, el Magdalena Medio (Antioquia, Boyacá, Santander), el Bajo Cauca, el Alto Sinú y el Pacífico, desde Urabá hasta Nariño. Se registra principalmente por debajo de los 1000 m, crece en suelos de tierra firme como en terrenos inundables, en algunos sitios del Pacífico llega a ser la planta arbórea dominante (Galeano & Bernal 2010).

***Oenocarpus minor*** Mart.

Su estructura es cespitosa, con 3-10 tallos y de 2-17 m de alto. Se distribuye en Costa Rica, Colombia, Venezuela, Perú, Ecuador y Brasil. En Colombia se encuentra en zonas

de bosque húmedo de tierra baja en la Amazonia, los bosques de galería en la parte occidental de los Llanos Orientales, el Catatumbo, el Magdalena medio (Antioquia, Boyacá, Caldas, Santander, Tolima), el Bajo Cauca, el Alto Sinú y el Pacífico, desde Urabá hasta Nariño; no se encuentra en la mayor parte de Vichada y Guainía ni en el extremo oriental de Vaupés. Crece en tierra firme o en zonas inundables, 0-1000 m (Galeano & Bernal 2010).

***Phytelephas seemannii*** O.F. Cook

Especie con tallo solitario, subterráneo o postrado sobre el suelo y parcialmente erguido, 1- 4 m de alto. Se distribuye en tierras bajas del Pacífico, principalmente cerca de la costa, desde Urabá y el Darién hasta los alrededores de López de Micay (Cauca); Alto Sinú, Magdalena Medio (Antioquia, Boyacá, Cesar, Norte de Santander, Santander y Cundinamarca, cerca de Yacopí) y Alto Magdalena (Huila, Tolima), hasta el sur de Guadalupe, en los límites con Caquetá, y los alrededores de San Agustín. Se registra por debajo de los 300 m, sin embargo en el Alto Magdalena en Huila alcanza a encontrarse a un poco mas de 1700 m de altura. También se registra sobre terrazas temporalmente inundables en las orillas de los ríos, donde llega a formar palmares densos (Galeano & Bernal 2010).

***Phytelephas tenuicaulis*** (Barfod) A.J. Hend

Especie cespitosa, con 2-8 tallos, raramente solitaria; tallo 1.5-7 m de alto. Occidente de la Amazonia en el piedemonte de Putumayo, y zonas aledañas en el noroeste de la Amazonia en Ecuador y Perú. Se encuentra en zonas bajas, sobre planicies inundables o en tierra firme. También forma grandes grupos sobre terrazas temporalmente inundables (Galeano & Bernal 2010).

***Prestoea decurrens*** (H. Wendl. ex Burret) H.E. Moore

Su estructura es cespitosa, con 2-7 tallos, o raras veces solitaria; tallo erguido o a veces inclinado o procumbente, 1.4-7 m de alto. Se distribuye desde Nicaragua hasta la Costa Pacífica de Ecuador. En Colombia se registra en tierras bajas del Pacífico y vertientes aledañas de los Andes, desde Antioquia, Chocó hasta Nariño, y Alto Sinú, en Córdoba; Isla Gorgona y una población aislada en el bosque de Yotoco, Valle del Cauca, en la

cuenca del Río Cauca; se encuentra en bosques húmedos a muy húmedos, en altura entre 0-1500 m (Galeano & Bernal 2010).

***Prestoea ensiformes*** (Ruiz & Pav.) H.E. Moore

Presenta estructura cespitosa o solitaria; tallo 2.5-9 m de alto. Se distribuye desde Costa Rica hasta el Pacífico de Ecuador. En Colombia se encuentra en la vertiente oeste de la Cordillera Occidental, desde Antioquia a Nariño, y una localidad aislada en la vertiente oriental de la Cordillera Oriental en Santa María, Boyacá. Crece en bosques lluviosos, a menudo nublados, entre 450 y 1750 m, de altitud (Galeano & Bernal 2010).

***Prestoea schultzeana*** (Burret) H.E. Moore

Su estructura es cespitosa o raramente solitaria, con un tallo desarrollado y varios brotes basales, pero a veces hasta con 10 tallos; tallo erguido o inclinado, 0.2-5 m de alto. Se distribuye en Colombia a Perú. En Colombia se registra en el piedemonte amazónico y sur de la Amazonia en Putumayo y Amazonas, extendiéndose por el oriente hasta el Río Amacayacu, al oeste de Leticia. Crece en tierras planas inundables, cerca de los ríos, a 100- 400 m (Galeano & Bernal 2010).

***Socratea exorrhiza*** (Mart.) H. Wendl.

Especie con estructura de tallo solitario, hasta 20 m de alto. Se distribuye desde Nicaragua hasta Bolivia, Venezuela, las Guayanas y Brasil. Crece en las zonas de bosque húmedo de tierras bajas del país: la Amazonia, los bosques de galería de los Llanos Orientales, el Catatumbo, el Magdalena Medio en Antioquia, Boyacá y Santander, el Alto Sinú y las tierras bajas del Pacífico, desde Urabá hasta Nariño; desde el nivel del mar hasta 1150 m de altitud (Galeano & Bernal 2010).

***Welfia regia*** H. Wendl. ex André

Especie con tallo solitario, de 7-25 m de alto. Se distribuye desde Nicaragua y Honduras hasta Ecuador. En Colombia se encuentran en las tierras bajas del Pacífico, desde el Norte de Chocó y Antioquia hasta Nariño; el extremo norte y noreste de la Cordillera Central en Antioquia, alcanzando por el sur hasta los alrededores de Aquitania; y las estribaciones de la Cordillera Oriental en la Serranía de Las Quinchas, en Boyacá y

Santander. Crece entre 0 y 1200 m. En algunas regiones, como en la Costa Pacífica del Chocó, se encuentran poblaciones densas, de numerosos individuos, que constituyen uno de los componentes más importantes de la flora local (Galeano & Bernal 2010).

***Wettinia aequalis*** (O.F. Cook & Doyle) R. Bernal

Especie con estructura de tallo solitario, de 4-10 m de alto. Se distribuye desde el centro de Panamá hasta el centro de Ecuador. En Colombia crece en bosques húmedos a pluviales en las tierras bajas del Pacífico desde los alrededores de Bahía Solano, Chocó y Murri, Antioquia, hasta Nariño, entre 0 y 800 m de altitud (Galeano & Bernal 2010).

***Wettinia quinaria*** (O.F. Cook & Doyle) Burret

Especie con estructura de tallo solitario, de 7-20 m de alto. Se distribuye desde el occidente de Panamá hasta el centro de Ecuador. Crece en bosques húmedos a pluviales de las tierras bajas del Pacífico, desde los alrededores de Cupica, Chocó, hasta Nariño, y en los alrededores de Capurganá, desde el nivel del mar hasta 1100 m de altitud (Galeano & Bernal 2010).

***Wettinia radiata*** (O.F. Cook & Doyle) R. Bernal

Especie con estructura de tallo solitario, de 3-9 m de alto. Se distribuye desde el centro de Panamá hasta Ecuador. En Colombia crece en bosques húmedos a pluviales en las tierras bajas al oeste de los Andes, desde Urabá y el norte de Chocó hasta el Río Naya, en Cauca, desde el nivel del mar hasta 1000 m de altitud (Galeano & Bernal 2010).

### **2.1.3 Trabajo de campo**

- ***Fase de campo***

El trabajo de campo tuvo dos enfoques. El primero fue un muestreo intensivo, entre el 2009 y 2013 de manera continua donde se realizó un seguimiento de todos los visitantes florales incluidas las especies de estafilínidos; este enfoque de muestreo permite hacerle seguimiento a toda la biología de las diferentes especies de palmas del Pacífico colombiano que fueron muestreadas por el grupo de investigaciones de palmas neotropicales de la Universidad Nacional de Colombia. El segundo enfoque fue un

muestreo extensivo o general, con el cual, el presente trabajo se soporta respecto a sus unidades de muestreos; por lo tanto, de manera rápida y con salidas de 1 a 5 días se visitaron 9 localidades en el Pacífico colombiano (Figura 2-1), y dependiendo de palmas con inflorescencias activas se colectaron todos los visitantes y se realizaron observaciones de insectos en las inflorescencias con el fin de establecer el patrón de asociación entre estafilínidos y todas las inflorescencias de las 27 especies de palmas de manera general.

- ***Colecta de visitantes florales***

El presente trabajo fue realizado con material previamente colectado y su metodología de colecta fue la siguiente: Se usaron bolsas plásticas de 80 por 100 cm, con las cuales se cubrieron completamente las inflorescencias de cada especie de palma muestreada, estas fueron fuertemente sacudidas y el material colectado se almacenó en frascos de vidrio con alcohol al 70 %.

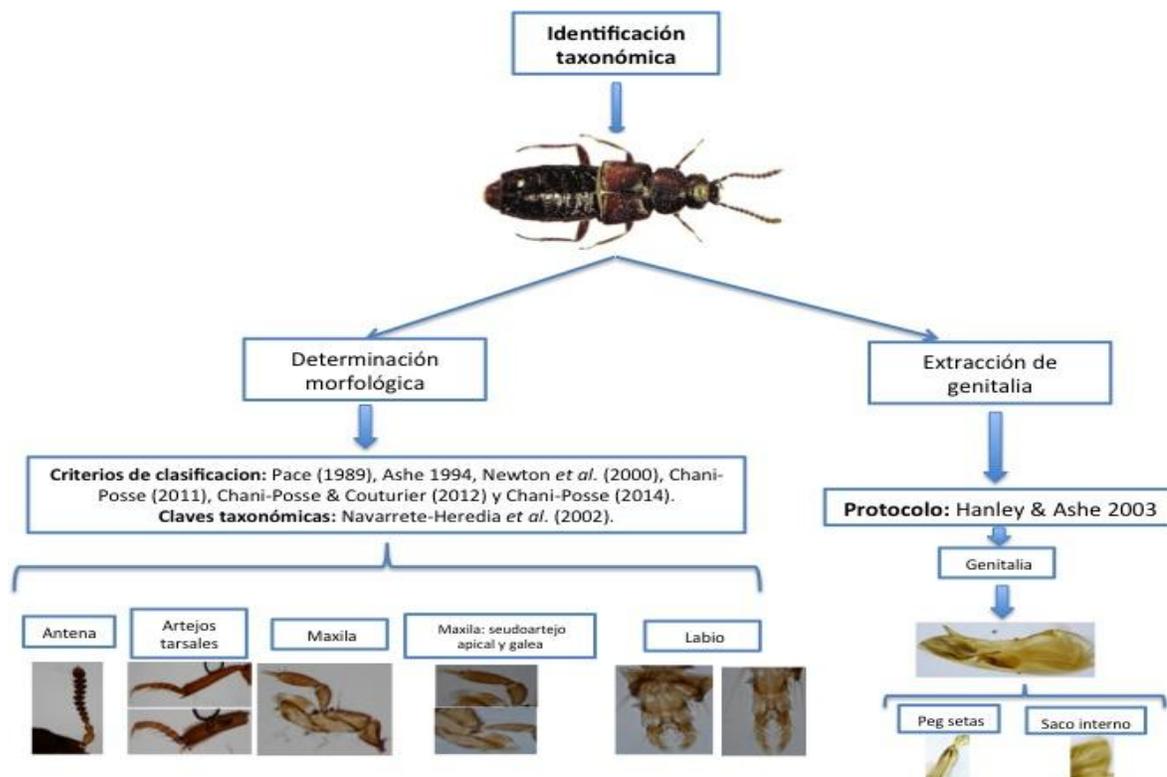
## **2.1.4 Trabajo de laboratorio**

Los especímenes capturados, se separaron por morfo especie y se determinaron sus respectivas abundancias.

- ***Identificación***

La identificación del material biológico se hizo con base en criterios de clasificación usados para Staphylinidae por Pace (1989); Ashe (1994); Newton *et al.* (2000); Chani-Posse (2011); Chani-Posse & Couturier (2012); Chani-Posse (2014) y principalmente, se usaron las claves taxonómicas de Navarrete-Heredia *et al.* (2002). También se visitó las colecciones de Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia y del museo entomológico de la Universidad Industrial de Santander (UIS). Las muestras de este trabajo se compararon con las colecciones y se recibió la asesoría de un especialista de la Universidad Industrial de Santander (UIS), en la identificación taxonómica de familia la Staphylinidae. Cuando las identificaciones con las características morfológicas externas no fueron suficientes, se extrajeron las genitales para compararlas con el fin de establecer si eran machos y hembras de la misma morfoespecie o de diferentes morfoespecies (Figura 2-2).

Figura 2-2: Identificación taxonómica con caracteres morfológicos y extracción de genitalias.



Las extracciones de las genitalias, se hicieron siguiendo el protocolo de Hanley & Ashe (2003).

- **Caracteres diagnósticos determinantes**

La identificación de subfamilias, tribus, subtribus, géneros y especies se realizó de acuerdo a los siguientes caracteres diagnósticos:

### Subfamilia Aleocharinae

Antenas usualmente insertadas en el vértice entre los ojos; fisuras procoxales abiertas; metacoxas expandidas lateralmente debajo del fémur; abdomen con seis esternitos visibles; cuerpo de forma variada; fórmula tarsal; tibias raramente espinosas.

### Tribus

#### Athetini

Palpo maxilar (4 artejos); palpo labial, en la mayoría con tres artejos; cabeza sin un cuello

prominente; fórmula tarsal 4-5-5.

### **Falagrini**

Cabeza con un cuello bien definido de menos de la mitad del ancho de la cabeza; pronoto con un surco longitudinal superficial o muy marcado; pronoto estrecho basalmente; fórmula tarsal 4-5-5.

**Falagria:** margen apical del terguito VIII con un peine arqueado de pequeños dentículos; escutelo con características diferentes; puntuación elictal nunca más densa cerca del escutelo; mesoternum sobre el mismo nivel que el metasternum; proceso mesosternal más largo, extendiéndose casi hasta la mitad de las cavidades mesocoxales; escutelo bicarinado.

### **Hoplandriini**

Fórmula tarsal 4-5-5, último artejo del palpo maxilar y el labial con un pseudoartejo apical.

**Hoplandria:** mesocoxas ampliamente separadas por los procesos anchos del mesoternum y metasternum; mesoternum y proceso mesosternal sin una crina media; proceso metasterna tan largo o más largo que el proceso mesosternal.

### **Oxypodini**

Cabeza sin cuello conspicuo; mesocoxas separadas ligeramente; proceso intercoxal delgado; terguito abdominal IX ligeramente subdividido en su base.

**Phloeopora:** hipomeron claramente visible lateralmente; terguitos abdominales III y VI (cuatro en total) impresos en su base; mesosternum sin una carina sin una carina longitudinal media; cuerpo moderada a fuertemente aplanada, más o menos con los lados paralelos; longitud menor a 3 mm.

### **Placusini**

Labrum redondeado en su parte media; lígula del labio corta, ancha redondeada apicalmente; prementum con dos sedas discales, bases separadas ampliamente. palpo labial corto, con dos artejos; fórmula tarsal 4-5-5; mesocoxas separadamente.

***Placusa***: cabeza transversa, sin cuello evidente; ángulos anteriores del pronoto bien definidos, lados del pronoto ampliamente redondeados, ángulos posteriores indistintos, base igualmente curvada o arqueada; terguito abdominal VII no mas largo que el VI.

### **Subfamilia Paederinae**

Hipomeron pronotal con un proceso poscotxal grande mas o menos anguloso, de apariencia similar al hipomeron; superficie de las membranas intersegmentarias del abdomen de pared de ladrillos de escleritos rectangulares pequeños.

#### **Tribus**

##### **Paederini**

Metacoxa estrecha, triangular; cara posterior vertical, y borde anterior convexo fuertemente.

***Lithocharis***: cabeza y pronoto con punteado o escultura muy densa y fina, sin punteado umbilicado evidente.

***Rugilus***: cabeza y pronoto punteado umbilicado tosco o punteado profundo alargado, superficie sin esculpido denso.

### **Subfamilia Staphylininae**

Antenas insertadas a lo largo o muy cercanas al margen anterior de la cabeza; cabeza con un cuello conspicuo; hipomeron pronotal usualmente estrecho y sin un proceso postcoxal largo y bien esclerosado; procoxas largas, proyectadas; formula tarsal 5-5-5; élitros sin quilla epipleural; abdomen son seis esternitos abdominales visibles (III-VII).

#### **Tribus**

##### **Staphylinini**

Presenta la base de las antenas bien separadas, localizadas mas cerca de los ojos o en el margen de la cabeza; cuello por lo general conspicuo de mas de 1/3 de anchura de la cabeza; ultimo artejo del palpo maxilar al menos de 1/3 del largo que el penúltimo; formula tarsal 5-5-5.

### **Subtribu Philonthina**

Cabeza sin carina subocular; hipomeron pronotal inflexo de diferentes maneras, mas o menos visibles hasta oculto en vista lateral; línea marginal superior del hipomeron deflexo detrás del ángulo, anterior del pronoto, en consecuencia es visible en vista dorsal con frecuencia uniéndose a la línea inferior; hipomeron fusionado al prosternon en un ángulo muy aplanado; formula tarsal 5-5-5.

**Philonthus:** artejo apical del palpo maxilar mas o menos fusiforme, por lo general mas de 1.3 X veces tan largo y casi tan ancho como el penúltimo; artejo apical del palpo labial al menos 1.5 X mas largo y nunca evidentemente mas estrecho que el penúltimo artejo.

### **Subfamilia Tachyporinae**

Cuerpo muy ancho, limuloide; cabeza bruscamente deflexa (curvada hacia la parte inferior) entre las márgenes dorsales de los ojos, frente viendo hacia la parte ventral; abdomen mas o menos cónico; tibias espinosas externamente; epipleura elitral fuertemente inflexa (curvada hacia adentro) hacia la parte ventral del élitro.

### **Tribus**

#### **Tachyporini**

Cabeza sin carina subocular; cabeza visible en vista dorsal; élitros sin una estría sutural conspicua.

**Coproporus:** élitro unicolor o bicolor con la porción apical mas clara.

### **Subfamilia Omalinae**

Cabeza con un par de ocelos entre los márgenes posteriores de los ojos (difíciles de observar en individuos con cabeza café-amarillenta).

#### ▪ **Relajación y aclaración de las genitalias**

Los especímenes se relajaron en un baño de agua hirviendo, para ello, se colocaron en un vial tipo capsula de 0.9 ml con alcohol etílico al 70%, hasta que el alcohol se evaporó, este procedimiento se repitió dos o tres veces. Una vez que los insectos se ablandaron,

con ayuda de un alfiler entomológico de punta fina, se extrajeron las genitalias. Las genitalias, se sumergieron en una caja de petri con hidróxido de potasio frío al 10%, durante 15 minutos. Después de la aclaración, las genitalias se sumergieron en ácido acético entre 2 y 5 minutos, posteriormente se lavaron con agua destilada. Finalmente, las genitalias fueron almacenadas en viales capsula de 0.9 ml con dos gotas de alcohol etílico y una de glicerina (Hanley & Ashe 2003). La relajación, extracción y aclaración de la genitalia, se realizó a 20 individuos, pertenecientes a 7 morfoespecies de la tribu Athetini (Aleocharinae).

### **2.1.5 Análisis de datos**

#### **▪ Estimación de la riqueza y diversidad de morfoespecies de estafilínidos en inflorescencias de palmas silvestres**

Para la estimación de la riqueza de morfoespecies, se usaron los estimadores no paramétricos de riqueza, estos permiten trabajar con datos de presencia - ausencia (Moreno 2001, Villareal *et al.* 2006). El uso de estos índices permite estimar el número de especies que faltan por registrar. Los estimadores no paramétricos de riqueza se basan en las especies raras (Colwell & Coddington 1994). El estimador ICE se basa en el número de especies raras, aquellas observadas en menos de 10 unidades de muestreo (inflorescencias), en cambio Chao 2 estima las especies observadas exactamente en una y dos unidades de muestreo; mientras que Jackknife 2 también estima a las especies presentes en dos unidades de muestreo (Colwell & Coddington 1994).

#### **▪ Especificidad de las morfoespecies de Staphylinidae con las inflorescencias de palmas silvestres**

#### ***Similitud de morfoespecies de estafilínidos asociados a las inflorescencias de cada especie de palma***

La especificidad de las morfoespecies de Staphylinidae con las especies de palmas, se determinó con el índice de similitud de Jaccard y se elaboró un dendrograma de similitud con el programa PAST.exe (Hammer *et al.* 2001).

### **Red de interacciones**

Para el análisis de la red, se elaboró una matriz de especies de palmas versus morfoespecies de Staphylinidae (P x E), la representación matricial se hizo con base en los vectores filas que representan a las morfoespecies de Staphylinidae (insectos visitantes); los vectores columna representan las especies de palmas (con sus inflorescencias). De esta forma, los elementos de la matriz indican la presencia-ausencia de interacción en la red. En un segundo paso, se midió la conectividad de la red, siendo definida como la proporción de líneas por especie en cada uno de los conjuntos (estafilínidos o palmas), dividido por el número de especies en el conjunto (Ramírez-Hernández 2009). La conectividad de la red, es definida como la proporción de líneas realizadas del total de cada una de las redes:

$$C = \frac{I}{P \times A}$$

Donde, I es el número total de interacciones registradas para la red, P es la riqueza de especies de palmas y A es la riqueza de morfoespecies de Staphylinidae. Cuando los valores de conectancia son altos, reflejan un sistema de polinización generalista y cuando son bajos, reflejan una mayor proporción de interacciones especialistas (Barrios *et al.* 2010).

En un tercer paso se utilizó las medidas a nivel de especies, este análisis nos permitió obtener el número promedio de interacciones entre especies de animales (morfoespecies de Staphylinidae) y el número promedio de interacciones entre especies de plantas (inflorescencias de palmas).

Siendo el número promedio de interacciones entre morfoespecies de animales ( $L_m$ , nivel de enlace) (Olesen & Jordano 2002):

$$L_m = I/A$$

y el número promedio de interacciones entre especies de palmas:

$$L_n = I/P$$

El análisis estadístico, la representación gráfica, la conectividad y la medidas a nivel de especies de la red se realizaron con el software R versión 3.0.1 (R.D.C.T 2008).

### ***Grupos funcionales y categorías (polípagos y monófagos)***

Los papeles o grupos funcionales como polinivoros, saprófagos, depredadores y fungivoros se determinaron en las morfoespecies de estafilínidos asociados a las inflorescencias de las especies de palmas a través de la observación que se hizo en campo en el momento de la colecta de los visitantes florales. Los diferentes papeles o grupos funcionales, se clasificaron en dos categorías: Polípagos: son aquellos que aprovechan recursos ofrecidos por las inflorescencias de diferentes palmas y monófagos, aquellos insectos que aprovechan recursos de inflorescencias de una sola especie de palma.

### ***Análisis de similitud (ANOSIM)***

También se hizo un análisis de similitud el cual permitió establecer las diferencias en la composición de especies entre unidades de muestreo (especies de palmas). Se usó el procedimiento ANOSIM (Análisis de Similitudes). ANOSIM es un procedimiento de permutación no paramétrico que produce un estadístico R, que es una medida absoluta de distancia entre los grupos. Valores positivos y grandes (hasta 1) de R, indican baja similitud entre los grupos; mientras que valores bajos (hasta 0) indican alta similitud entre grupos.

## 3. Resultados

### 3.1 Composición de morfoespecies de Staphylinidae

Se registraron 48 morfo especies, pertenecientes a cinco subfamilias y ocho tribus. Sólo *Coproporus pulchellus* y *C. aff. ventriculus* se identificaron hasta especie, 13 a nivel de género, 2 a subtribu, 28 a tribu y 3 a nivel de subfamilia (Tabla 3-1, Anexo A, Anexo D). La subfamilia Aleocharinae se destaca por presentar 23 morfoespecies (48 % del total recolectadas) distribuidas en cinco tribus destacándose la tribu Athetini con 19 y las restantes cuatro tribus con una morfoespecie cada una, seguido de las subfamilias Paederinae y Staphylininae con 10 (21 %) y 8 (17 %) morfoespecies respectivamente (Tabla 3-1).

Tabla 3-1. Composición por taxa de las morfoespecies de Staphylinidae presentes en las inflorescencias de las especies de palmas silvestres, en las nueve localidades, con sus respectivas abundancias y porcentajes. Localidades: 1. Estación ambiental el Amargal, Nuquí, Chocó; 2. Estación ambiental Tutunendo, Chocó; 3. Camino hacia Tutunendo, Chocó; 4. Corregimiento Pacurita, Quibdó, Chocó; 5. Corregimiento Río quito, Quibdó, Chocó; 6. Parque Nacional de Utría, Río San Pichi Nuquí, Chocó; 7. Bahía Málaga, Valle del Cauca; 8. Reserva de Yotoco, Valle del Cauca; 9. Tumaco, Nariño. Palmas: (*Attcu*= *A. cuatrecasana*, *Attall*= *A. allenii*, *Asma*= *Asterogyne martiana*, *Asst* = *A. standleyanum*, *Bco*= *B. coloradonis*, *Bho*= *Bactris hondurensis*, *Bga*= *B. gasipaes*, *Cnu*= *Cocos nucifera*, *Eol*= *Euterpe oleracea*, *Epr*= *Euterpe precatoria*, *Gca*= *Geonoma calyptrogynoidea*, *Gin*= *Geonoma interrupta*, *Hel*= *Hyospathe elegans*, *Msa*= *M. saccifera*, *Oba*= *O. bataua*, *Omi*= *O. minor*, *Pte*= *P. tenuicaulis*, *Pse*= *P. seemannii*, *Pen*= *P. ensiformis*, *Pde*= *P. decurrens*, *Psc*= *P. schultzeana*, *Sex*= *S. exorrhiza*, *Swa*= *Synechanthus warscewiczianus*, *Wae*= *W. aequalis*, *Wra*= *W. radiata*, *Wre*= *W. regia*, *Wqu*= *W. quinaria*).

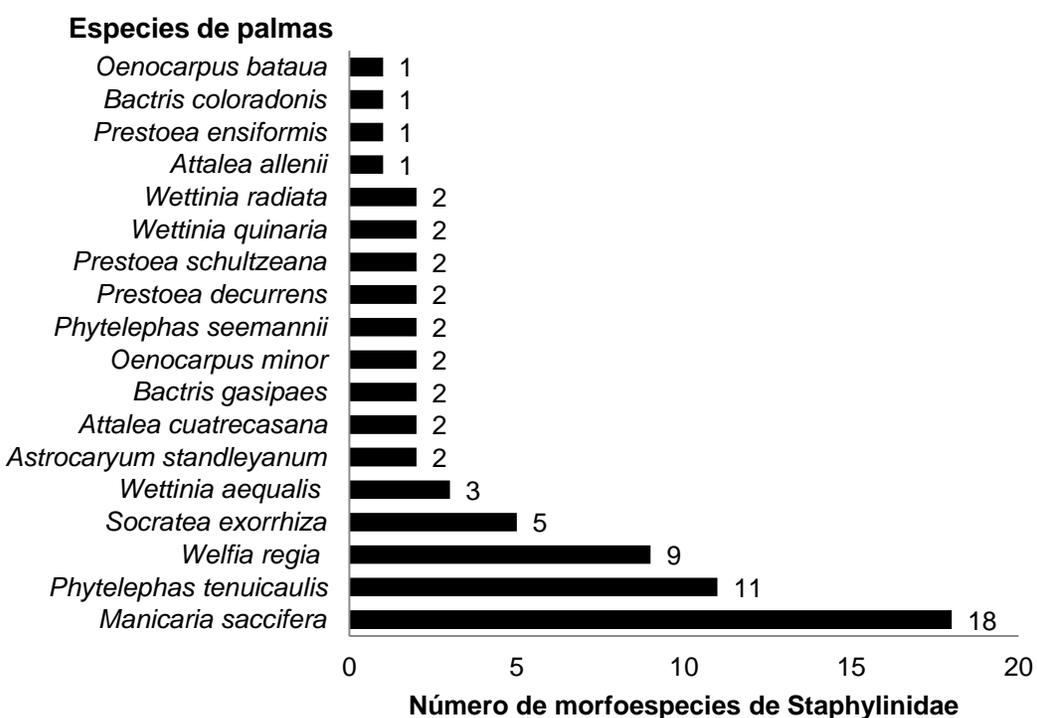
| Subfamilia             | Tribu / Genero           | Total de estafilínidos colectados | Localidades      |            |   |            |            |            |            |              |   | %               | Número total de morfoespecies de estafilínidos |    |    |
|------------------------|--------------------------|-----------------------------------|------------------|------------|---|------------|------------|------------|------------|--------------|---|-----------------|--|----|----|
|                        |                          |                                   | 1                | 2          | 3 | 4          | 5          | 6          | 7          | 8            | 9 |                 |  |    |    |
| ALEOCHARINAE           | ATHETINI                 |                                   |                  |            |   |            |            |            |            |              |   |                 |  | 48 | 23 |
|                        | Athetini sp.1            | 16068                             |                  |            |   |            |            |            |            |              |   | <i>Pte, Psc</i> |  |    |    |
|                        | Athetini sp.2            | 1090                              |                  |            |   |            |            |            |            |              |   | <i>Pte</i>      |  |    |    |
|                        | Athetini sp.3            | 58                                |                  |            |   |            |            |            |            |              |   | <i>Pte</i>      |  |    |    |
|                        | Athetini sp.4            | 625                               |                  |            |   |            |            |            |            |              |   | <i>Pte</i>      |  |    |    |
|                        | Athetini sp.5            | 429                               |                  |            |   |            |            |            |            |              |   | <i>Pte</i>      |  |    |    |
|                        | Athetini sp.6            | 6                                 |                  |            |   |            |            |            |            |              |   | <i>Pte</i>      |  |    |    |
|                        | Athetini sp.9            | 9                                 |                  |            |   |            |            |            |            |              |   | <i>Pte</i>      |  |    |    |
|                        | Athetini sp.10           | 1                                 |                  |            |   |            | <i>Msa</i> |            |            |              |   |                 |  |    |    |
|                        | Athetini sp.11           | 65                                | <i>Wre</i>       |            |   |            |            |            |            |              |   |                 |  |    |    |
|                        | Athetini sp.12           | 136                               |                  |            |   |            | <i>Msa</i> |            |            |              |   |                 |  |    |    |
|                        | Athetini sp.13           | 1                                 | <i>Attall</i>    |            |   |            |            |            |            |              |   |                 |  |    |    |
|                        | Athetini sp.14           | 1                                 |                  |            |   |            |            |            |            | <i>Attcu</i> |   |                 |  |    |    |
|                        | Athetini sp.16           | 1                                 |                  |            |   |            | <i>Bga</i> |            |            |              |   |                 |  |    |    |
|                        | Athetini sp.17           | 1                                 |                  | <i>Oba</i> |   |            |            |            |            |              |   |                 |  |    |    |
|                        | Athetini sp.18           | 1                                 | <i>Pde</i>       |            |   |            |            |            |            |              |   |                 |  |    |    |
|                        | Athetini sp.19           | 1                                 |                  |            |   |            |            |            |            |              |   | <i>Psc</i>      |  |    |    |
|                        | Athetini sp.20           | 1                                 |                  |            |   |            |            |            |            | <i>Wae</i>   |   |                 |  |    |    |
|                        | Athetini sp.21           | 1                                 |                  |            |   |            |            |            |            | <i>Wae</i>   |   |                 |  |    |    |
|                        | <i>Amazoncharis</i> sp.1 | 1048                              | <i>Wre, Asst</i> |            |   |            | <i>Sex</i> | <i>Msa</i> | <i>Pse</i> |              |   |                 |  |    |    |
|                        | FALAGRINI                |                                   |                  |            |   |            |            |            |            |              |   |                 |  |    |    |
| <i>Falagria</i> sp.1   | 6                        |                                   |                  |            |   | <i>Msa</i> |            |            |            |              |   |                 |  |    |    |
| HOPLANDRIINI           |                          |                                   |                  |            |   |            |            |            |            |              |   |                 |  |    |    |
| <i>Hoplandria</i> sp.1 | 1                        |                                   |                  |            |   | <i>Msa</i> |            |            |            |              |   |                 |  |    |    |
| OXYPODINI              |                          |                                   |                  |            |   |            |            |            |            |              |   |                 |  |    |    |
| <i>Phloeopora</i> sp.1 | 85                       |                                   |                  |            |   | <i>Msa</i> |            |            |            |              |   |                 |  |    |    |
| PLACUSINI              |                          |                                   |                  |            |   |            |            |            |            |              |   |                 |  |    |    |
| <i>Placusa</i> sp.1    | 1                        |                                   |                  |            |   | <i>Sex</i> |            |            |            |              |   |                 |  |    |    |
| PAEDERINAE             | PAEDERINI                |                                   |                  |            |   |            |            |            |            |              |   |                 | 21   | 10 |    |
|                        | Paederini sp.1           | 46                                |                  |            |   |            | <i>Msa</i> |            |            |              |   |                 |  |    |    |
|                        | Paederini sp.2           | 3                                 |                  |            |   |            | <i>Msa</i> |            |            |              |   |                 |  |    |    |
|                        | Paederini sp.3           | 2                                 |                  |            |   |            | <i>Msa</i> |            |            |              |   |                 |  |    |    |
|                        | Paederini sp.4           | 2                                 |                  |            |   |            | <i>Msa</i> |            |            |              |   |                 |  |    |    |
|                        | Paederini sp.5           | 1                                 |                  |            |   |            |            |            |            | <i>Attcu</i> |   |                 |  |    |    |

Tabla 3-1 (Continuación)

| Subfamilia                 | Tribu / Subtribu/ Genero | Total de estafilínidos colectados | Localidades |     |   |     |     |     |     |   |     | %          | Total de morfoespecies de estafilínidos |
|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------|-----|---|-----|-----|-----|-----|---|-----|------------|---|
|                            |                          |                                   | 1           | 2   | 3 | 4   | 5   | 6   | 7   | 8 | 9   |            |   |
| PAEDERINAE                 | PAEDERINI                |                                   |             |     |   |     |     |     |     |   |     | -          | -                                       |
|                            | Paederini sp.6           | 1                                 |             |     |   | Bga |     |     |     |   | Pte |            |   |
|                            | Paederini sp.7           | 1                                 |             | Bco |   |     |     |     |     |   |     |            |   |
|                            | Paederini sp.8           | 1                                 |             |     |   |     |     |     |     |   | Pte |            |   |
|                            | <i>Lithocharis</i> sp.1  | 121                               | Wre         |     |   |     | Msa |     |     |   |     |            |   |
| <i>Rugilus</i> sp.1        | 2                        | Wre, Asst                         |             |     |   |     |     |     |     |   |     |            |   |
| STAPHYLININAE              | STAPHYLININI             |                                   |             |     |   |     |     |     |     |   |     | 17         | 8                                       |
|                            | Philonthina sp.1         | 1                                 | Wre         |     |   |     |     |     |     |   |     |            |   |
|                            | Philonthina sp.2         | 7                                 | Wre         |     |   | Sex |     | Pse |     |   |     |            |   |
|                            | <i>Philonthus</i> sp.1   | 5                                 |             |     |   |     | Msa | Pse |     |   | Pte |            |   |
|                            | <i>Belonuchus</i> sp.3   | 86                                | Wre         |     |   | Sex | Msa |     |     |   |     |            |   |
|                            | <i>Belonuchus</i> sp.4   | 24                                |             |     |   |     | Msa |     |     |   |     |            |   |
|                            | <i>Belonuchus</i> sp.6   | 2                                 |             |     |   |     | Msa |     |     |   |     |            |   |
|                            | <i>Belonuchus</i> sp.5   | 194                               | Wra         | Omi |   |     | Msa |     |     |   |     |            |   |
| <i>Belonuchus</i> sp.10    | 1                        | Pde                               |             |     |   |     |     |     |     |   |     |            |   |
| TACHYPORINAE               | TACHIPORINI              |                                   |             |     |   |     |     |     |     |   |     | 8          | 4                                       |
|                            | Tachiporini sp.1         | 1                                 | Wqu         |     |   |     |     |     |     |   |     |            |   |
|                            | Tachiporini sp.2         | 1                                 |             |     |   |     |     |     | Wae |   |     |            |   |
|                            | <i>C. pulchellus</i>     | 1752                              | Wre         | Omi |   |     | Msa |     |     |   | Pte |            |   |
| <i>C. aff. Ventriculus</i> | 20                       |                                   |             |     |   |     |     |     | Pen |   |     |            |   |
| OMALINAE                   | Omalinae sp.2            | 3                                 |             |     |   |     | Msa |     |     |   |     | 6          | 3                                       |
|                            | Omalinae sp.3            | 1                                 | Wra         |     |   |     |     |     |     |   |     |            |   |
|                            | Omalinae sp.4            | 50                                |             |     |   | Sex |     |     |     |   |     |            |   |
| <b>TOTAL</b>               |                          | <b>21956</b>                      |             |     |   |     |     |     |     |   |     | <b>100</b> | <b>48</b>                               |

De las 27 especies de palmas muestreadas solo en 18 se registraron morfoespecies de Staphylinidae presentando mayor número *M. saccifera* con 18 (37.5 %) morfoespecies, *P. tenuicaulis* 11 (22.9 %) y *W. regia* con nueve (18.75) morfoespecies; y las que presentaron menor número de morfoespecies fueron *S. exorrhiza* con cinco (10.41 %), *W. aequalis* con tres (6.25 %), nueve especies de palmas con dos (4.16 %) morfoespecies cada una y cuatro especies de palmas con una (2.08 %) morfoespecie cada una (Figura 3-1).

Figura 3-1. Riqueza específica de Staphylinidae en las especies de palmas muestreadas.



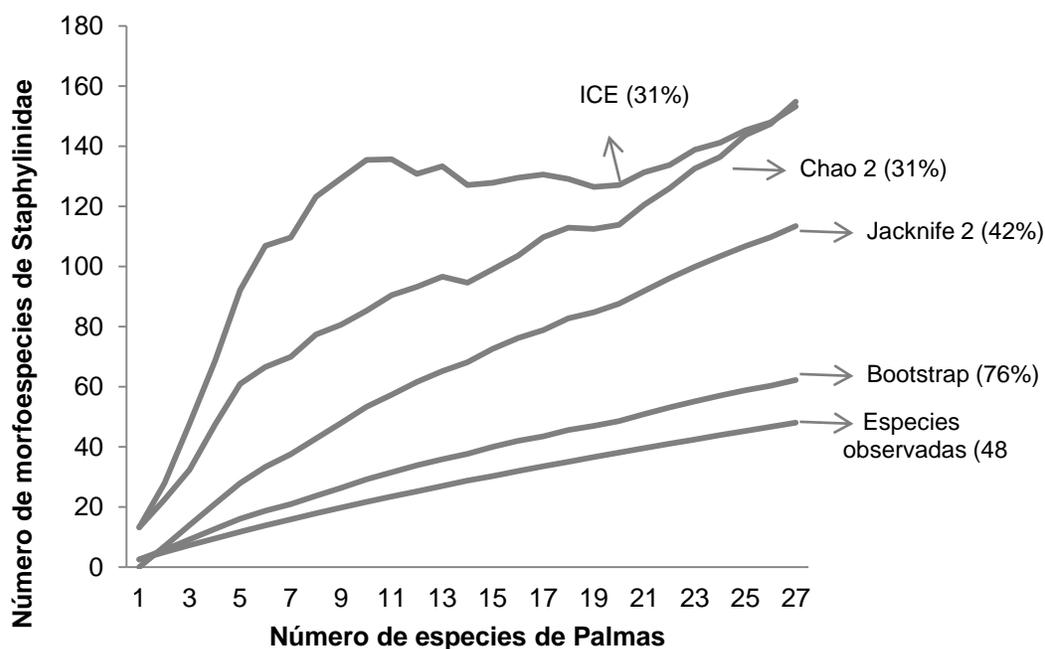
### 3.2 Riqueza de morfoespecies de Staphylinidae

La riqueza de estafilínidos en las inflorescencias de 18 especies de palmas fue de 48 morfoespecies, distribuidas en ocho de nueve localidades (Tabla 3-1, Anexo B), sin embargo, los valores de todos los estimadores no paramétricos fueron superiores a los valores observados (Tabla 3-2, Figura 3-2), por lo tanto, es probable que si se incrementa el esfuerzo de muestreo, se incremente también el número de morfoespecies de estafilínidos.

Tabla 3-2 Estimativos no paramétricos de Riqueza de morfoespecies de Staphylinidae.

| <i>Estimador</i> | <i>Morfoespecies observadas</i> | <i>Morfoespecies estimadas</i> | <i>% de estimación de morfoespecies</i> |
|------------------|---------------------------------|--------------------------------|---|
| Chao 2           | 48                              | 155                            | 31 %                                    |
| ICE              | 48                              | 153                            | 31 %                                    |
| Jackknife 2      | 48                              | 113                            | 42 %                                    |
| Bootstrap        | 48                              | 63                             | 76 %                                    |

Figura 3-2. Curva de acumulación de morfoespecies de Staphylinidae en el total de las especies de palmas muestreadas



### 3.3 Abundancia de morfoespecies de Staphylinidae

De las 48 morfoespecies, cuatro presentaron las mayores abundancias (Tabla 3-1), con una abundancia total de 19958 individuos para estas cuatro morfoespecies. Se destacaron *Athetini* sp.1 con 16068 individuos (A.R 0.80, % 80), *C. pulchellus* con 1752 individuos, *Athetini* sp.2 con 1090 y *Amazoncharis* sp.1 con 1048 individuos; Staphylininae, Paederinae y Omalinae fueron las subfamilias con las menores abundancias (Tabla 3-3).

Tabla 3-3. Morfo especies de Staphylinidae con las mayores abundancias. (A.A: Abundancia absoluta, AR: Abundancia relativa y %: porcentaje).

| MORFOESPECIES            | A.A   | A.R  | %   |
|--------------------------|-------|------|-----|
| Athetini sp.1            | 16068 | 0.80 | 80  |
| Athetini sp.2            | 1090  | 0.06 | 6   |
| <i>Amazoncharis</i> sp.1 | 1048  | 0.05 | 5   |
| <i>C. pulchellus</i>     | 1752  | 0.09 | 9   |
| <b>TOTAL</b>             | 19958 | 1    | 100 |

Respecto a la abundancia por localidades se destacan las localidades 9 (Tumaco, Nariño) donde se encontraron 18305 individuos correspondientes a 12 morfoespecies, 3462 individuos de 18 morfoespecies en la localidad 5 (Corregimiento Río Quito, Quibdó); siendo estas las mayores abundancias entre las nueve localidades muestreadas, en tanto que, en la localidad 3 no se registraron individuos (Tabla 3-1, 3-4).

Tabla 3-4. Riqueza y abundancia de estafilínidos en las nueve localidades. (E.A. = Estación Ambiental; PNN = Parque Nacional Natural).

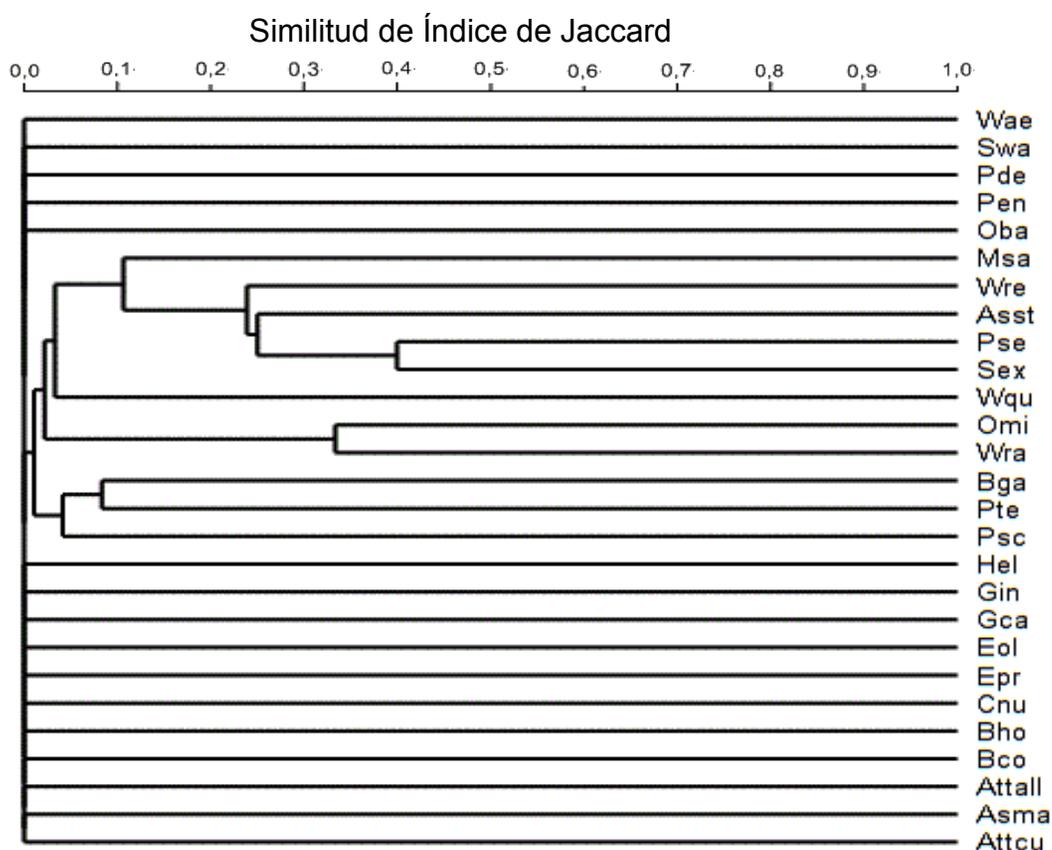
| Localidades                | Riqueza | Abundancia |
|----------------------------|---------|------------|
| 1. E. A. Amargal, Nuqui    | 16      | 160        |
| 2. E. A. Tutunendo, Quibdó | 4       | 4          |
| 3. Camino hacia Tutunendo  | -       | -          |
| 4. Pacurita, Quibdó        | 7       | 8          |
| 5. Río Quito, Quibdó       | 18      | 3462       |
| 6. PNN, Utría              | 2       | 2          |
| 7. Bahía Málaga            | 5       | 5          |
| 8. Reserva, Yotoco         | 1       | 20         |
| 9. Túmaco                  | 12      | 18305      |

El 98 % de las morfo especies de Staphylinidae se presentaron en las localidades ubicadas por debajo de los 500 m de altitud, encontrándose en una zona de vida de bosque muy húmedo tropical. *Coproporus* aff. *ventriculus* es la única especie que se encontró por encima de los 1000 m.s.n.m.; encontrándose en una zona de vida bosque pluvial tropical (Anexo B).

### **3.4 Similitud de morfoespecies de estafilínidos asociados a las inflorescencias de cada especie de palma**

En el dendrograma, se observa la formación de tres grupos de palmas que son visitadas por las morfoespecies de Staphylinidae; por lo tanto, en el grupo uno, se evidencia la mayor similitud de estafilínidos entre *P. seemannii* y *S. exorrhiza* con 0.4 (40 %) siendo baja debido a las interacciones dadas con la morfoespecie de Staphylinidae *Philonthina* sp.2, que también visita la palma *W. regia*; en segundo lugar las palmas *O. minor* y *W. radiata* con 0.34 (34 %) de similitud dada por la interacción con la morfoespecie de Staphylinidae *Belonuchus* sp.5 conformando el grupo dos del dendrograma; mientras el grupo tres presenta una similitud de 0.09 (0.09 %) siendo la más baja. (Figura 3-3).

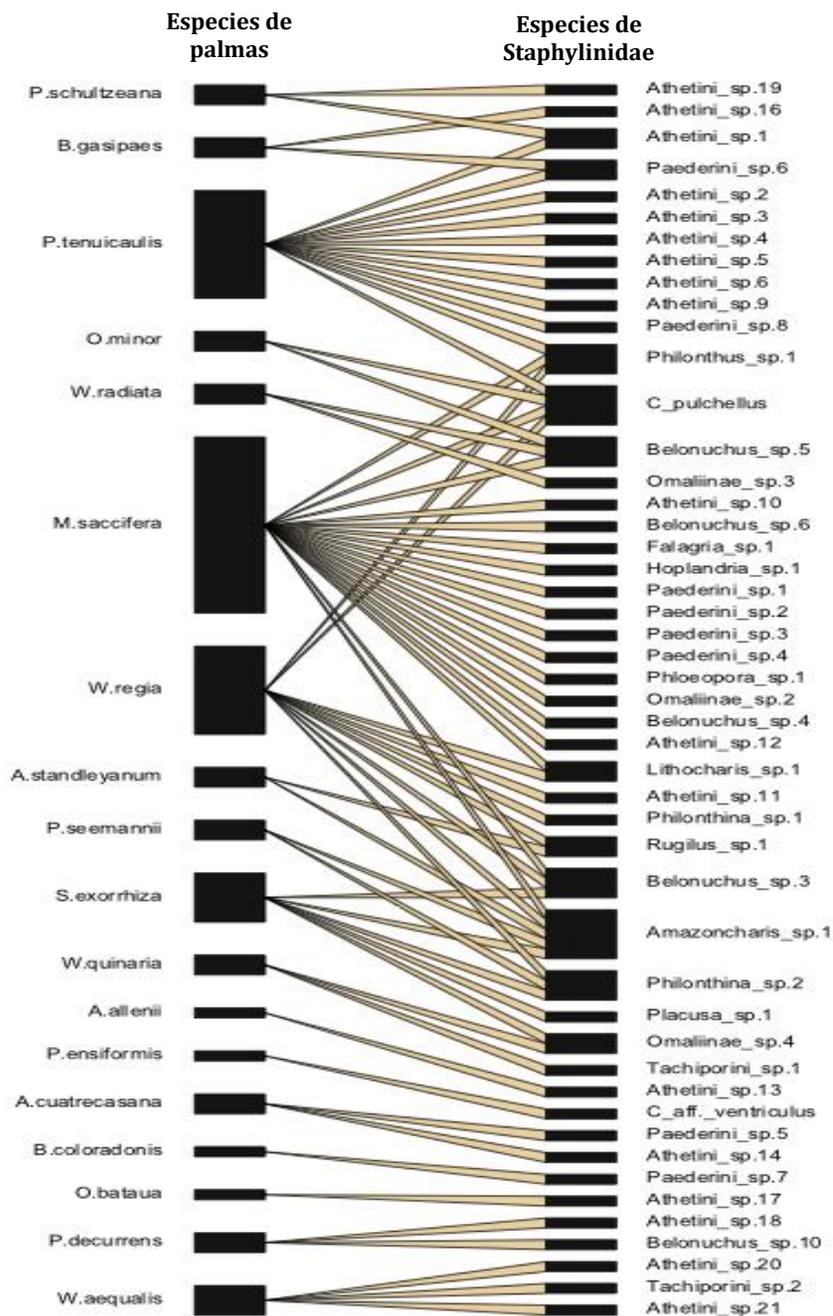
Figura 3-3. Similitud de morfoespecies de estafilínidos asociados a las inflorescencias palmas silvestres. (*Attcu*= *A. cuatrecasana*, *Attall*= *A. allenii*, *Asma*= *Asterogyne martiana*, *Asst* = *A. standleyanum*, *Bco*= *B. coloradonis*, *Bho*= *Bactris hondurensis*, *Bga*= *B. gasipaes*, *Cnu*= *Cocos nucifera*, *Eol*= *Euterpe oleracea*, *Epr*= *Euterpe precatoria*, *Gca*= *Geonoma calyptrogynoides*, *Gin*= *Geonoma interrupta*, *Hel*= *Hyospathe elegans*, *Msa*= *M. saccifera*, *Oba*= *O. bataua*, *Omi*= *O. minor*, *Pte*= *P. tenuicaulis*, *Pse*= *P. seemannii*, *Pen*= *P. ensiformis*, *Pde*= *P. decurrens*, *Psc*= *P. schultzeana*, *Sex*= *S. exorrhiza*, *Swa*= *Synechanthus warscewiczianus*, *Wae*= *W. aequalis*, *Wra*= *W. radiata*, *Wre*= *W. regia*, *Wqu*= *W. quinaria*.



### 3.5 Red de Interacciones

De las 27 especies de palmas silvestres en el Pacífico colombiano la red solo incluyó 18 especies siendo las únicas visitadas por 48 morfoespecies de Staphylinidae conformando la red bipartita (Figura 3-4).

Figura 3-4. Red de interacción de especies de palmas con morfoespecies de Staphylinidae.



Las especies de palmas que presentaron más interacciones con morfoespecies de Staphylinidae visitantes fueron *M. saccifera* con 18 interacciones; *P. tenuicaulis* 11, *W. regia* nueve y *S. exorrhiza* con cinco (Figura 3-4). Finalmente de la red se obtuvo que 37 morfoespecies que representaron el 77 % del total, interactuaron con solo una especie de palma y 11 morfoespecies que representaron el 23 % del total, interactuaron con más de una especie de palma.

Los parámetros descriptivos de la red de interacciones, muestra que de 18 especies de palmas visitadas por 48 morfoespecies de Staphylinidae se obtuvieron en total 68 interacciones de 864 posibles, las cuales representaron el 8 %. El valor del índice de conectancia fue bajo, de 0.078 (7.8 %) (Tabla 3-5).

Tabla 3-5. Parámetros descriptivos de la red de interacciones. (1, 2, 3, 4 y 5 indican las características relacionadas con la dimensión de la matriz. 6, 7, 8, 9 y 10 son índices basados en la matriz cualitativa de interacciones (presencia/ausencia de interacciones).

| Red de Interacción  | Parámetros descriptivos de la red de interacciones |
|---|--|
| 1. Número de visitantes florales (Morfoespecies de Staphylinidae)                 | 48   |
| 2. Número de palmas muestreadas   | 27   |
| 3. Número de especies de palmas visitadas   | 18   |
| 4. Número total de interacciones posibles   | 864  |
| 5. Número total de interacciones registradas                                      | 68   |
| 6. Porcentaje de interacciones  | 8 %  |
| 7. Conectancia  | 0.078 (7.8 %)                                      |
| 8. Número promedio de interacciones entre especies de palmas                      | 3.77   |
| 9. Número promedio de interacciones entre morfoespecie de Staphylinidae visitante | 1.41   |
| 10. Densidad de interacciones   | 5.39   |

### 3.6 Grupos funcionales y categorías (polífagos y monófagos)

Las morfoespecies de Staphylinidae se clasificaron en cuatro grupos funcionales: polinívoros, depredadores, saprófagos y fungívoros, destacándose un 50 % de polinívoros y un 38 % de especies depredadoras; mientras que las especies saprófagas y micofagos representaron un bajo porcentaje. Respecto a las categorías establecidas según los grupos funcionales, se

destacaron principalmente 21 especies monófagas que representan un 44 % como polinivoras y 11 morfoespecies depredadoras que constituyen el 23 %; mientras que entre las polífagas, se destacan 7 especies depredadoras que representan el 15 % (Tabla 3-6).

Tabla 3-6. Grupos funcionales de las especies de Staphylinidae

| <b>Grupos funcionales</b> | <b>% total de morfoespecies</b> | <b>Morfoespecies Monófagas</b> | <b>Morfoespecies Polífagas</b> |
|---------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Polinivoros               | 50                              | 21 (44 %)                      | 3 (6 %)                        |
| Depredadores              | 38                              | 11 (23 %)                      | 7 (15 %)                       |
| Saprófagos                | 10                              | 4 (8 %)                        | 1 (2 %)                        |
| Micofagos                 | 2                               | 1 (2 %)                        | -                              |
| Total                     | 100                             | 37 (77 %)                      | 11 (23 %)                      |

### **3.7 Análisis de similitud (ANOSIM)**

El análisis de similitud ANOSIM arrojó un R de 0.89; ( $p= 0.0001$ ) este resultado muestra una diferencia significativa, lo que indica una baja similitud en la composición de morfoespecies de Staphylinidae entre las diferentes especies de palmas.

## 4. Discusión

### 4.1 Composición de morfoespecies de Staphylinidae

Los principales estudios de especies de Staphylinidae en Colombia han sido sobre riqueza y diversidad en estratos bajos del bosque. Los estudios de García *et al.* (2001) y Gutiérrez-Chacón & Chacón de Ulloa (2006) en fragmentos de bosque seco, registran las subfamilias Aleocharinae y Staphylininae con la mayor riqueza de especies, coincidiendo con los resultados del presente estudio. Paederinae fue también una de las subfamilias con la mayor riqueza de morfoespecies (10), resultados similares a los reportados por García & Chacón de Ulloa (2005) y Vásquez-Vélez *et al.* (2010). (Tabla 3-8).

Tabla 3-8 Subfamilias predominantes en estudios de Staphylinidae en Colombia.

| Subfamilias predominantes de suelos                  | Autores estudios                        |
|--|---|
| Pselaphinae, Aleocharinae, Paederinae, Staphylininae | Vásquez-Vélez <i>et al.</i> (2010)      |
| Aleocharinae , Staphylininae                         | Gutiérrez-Chacón (2009)                 |
| Aleocharinae , Staphylininae                         | Sanabria <i>et al.</i> (2008)           |
| Staphylininae, Paederinae                            | García & Chacón de Ulloa (2005)         |
| Paederinae, Staphylininae, Aleocharinae              | García <i>et al.</i> (2001)             |
| Aleocharinae, Pselaphinae                            | Gutiérrez-Chacón & Ulloa- Chacón (2006) |
| Aleocharinae, Paederinae y Staphylininae             | En este trabajo                         |

Según Navarrete-Heredia *et al.* (2002) Aleocharinae, Staphylininae y Paederinae son subfamilias con mayor riqueza en la fauna de Staphylinidae de suelo, tendencia similar la reportan también Núñez & Rojas-Robles (2008) donde las subfamilias de Staphylinidae registradas en la especie de palma *Oenocarpus bataua* en los andes colombianos fueron Aleocharinae y Staphylininae.

Otro aspecto que soporta una alta composición de morfoespecies de Staphylinidae se demuestra en el hecho de visitar otras familias de especies botánicas como Zingiberaceae

(López-García *et al.* 2011) donde se han reportado morfoespecies de la subfamilia Aleocharinae; y Heliconiaceae (Frank & Barrera 2010) donde también se han reportado morfoespecies de la subfamilia de Staphylininae. Sin embargo hay mayor registro de baja riqueza en Staphylinidae en un mayor número de plantas como Annonaceae (Gottsberger 1999); Araceae (Young 1986; Gibernau *et al.* 1999; García-Robledo *et al.* 2004); Aristolochiaceae (Burgess *et al.* 2004); Cyclanthaceae (Seres & Ramírez 1995); Ebenaceae, Magnoliaceae, Monimiaceae y Myristicaceae (Bernhardt 2000) (Anexo C).

Respecto al nivel de identificación de las morfoespecies de Staphylinidae, los resultados de este trabajo y los de otros autores, evidencian la dificultad taxonómica del grupo. Algunos de los trabajos más relevantes adelantados en el país, así lo confirman, como el trabajo de García & Chacón de Ulloa (2005). Para Gutiérrez-Chacón & Ulloa-Chacón (2006) la dificultad en la taxonomía de las morfoespecies registradas en las subfamilias Aleocharinae y Pselaphinae fueron determinadas principalmente a nivel de subfamilia y subtribu respectivamente; mientras que este estudio con la mayoría de las morfoespecies de la subfamilia Aleocharinae se identificaron a nivel de tribu (Tabla 3-1), seguido de la subfamilia Omaliinae donde se identificaron tres morfoespecies a nivel de subfamilia, mientras que para las otras tres subfamilias el total de las morfoespecies fueron determinadas a subtribu y género (Tabla 3-1, Anexo A).

## 4.2 Riqueza de morfoespecies de Staphylinidae

Las flores de las palmas son importantes en la sobrevivencia de insectos y otros animales, ellas ofrecen alimento y abrigo (Brill & Corrêa 1998), por lo tanto, la familia Arecaceae presenta una importante asociación con especies de Staphylinidae (Henderson 1986; Bernal & Ervik 1996), esto explica la visita de las especies de Staphylinidae a las 18 especies de palmas de las 27 muestreadas.

La alta riqueza de Staphylinidae en palmas es un fenómeno poco común ya que ha sido evidenciada en muy pocas especies de palmas (Bernal & Ervik 1996, Barford *et al.* 2011), tal como, se evidencia en este estudio con las especies de palmas *M. saccifera*, *P. tenuicaulis* y *W. regia* (Figura 3-4). Estudios han documentado principalmente que especies de la subfamilia Phytelephantoideae como los géneros *Aphandra*, y *Phytelephas* (Ervik *et al.* 1999) han registrado alta riqueza de Staphylinidae específicamente en las inflorescencias de *Aphandra*

*natalia* (19 especies), *Phytelephas aequatorialis* (22 especies), *Phytelephas macrocarpa* (11 especies) y *P. seemannii* (4 especies) (Ervik *et al.* 1999); mientras que en este estudio para *P. seemannii* se registraron dos morfoespecies pero para *P. tenuicaulis* se registró la segunda riqueza más alta con 11.

Contrario a lo registrado por Ervik *et al.* (1999) y Bernal & Ervik (1996), quienes encontraron que la subfamilia Phytelephantoideae presentó la mayor riqueza de especies de Staphylinidae; en el presente trabajo, fue *M. saccifera* de la subfamilia Arecoideae, la especie de palma que contó con la mayor riqueza. Este resultado, se debe probablemente a que las diferencias en la composición y la riqueza de morfoespecies de Staphylinidae asociadas a palmas, están determinadas en parte, por las características ambientales particulares en cada localidad. En la localidad de Río Quito, en el municipio de Quibdó, es común la presencia de la palma *M. saccifera*, esta especie forma grandes poblaciones en el sotobosque de zonas bajas e inundadas o de nivel freático alto (Galeano & Bernal 2010) estas características de humedad alta son apropiadas para el establecimiento de poblaciones de especies de Staphylinidae (García *et al.* 2001; Navarrete-Heredia *et al.* 2002).

Respecto a la riqueza, Aleocharinae, está representada por 23 morfoespecies constituyendo el 48 % de las morfoespecies colectadas, esta alta riqueza concuerda con Navarrete-Heredia *et al.* (2002) quien afirma que especies de la subfamilia Aleocharinae son abundantes y dominantes en diferentes microhábitats especializados como las flores de especies de palmas; al igual que la riqueza destacada de las 10 morfoespecies (21 %) de la subfamilia Paederinae y ocho de la subfamilia Staphylininae (17 %) (Tabla 3-1), siendo unas de las subfamilias con mayor número de especies alrededor del mundo (Navarrete-Heredia *et al.* 2002).

De acuerdo con el resultado de los estimadores no paramétricos de riqueza, los valores de estimación en general fueron bajos y no superaron el 76 % que fue el mayor valor de estimación obtenido con el estimador Bootstrap, este resultado indica que si se intensificaran los muestreos, la probabilidad de conseguir más morfoespecies asociadas a las palmas, podría ser mayor.

Sin embargo, dicho resultado se puede deber a que la estimación no se hizo por especie, sino para el total de especies de la familia Arecaceae presentes en las nueve localidades de la región Pacífica colombiana; los resultados, podrían ser diferentes si tal estimación fuera por

especie de palma, pero el presente trabajo realizo un muestreo extensivo o general con el fin de determinar los posibles patrones de asociación entre las morfoespecies de Staphylinidae y las inflorescencias de palmas para posteriores trabajos más específicos en biología reproductiva y ecología de la polinización en palmas como *M. saccifera*, *P. tenuicaullis*, y *W. regia*, que fueron las especies de palmas que presentaron mayor riqueza de morfoespecies de estafilínidos del Pacífico colombiano.

### 4.3 Abundancia de morfoespecies de Staphylinidae

La alta abundancia registrada en *P. tenuicaullis* y *M. saccifera* en este estudio coincide con el de Núñez-Avellaneda & Rojas-Robles (2008) quienes registraron una alta abundancia en pocas especies y una baja abundancia en la mayoría de especies de visitantes florales en *O. bataua*. En otro estudio en la Reserva del Ducke en la Amazonia brasileña KÜchmeister *et al.* (1997) registró 1000 individuos de una sola morfoespecie de Staphylinidae en la palma *E. precatória*; mientras que en este estudio para la misma especie de palma no se registró ninguna morfoespecie de Staphylinidae, en este caso se puede sugerir que el aislamiento espacial o geográfico permite diferencias ambientales y ecológicas dando como resultados diferentes preferencias en insectos visitantes. La alta abundancia registrada en la localidad 9 es debido a la presencia de la especie de palma *P. tenuicaullis*, palma que registra 11 morfoespecies de las 12 registradas en las tres especies de palmas muestreadas en esta localidad. Para Ervik *et al.* (1999) el género *Phytelephas* presenta características morfológicas, fenológicas y recompensas que permiten la presencia de especies de Staphylinidae con altas abundancias.

Las zonas de vida de bosque muy húmedo tropical y pluvial tropical que presentan las nueve localidades proporcionan ambientes y condiciones especializados para las especies de Staphylinidae como las flores (Navarrete-Heredia *et al.* 2002); en el caso de la inflorescencia de la especie de palma *P. seemannii* crece rápidamente durante la antesis donde se acumula grandes cantidades de agua; pudriéndose rápidamente después de la floración, ofreciendo estos microhabitats muy húmedos suaves tejidos, grandes cantidades de polen y sitios para el desarrollo de las etapas de vida de las especies de Staphylinidae como del género *Amazoncharis* (Bernal & Ervik 1996). Teniendo en cuenta lo anterior, en este estudio, la morfoespecie *Amazoncharis* sp.1 (Aleocharinae) se encontró en cinco especies de palmas incluyendo *P. seemannii* distribuidas en cuatro localidades; demostrando ser una morfoespecie generalista o polífaga, aunque no se ha evidenciado si para las cuatro especies de palmas S.

*exorrhiza*, *A. standeleyanum*, *W. regia* y *M. saccifera* lleve a cabo su ciclo de vida y efectuó el papel de polinizador obligado como sucede con *P. seemannii*.

En cuanto a la morfoespecie *C. pulchellus* (Tachyporinae) de hábito saprófago (Newton 1989; Navarrete-Heredia *et al.* 2002) se registró interactuando en cuatro especies de palmas distribuidas en cuatro localidades, donde se destaca a la especie de palma *P. tenuicaulis* perteneciente al género *Phytellephas* que ofrece suaves tejidos y polen a las morfoespecies de Staphylinidae, siendo también unas de las posibles recompensas florales de las demás especies de palmas (*W. regia*, *M. saccifera* y *O. minor*).

En general, cabe destacar que las anteriores especies de palmas se encontraron en el departamento del Chocó, siendo una región de alta pluviosidad (Gentry 1986), y donde se encuentra la mayor proporción de palmas por área respecto a las demás regiones del país y del mundo (Gentry 1990) lo anterior junto con los recursos ofrecidos por las especies de palmas permite indicar el porqué de la presencia de morfoespecies de Staphylinidae en diferentes especies de palmas distribuidas en diferentes localidades.

#### **4.4 Especificidad de las morfoespecies de Staphylinidae con las inflorescencias de palmas silvestres**

Los valores de similitud obtenidos tanto con el dendrograma como con el análisis de similitud (ANOSIM) indican especificidad de morfoespecies de Staphylinidae con las inflorescencias de las diferentes especies de palmas donde fueron registradas (Figura 3-3), siendo corroborada la hipótesis planteada. En el establecimiento de la especificidad se debe principalmente a los recursos ofrecidos, pues la visita de los insectos a las inflorescencias, está relacionada con la oferta de sitios de copula, desarrollo de su ciclo de vida y alimentación (Navarrete-Heredia *et al.* 2002, Amat 2007), cumpliendo así, funciones como la polinización (Seres & Ramírez 1995; Bernal & Ervik 1996; Gibernau 1999; Gottsberger 1999; Bernhardt 2000; Navarrete-Heredia *et al.* 2002), la depredación (Navarrete-Heredia *et al.* 2002; Burgues *et al.* 2004; Frank & Barrera 2010), y la saprófaga (Tabla 3-6) (Sanabria *et al.* 2008).

Los anteriores grupos funcionales permiten clasificar a las morfoespecies de Staphylinidae como insectos polípagos en un bajo porcentaje (Tabla 3-6), destacándose la morfoespecie

*Amazoncharis* sp.1 (Aleocharinae) (Figura 4-1) que se encontró en cinco especies de palmas distribuidas en cuatro localidades; esto debido a las condiciones especializadas ofrecidas por las inflorescencias de estas palmas que permiten a morfoespecies de la subfamilia Aleocharinae dominar estos microhabitats (Navarrete-Heredia *et al.* 2002).

Figura 4-1: Morfoespecie *Amazoncharis* sp.1



En el presente estudio, y a juzgar por su gran abundancia, *Athetini* sp.1 (Figura 4-2) actúa posiblemente como polinizador pese a ser también polínivoro (Bernhardt 2000; Sanabria *et al.* 2008); en este caso el consumo de polen puede ser una interacción positiva para la planta porque mediante este mutualismo facultativo, las palmas se benefician de los servicios de la polinización por parte de las morfoespecies de Staphylinidae, a pesar de que cierta parte del polen sea consumido (Strauss 1997)

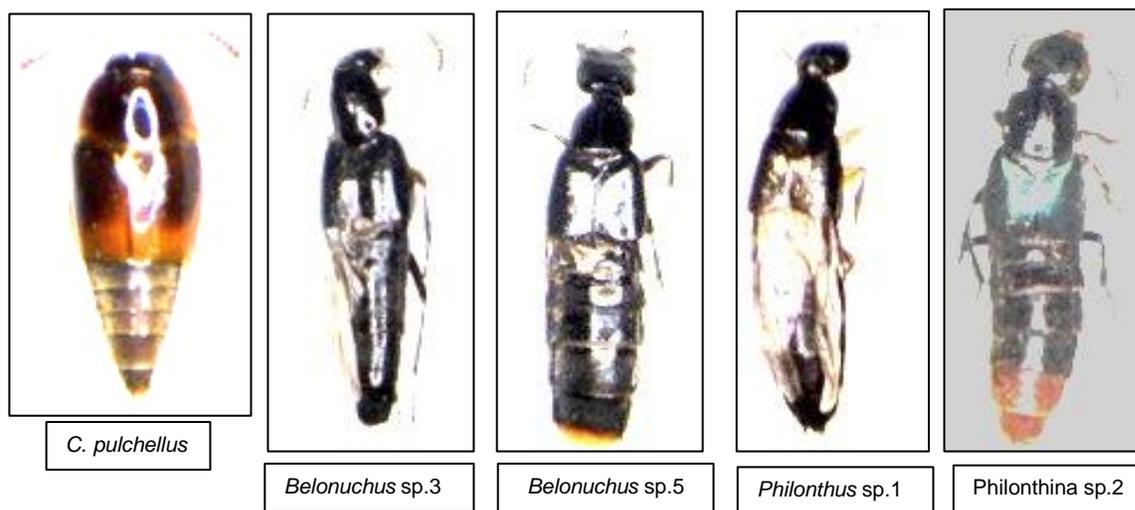
Figura 4-2: Morfoespecie *Athetini* sp.1



*C. pulchellus* (Figura 4-3: A) cumple el papel de saprofagia en diferentes hábitats (Newton 1989; Navarrete-Heredia *et al.* 2002), asociado a restos vegetales en descomposición (García & Chacón de Ulloa 2005); en este estudio, se destacó por interactuar con cuatro especies de palmas posiblemente como saprófago de restos en descomposición de las inflorescencias.

Mientras que las morfoespecies *Belonuchus* sp.3, *Belonuchus* sp.5, *Philonthus* sp.1 y *Philonthina* sp.2 (Figura 4-3: B, C, D y E) son depredadoras de otros insectos visitantes incluso de la misma familia Staphylinidae (Navarrete-Heredia *et al.* 2002), específicamente individuos pequeños del género *Amazoncharis* (Aleocharinae) (Bernal & Ervik 1996; Ervik *et al.* 1999), esto debido a lo bastante dispersas las estructuras de las inflorescencias que permiten que sea un factor limitante en el comportamiento de la depredación de las especies de la tribu Philontina (Chani-Posse & Couturier 2012). *Lithocharis* sp.1, *Rugilus* sp.1 y Paederini sp.6 también son considerados depredadores mientras que Omaliinae sp.4 presenta hábito depredador pero se ha registrado en flores ingiriendo polen (Figura 5-1) (Navarrete-Heredia *et al.* 2002).

Figura 4-3: Morfoespecies A: *C. pulchellus*, B: *Belonuchus* sp.3, C: *Belonuchus* sp.5, D: *Philonthus* sp.1 y E: *Philonthina* sp.2



En cuanto a la subfamilia Omaliinae, en Colombia se han registrados individuos del género *Phloeonomus*; especies de esta subfamilia presentan hábitos alimenticios como predadores, saprófagos o polinivoros (Navarrete-Heredia *et al.* 2002, Vásquez-Vélez *et al.* 2010); en este estudio se registraron tres morfoespecies de la subfamilia Omaliinae con hábito polinivoro. Estas morfoespecies presentan coincidencia con individuos del género *Phloeonomus* que

según Navarrete-Heredia *et al.* (2002) se han registrado asociados principalmente con flores de palmas como sucedió en este estudio con Omaliinae sp.2, Omaliinae sp.3 registrados en la inflorescencias de *M. saccifera* y *W. radiata* respectivamente y Omaliinae sp.4 en las inflorescencias de *W. quinaria* y *S. exorrhiza* (Figura 3-4).

Dentro de los porcentajes más altos de las morfoespecies monófagas (Tabla 3-6) se encontró para este estudio 32 morfoespecies de Staphylinidae de hábitos polinivoros y depredadores que interactúan cada una con una especie de palma determinada, destacándose 12 morfoespecies para la palma *M. saccifera* y siete para *P. tenuicaulis* (Figura 3-6). Las categorías, monófagas y polífagas permiten establecer la existencia de especificidad de las morfoespecies de Staphylinidae que interactúan con las palmas del Pacífico colombiano.

La alta riqueza y especificidad de morfoespecies de Staphylinidae que interactúan con *P. tenuicaulis* es una posible evidencia de adaptaciones morfológicas y fenológicas, así como de las recompensas ofrecidas a los visitantes florales (Knudsen *et al.* 2001), además esta especie de palma se distribuye en zonas bajas y planicies con alta humedad (Galeano & Bernal 2010) siendo hábitats propicios para el establecimiento de poblaciones de Staphylinidae (García *et al.* 2001; Navarrete-Heredia *et al.* 2002), un ejemplo es la subfamilia de palmas *Phytelephantoideae* que comprende los géneros (*Ammandra*, *Aphandra* y *Phytelephas*) (Ervik *et al.* 1999), el género *Phytelephas* presenta la característica que sus morfoespecies registran visitantes de la familia Staphylinidae, siendo atraídos por el principal componente aromático llamado p-metil anisol (Ervik *et al.* 1999) por lo tanto, sumado a las condiciones ambientales de alta humedad que ofrece la localidad, existe la posibilidad de que los componentes aromáticos ofrecidos por la palma *M. saccifera* sean similares a los de *P. seemanni* y *P. tenuicaulis*, ya que esta especie de palma presenta la mayor riqueza de morfoespecies de las 18 muestreadas en el Pacífico colombiano.

Este estudio registra por primera vez la presencia de morfoespecies de Staphylinidae en *M. saccifera* siendo el registro con el mayor número de morfoespecies seguido de *P. tenuicaulis* y *W. regia* donde se destaca la especie *C. pulchellus* visitando principalmente a las anteriores especies de palmas incluyendo a *O. minor*. Así lo registraron también Ervik *et al.* (1999) en el Ecuador con el mismo género *Coproporus* sp.1 en las palmas *Phytelephas macrocarpa*, *Aphandra natalia* y *Astrocaryum urostachys*; y la morfoespecie *Philonthus* sp.4 en la palma *P.*

*macrocarpa*; en este trabajo, se encontró a la morfoespecie 1 del género *Philonthus* en la especie de palma *P. tenuicaulis*.

En el occidente del Ecuador Ervik & Feil (1997) registraron en la especie de palma *P. schultzeana* a *Hoplomicra* sp.1 (Aleocharinae), morfoespecie no muy común; mientras que en este estudio se registró en esta misma palma a la morfoespecie sp.1 del género Athetini perteneciendo a la misma subfamilia a la que pertenece *Hoplomicra* sp.1, lo cual puede tratarse de una morfoespecie del mismo género, sin embargo para este trabajo, la identificación para la subfamilia Aleocharinae se pudo hacer principalmente sólo hasta nivel de tribu.

En un estudio, Henderson (1985), reportó en Venezuela que gran cantidad de *Phyllotrox* sp. y *Mystrops* (Coleoptera) visitaron a la especie de palma *S. exorrhiza* sin reportar especies de Staphylinidae; en tanto que en este estudio reporta por primera vez la presencia a las morfoespecies *Philonthina* sp.2 y *Amazoncharis* sp.1.

En otro estudio, en el Chocó colombiano Bernal & Ervik (1996), reportaron a tres especies del género *Amazoncharis* (*Amazoncharis* sp.9, 10 y 11) como polinizadores de la especie de palma *P. seemanni*, coincidiendo con este trabajo donde también se encontró al mismo género *Amazoncharis* de Staphylinidae en la misma especie de palma; mientras que para *W. regia* en el mismo estudio de Bernal & Ervik (1996), registraron tres especies del género *Amazoncharis* sin confirmar; en cambio para este estudio se registró por primera vez las morfoespecies *Amazoncharis* sp.1 (Figura 4-1) y Athetini sp.12 (Figura 4-4) en la especie de palma *W. regia*.

Figura 4-4: Morfoespecie Athetini sp.12



De acuerdo con Medel *et al.* (2009) si la riqueza de especies de una comunidad es alta o esta se va incrementando, el número de interacciones también es alta; sin embargo, para este estudio las interacciones que fueron del 8 %, se pueden considerar como muy bajas, este resultado se debe probablemente a que la riqueza de morfoespecies de Staphylinidae fue relativamente baja.

Según lo reporta Jordano (1987), la conectancia disminuye, si la riqueza de morfoespecies de Staphylinidae es baja. El valor bajo de conectancia encontrado en este trabajo, se debe a que quizás la riqueza de las morfoespecies de Staphylinidae fue baja. Por lo tanto, el bajo valor de la conectancia significa que las posibles conexiones en la red entre morfoespecies de Staphylinidae y especies de palmas, son posiblemente un indicador de ensamblajes específicos debido a que valores altos de conectancia indican sistemas de polinización generalista (Barrios *et al.* 2010).

Finalmente, se puede concluir que la especificidad para la mayoría de morfoespecies de Staphylinidae para cada una de las inflorescencias de las especies de palmas mostrada en este estudio es débil, debido a las bajas abundancias; sin embargo, sólida para las morfoespecies de Staphylinidae Athetini sp.2, Athetini sp.4 y Athetini sp.5 que presentaron altas abundancias en la inflorescencia de la especie de palma *P. tenuicaulis*.

# Conclusiones y recomendaciones

## 5.1 Conclusiones

Las subfamilias **Staphylininae**, **Aleocharinae** y **Paederinae** presentaron la mayor riqueza en las inflorescencias de las especies de palmas silvestres.

El nivel de identificación taxonómica de la composición de las morfoespecies de Staphylinidae asociados a las palmas silvestres del Pacífico colombiano, solo fue posible hasta grupos taxonómicos superiores como subfamilia, tribu, subtribu y en menor porcentaje a nivel de género y especie.

**M. saccifera**, **P. tenuicaullis**, y **W. regia** fueron las especies de palmas con las mayores riquezas de morfoespecies de Staphylinidae en el Pacífico colombiano.

Ocho de la nueve localidades de las zonas de vida de bosque muy húmedo tropical (bmh-T) y bosque pluvial tropical (bp-T), presentaron los mayores porcentajes de morfoespecies de Staphylinidae.

De las 48 morfoespecies de Staphylinidae que visitan las inflorescencias de las palmas solo 11 visitan más de una especie de palma. De las 37 morfoespecies que visitan a una sola especie de palma solo Athetini sp.1, Athetini sp.2, Athetini sp.4 y Athetini sp.5 presentaron altas abundancias en la inflorescencia de la palma *P. tenuicaullis*.

La composición de estafilínidos para cada una de las inflorescencias de las palmas es específica, muy pocas morfoespecies visitan más de una sola especie de palma y las que lo hacen visitan especies de palmas no emparentadas cercanamente sino a nivel de familia.

De acuerdo con los tres resultados obtenidos en el presente trabajo: 1. disimilitud en la composición de morfoespecies de Staphylinidae, 2. el 77 % de estafilínidos fueron monófagos y 3. el valor bajo de conectancia en la red de interacciones; indican que existe especificidad entre morfoespecies de Staphylinidae y especies de palmas en el Pacífico colombiano

## 5.2 Recomendaciones

El alto desconocimiento de las especies de Staphylinidae, exige la necesidad de realizar estudios taxonómicos que aporten nuevo conocimiento sobre la diversidad y ecología de las especies de Staphylinidae en Colombia.

Este trabajo, se realizó como base para la prospección de los posibles patrones de la asociación de morfoespecies con las inflorescencias de palmas del Pacífico colombiano, nos permitirá a futuro realizar nuevas preguntas para la realización de futuras investigaciones en aspectos relacionados con la especificidad, biología reproductiva y ecología de la polinización, de especies de palmas como *M. saccifera*, *P. tenuicaullis*, y *W. regia* en este caso.

Debido al poco conocimiento sobre la familia Staphylinidae en Colombia, es muy probable que en nuevos estudios de diversidad, se encuentren nuevas especies o nuevos registros de las especies en diferentes sitios del país.

El conocimiento de la subfamilia Staphylinidae en general es muy pobre para el Neotrópico, siendo Colombia, un país considerado megadiverso, la cantidad de especies puede incrementar a través de nuevos estudios de taxonomía y sistemática de este grupo de insectos, tan importantes desde el punto de vista funcional en los ecosistemas tropicales.

## 6. Anexos

A. Composición de morfoespecies de Staphylinidae presentes en las especies de palmas en las 9 localidades en el Pacífico colombiano. Abundancia absoluta: A.A; Grupo funcional categorizado como = Pol: polívoro, Dep: depredador, Sap: saprofago, Fung: fungívoro.

| SUBFAMILIA / Tribu / Género | A.A   | Grupo Funcional |
|-----------------------------|-------|-----------------|
| <b>ALEOCHARINAE</b>         |       |                 |
| <b>Athetini</b>             |       |                 |
| Athetini sp.1               | 16068 | Pol             |
| Athetini sp.2               | 1090  | Pol             |
| Athetini sp.3               | 58    | Pol             |
| Athetini sp.4               | 625   | Pol             |
| Athetini sp.5               | 429   | Pol             |
| Athetini sp.6               | 6     | Pol             |
| Athetini sp.9               | 9     | Pol             |
| Athetini sp.10              | 1     | Pol             |
| Athetini sp.11              | 65    | Pol             |
| Athetini sp.12              | 136   | Pol             |
| Athetini sp.13              | 1     | Pol             |
| Athetini sp.14              | 1     | Pol             |
| Athetini sp.16              | 1     | Pol             |
| Athetini sp.17              | 1     | Pol             |
| Athetini sp.18              | 1     | Pol             |
| Athetini sp.19              | 1     | Pol             |
| Athetini sp.20              | 1     | Pol             |
| Athetini sp.21              | 1     | Pol             |
| <i>Amazoncharis</i> sp.1    | 1048  | Pol             |
| <b>Falagrini</b>            |       |                 |
| <i>Falagria</i> sp.1        | 6     | Pol             |
| <b>Hoplandriini</b>         |       |                 |
| <i>Hoplandria</i> sp.1      | 1     | Dep y Sap       |
| <b>Oxypodini</b>            |       |                 |
| <i>Phloeopora</i> sp.1      | 85    | Pol             |
| <b>Placusini</b>            |       |                 |
| <i>Placusa</i> sp.1         | 1     | Fung            |
| <b>STAPHYLININAE</b>        |       |                 |
| <b>Staphylinini</b>         |       |                 |
| <i>Belonuchus</i> sp.3      | 86    | Dep             |

## Anexo A: (Continuación)

| SUBFAMILIA / Tribu / Género               | A.A  | Grupo Funcional |
|---|------|-----------------|
| <b>STAPHYLININAE</b>                      |      |                 |
| <b>Staphylinini</b>                       |      |                 |
| <i>Belonuchus</i> sp.4                    | 24   | Dep             |
| <i>Belonuchus</i> sp.5                    | 194  | Dep             |
| <i>Belonuchus</i> sp.6                    | 2    | Dep             |
| <i>Belonuchus</i> sp.10                   | 1    | Dep             |
| <i>Philonthus</i> sp.1                    | 5    | Dep             |
| Philonthina sp.1                          | 1    | Dep             |
| Philonthina sp.2                          | 7    | Dep             |
| <b>TACHYPORINAE</b>                       |      |                 |
| <b>Tachiporini</b>                        |      |                 |
| <i>Coproporus pulchellus</i>              | 1752 | Sap             |
| <i>Coproporus</i> aff. <i>ventriculus</i> | 20   | Sap             |
| Tachiporini sp.1                          | 1    | Sap             |
| Tachiporini sp.2                          | 1    | Sap             |
| <b>PAEDERINAE</b>                         |      |                 |
| <b>Paederini</b>                          |      |                 |
| <i>Lithocharis</i> sp.1                   | 121  | Dep             |
| Paederini sp.1                            | 46   | Dep             |
| Paederini sp.2                            | 3    | Dep             |
| Paederini sp.3                            | 2    | Dep             |
| Paederini sp.4                            | 2    | Dep             |
| Paederini sp.5                            | 1    | Dep             |
| Paederini sp.6                            | 1    | Dep             |
| Paederini sp.7                            | 1    | Dep             |
| Paederini sp.8                            | 1    | Dep             |
| <i>Rugilus</i> sp.1                       | 2    | Dep             |
| <b>OMALIINAE</b>                          |      |                 |
| Omaliinae sp.2                            | 3    | Pol             |
| Omaliinae sp.3                            | 1    | Pol             |
| Omaliinae sp.4                            | 50   | Pol             |



## Anexo B: (Continuación)

| Localidades                              | Loc 1     | Loc 2    | Loc 3    | Loc 4    | Loc 5     | Loc 6    | Loc 7    | Loc 8    | Loc 9     |
|--|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|
| Altitud (m.s.n.m)                        | 30 -68    | 105      | 104      | 36       | 41        | 377      | 44       | 1575     | 70        |
| Zona de vida                             | (bmh-T)   | (bmh-P)  |          | (bmh-T)  |           |          |          | (bh-MB)  | (bmh-T)   |
| Taxa                                     |           |          |          |          |           |          |          |          |           |
| <b>OMALIINAE</b>                         |           |          |          |          |           |          |          |          |           |
| Omalinae sp.4                            | X         |          |          | X        |           |          |          |          |           |
| <b>PAEDERINAE</b>                        |           |          |          |          |           |          |          |          |           |
| <i>Lithocharis</i> sp.1                  | X         |          |          |          | X         |          |          |          |           |
| Paederini sp.1                           |           |          |          |          | X         |          |          |          |           |
| <b>PAEDERINAE</b>                        |           |          |          |          |           |          |          |          |           |
| Paederini sp.2                           |           |          |          |          | X         |          |          |          |           |
| Paederini sp.3                           |           |          |          |          | X         |          |          |          |           |
| Paederini sp.4                           |           |          |          |          | X         |          |          |          |           |
| Paederini sp.5                           |           |          |          |          |           |          | X        |          |           |
| Paederini sp.6                           |           |          |          | X        |           |          |          |          | X         |
| Paederini sp.7                           |           | X        |          |          |           |          |          |          |           |
| Paederini sp.8                           |           |          |          |          |           |          |          |          | X         |
| <i>Rugilus</i> sp.1                      | X         |          |          |          |           |          |          |          |           |
| <b>STAPHYLININAE</b>                     |           |          |          |          |           |          |          |          |           |
| <i>Belonuchus</i> sp.3                   | X         |          |          | X        | X         |          |          |          |           |
| <i>Belonuchus</i> sp.4                   |           |          |          |          | X         |          |          |          |           |
| <i>Belonuchus</i> sp.5                   | X         | X        |          |          | X         |          |          |          |           |
| <i>Belonuchus</i> sp.6                   |           |          |          |          | X         |          |          |          |           |
| <i>Belonuchus</i> sp.10                  | X         |          |          |          |           |          |          |          |           |
| <i>Philonthus</i> sp.1                   | X         |          |          |          | X         |          |          |          | X         |
| <i>Philonthina</i> sp.1                  | X         |          |          |          |           |          |          |          |           |
| <i>Philonthina</i> sp.2                  | X         |          |          | X        |           | X        |          |          |           |
| <b>TACHYPORINAE</b>                      |           |          |          |          |           |          |          |          |           |
| <i>Coproporus pulchellus</i>             | X         | X        |          |          | X         |          |          |          | X         |
| <i>Coproporus</i> cf. <i>ventriculus</i> |           |          |          |          |           |          |          | X        |           |
| Tachiporini sp.1                         | X         |          |          |          |           |          |          |          |           |
| Tachiporini sp.2                         |           |          |          |          |           |          | X        |          |           |
| <b>Total</b>                             | <b>16</b> | <b>4</b> | <b>-</b> | <b>7</b> | <b>18</b> | <b>2</b> | <b>5</b> | <b>1</b> | <b>12</b> |

C. Familias de plantas diferentes a las palmas visitadas por morfoespecies de Staphylinidae. Números entre paréntesis indica el número de especies por género.

| Familia                   | Planta                           | Taxonomía                                       | Referencia   |
|---------------------------|----------------------------------|---|--|
| Annonaceae                | <i>Guatteria foliosa</i>         | Staphylinidae                                   | Gottsbergers 1999.   |
|                           | <i>G. megalophylla</i>           | Staphylinidae                                   |  |
|                           | <i>Dugetia</i> (1)               | Staphylinidae                                   |  |
|                           | <i>Rollinia</i> (1)              | Staphylinidae                                   |  |
|                           | <i>Oxandra euneura</i>           | Staphylinidae                                   |  |
|                           | <i>Anaxagorea</i> (1)            | Staphylinidae                                   | Bernhardt 2000   |
| Araceae                   | <i>Xanthosoma daguense</i>       | Staphylinidae                                   | García-Robledo <i>et al.</i> 2004, García-Robledo <i>et al.</i> 2005 |
|                           | <i>Xanthosoma undipes</i>        | Staphylinidae                                   | García-Robledo <i>et al.</i> 2005                                    |
|                           | <i>Philodendron solimoense</i>   | Staphylinidae                                   | Gibernau <i>et al.</i> 1999.   |
|                           | <i>Dieffenbachia longispatha</i> | Staphylinidae                                   | Young 1986   |
| Aristolochiaceae          | <i>Aristolochia grandiflora</i>  | Staphylinidae                                   | Burgess <i>et al.</i> 2004   |
| Cyclanthaceae             | <i>Asplundia moritziana</i>      | Aleocharinae sp.1                               | Seres & Ramírez 1995   |
|                           | <i>Asplundia fendleri</i>        |   |  |
|                           | <i>Asplundia caput-medusae</i>   |   |  |
|                           | <i>Asplundia</i> sp.             |   |  |
|                           | <i>Evodianthus funifer</i>       |   |  |
| Ebenaceae                 | <i>Diospyros</i> (1)             | Staphylinidae                                   | Bernhardt 2000   |
| Magnoliaceae              | <i>Magnolia</i> (10)             | Staphylinidae                                   |  |
|                           | <i>Magnolia</i> spp.             | Staphylinidae<br>( <i>Myrmecocephalus</i> sp.). |  |
| Monimiaceae               | <i>Tambourissa</i> (3)           | Staphylinidae                                   |  |
| Myristicaceae             | <i>Knema</i> (3)                 |   |  |
| Heliconiaceae             | <i>Heliconia mariae</i>          | <i>Belonuchus satyrus</i>                       | Frank & Barrera 2010   |
|                           | <i>H. bihai</i>                  | <i>Odontolinus fasciatus</i>                    |  |
|                           |                                  | <i>Belonuchus rufipennis</i>                    |  |
|                           |                                  | <i>Belonuchus cephalotes</i>                    |  |
|                           | <i>H. rodriguensis</i>           |   |  |
|                           | <i>H. caribaea</i>               | <i>Belonuchus gagates</i>                       |  |
|                           | <i>H. caribaea</i>               | <i>Belonuchus hispaniolus</i>                   |  |
|                           | <i>H. mariae</i>                 | <i>Belonuchus mimeticus</i>                     |  |
| <i>Philonthus infimus</i> |                                  |   |  |

## Anexo C: (Continuación)

| Familia       | Planta                    | Taxonomía                | Referencia                      |
|---------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| Heliconiaceae | <i>H. imbricata</i>       |                          |                                 |
| Zingiberaceae | <i>Etilingera elatior</i> | <i>Hoplondria</i> sp.    | López-García <i>et al.</i> 2011 |
|               |                           | Aleocharinae sp.1        |                                 |
|               |                           | Aleocharinae sp.2        |                                 |
|               |                           | Aleocharinae sp.3        |                                 |
|               |                           | Aleocharinae sp.4        |                                 |
|               |                           | Aleocharinae sp.5        |                                 |
|               |                           | Aleocharinae sp.6        |                                 |
|               |                           | Aleocharinae sp.7        |                                 |
|               |                           | Aleocharinae sp.8        |                                 |
|               |                           | Aleocharinae sp.9        |                                 |
|               |                           | Aleocharinae sp.10       |                                 |
|               |                           | Aleocharinae sp.11       |                                 |
|               |                           | Aleocharinae sp.12       |                                 |
| Zingiberaceae | <i>Etilingera elatior</i> | <i>Phloenomus</i> sp.    | López-García <i>et al.</i> 2011 |
|               |                           | <i>Cilea</i> sp.         |                                 |
|               |                           | <i>Coproporus</i> sp.1   |                                 |
|               |                           | <i>Coproporus</i> sp.2   |                                 |
|               |                           | Tachyporinae sp.1        |                                 |
|               |                           | <i>Megalopinus</i> sp.1  |                                 |
|               |                           | <i>Megalopinus</i> sp.2  |                                 |
|               |                           | <i>Belonuchus</i> sp.1   |                                 |
|               |                           | <i>Belonuchus</i> sp.2   |                                 |
|               |                           | <i>Paederominus</i> sp.1 |                                 |
|               |                           | <i>Paederominus</i> sp.2 |                                 |
|               |                           | <i>Paederominus</i> sp.3 |                                 |
|               |                           | <i>Philontus</i> sp.     |                                 |

D. Composición de morfoespecies de la Familia Staphylinidae presentes en las palmas silvestres del Pacífico colombiano.

Figura 5-1: Composición de las subfamilias Aleocharinae, Staphylininae, Tachyporinae, Paederinae y Omalinae presentes en las especies de palmas silvestres.

### Subfamilia Aleocharinae



Athetini sp.1



Athetini sp.2



Athetini sp.3



Athetini sp.4



Athetini sp.5



Athetini sp.6



Athetini sp.9



Athetini sp.10



Athetini sp.11



Athetini sp.12



Athetini sp.13



Athetini sp.14

## Anexo D. (Continuación)



Athetini sp.16



Athetini sp.17



Athetini sp.18



Athetini sp.19



Athetini sp.20



Athetini sp.21

*Amazoncharis* sp.1*Falagria* sp.1*Phloeopora* sp.1*Placusa* sp.1

## Anexo D. (Continuación)

**Subfamilia Staphylininae***Belonuchus* sp.3*Belonuchus* sp.4*Belonuchus* sp.5*Belonuchus* sp.6*Belonuchus* sp.10*Philonthus* sp.1*Philonthina* sp.1*Philonthina* sp.2**Subfamilia Tachyporinae***C. pulchellus**C. aff. ventriculus*

Tachiporini sp.2

Anexo D. (Continuación)

**Subfamilia Paederinae**



*Lithocharis* sp.1



Paederini sp.1



Paederini sp.2



Paederini sp.3



Paederini sp.4



Paederini sp.5



Paederini sp.6



Paederini sp.7



Paederini sp.8



*Rugilus* sp.1

Anexo D. (Continuación)

**Subfamilia Omaliinae**



Omaliinae sp.2



Omaliinae sp.4

## Bibliografía

ÁLVAREZ, E. O., MOSQUERA, L., SILVA C. G. & GUZMÁN V. J. 2012. «Bahía Málaga». Golfos y bahías de Colombia. Bogotá: Banco de Occidente. ISBN 978-958-95504-2-7.

AMAT, G. G. 2007. *Fundamentos y métodos para el estudio de los Insectos. Grupo de investigación Insectos de Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Primera edición. Bogotá. Pro Offset Editorial S.A.

ASHE, J. S. 1994. Evolution of aedeagal parameres of Aleocharine staphylinids (Coleoptera: Staphylinidae: Aleocharinae). *The Canadian Entomologist* 126: 475-491

BARFORD, M. H., HAGEN, M. & F. BORCHSENIUS. 2011. Twenty-five years of progress in understanding pollination mechanisms in palms (Arecaceae). *Annals of Botany* Page 1 of 14.

BARRIOS, Y., RAMÍREZ, N., RAMÍREZ, E., SÁNCHEZ, E. & R. DEL CASTILLO. 2010. Importancia de los polinizadores en la reproducción de seis especies de subpáramo del pico Naiguatá (Parque N El Ávila-Venezuela). *Acta botánica Venezolana* 33 (2): 213-231.

BERNAL, R. & F. ERVIK. 1996. Floral biology and pollination of the Dioecious pal (*Phytelephas seemannii*) en Colombia: An adaptation to staphylinid beetles. *Biotropica*, 28 (4B): 682-696

BERNHARDT, P. 2000. Convergent evolution and adaptive radiation of beetle-pollinated angiosperms, *Plant Systematics and Evolution*. 222:293-320.

BOHÂC, J. 1999. Staphylinidae beetles as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74: 357-372.

BRILL, A. T. & E. CORRÊA. 1998. Entomofauna visitante das inflorescencia de *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassm. (PALMAE). *Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia Uruguaiana*. 5(1): 43-47

BURGUESS, K. S., SINGFIELD, J., MELENDEZ, V. & P. G. KEVAN. 2004. Pollination Biology of *Aristolochia grandiflora* (Aristolochiaceae) in Veracruz, México. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 91 (2): 346-356.

CABRERA, D. 2005. Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Nuquí-Departamento del Chocó. Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Convenio BID-Plan Pacífico- MAVDT-Gobernación del Chocó-U.T.CH-IIAP. Recuperado del sitio de internet [http://nuqui-choco.gov.co/apc-aa\\_files/38383936633964653631313063613865/esquema-o.-territorial-nuqui-choco-2005-2015.pdf](http://nuqui-choco.gov.co/apc-aa_files/38383936633964653631313063613865/esquema-o.-territorial-nuqui-choco-2005-2015.pdf)

- CHANI-POSSE, M. 2014. An illustrated key to the new World genera of Philonthina Kirby (Coleoptera: Staphylinidae), with morphological, taxonomical and distributional notes. *Zootaxa* 3755 (1): 062–086
- CHANI-POSSE, M. & G. Couturier. 2012. *Delgadobius amazonensis* a new genus and species of the subtribe Philonthina from Amazonia (Coleoptera: Staphylinidae: Staphylininae). *Zootaxa* 3568: 81-88
- CHANI-POSSE, M. 2011. Redescription of some South American species of *Belonuchus* (Coleoptera: Staphylinidae), with a checklist of the southern South American species of the genus. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*. 70 (3-4): 213-229
- COLWELLI, R. & J. CODDINTONG. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Biological Sciences*: 345 (1311): 101-118
- CUATRECASAS, J. 1958. Aspectos de la vegetación colombiana. *Revista Académica Colombiana de Ciencias Exactas*. 10 40: 221-268.
- DUNNE, J, WILLIAMS, R. J. & N. D. MARTINEZ. 2002. Food web structure and network theory: the role of connectance and size. *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)* 99: 12917-12922.
- ERVIK, F., TOLLSTEN, L. & J. KNUDSEN. 1999. Floral scent chemistry and pollination ecology in phyllocladoid palms (*Arecaceae*). *Plant Systematics and Evolution* 217:279-297.
- ERVIK, F. & J. P. FEIL, 1997. Reproductive Biology of the Monoecious Understory Palm *Prestoea schultzeana* in Amazonian Ecuador. *BIOTROPICA* 29 (3): 309-317 199.
- ESCOBAR, M. 2001. Presentación de Yotoco. Reserva Natural. Flora: Plantas vasculares. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. Colombia.
- FRANK, J.H. & R. BARRERA. 2010. Natural history of *Belonuchus Nordmann* spp. and allies (Coleoptera: Staphylinidae) in *Heliconia* L. (Zingiberales: Heliconiaceae) flower bracts. *Insecta Mundi* 0110: 1-12.
- HAMMER Ø, DAT HARPER & P. D. RYAN. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontología Electrónica* 4: 1-9
- HANLEY, R. S. & J. S. ASHE. 2003. Techniques for dissecting adult aleocharine beetles (Coleoptera: Staphylinidae). *Bulletin of Entomological Research* 93: 11-18
- HENAO, E. R. & K. A. OSPINA. 2008. Insectos benéficos asociados a cultivos de Heliconias en el Eje Cafetero Colombiano. *Boletín científico del museo historia natural*. 12: 157-166.
- HENDERSON, A., G. GALEANO. & R. BERNAL. 1995. *Field Guide to the palms of the Americas*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- HENDERSON, A. 1986. A Review of Pollination Studies in the Palmae. *THE BOTANICAL REVIEW. The Botanical Review* 52: 221-259

- HENDERSON, A. 1985. Pollination of *Socratea exorrhiza* and *Iriartea ventricosa* (Palmae). *Principes* 29: 64-71.
- HOLDRIDGE, L. 1996. *Ecología Basada en Zonas de Vida*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA. San José de Costa Rica. p.225.
- GALEANO, G. & R. BERNAL. 2010. *Palmas de Colombia. Guía de Campo*. Editorial Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 688 pp.
- GARCÍA, R. & P. CHACÓN DE ULLOA. 2005. Estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) en fragmentos de bosque seco del valle geográfico del río Cauca. *Revista Colombiana de Entomología*, 31 (1): 43-50.
- GARCIA-ROBLEDO, C., KATTAN, G., MURCIA, C. & P. QUINTERO-MARÍN. 2004. Beetle Pollination and Fruit Predation of *Xanthosoma daguense* (Araceae) in an Andean Cloud Forest in Colombia. *Journal of Tropical Ecology*, 20(4): 459-469.
- GARCÍA, R., I. ARMBRECHT & P. ULLOA-CHACÓN. 2001. Staphylinidae (Coleoptera): Composición y Mirmecofilia en bosques secos relictuales de Colombia. *Folia Entomológica Mexicana*, 40 (1):1-10.
- GENTRY, A. 1986. Species richness of Chocó región. *Caldasia*, 17(71-75): 71-91.
- GENTRY, A: 1990. La región del Chocó. In: *Selva húmeda de Colombia* (Villegas, ed.): 41-48. Bogotá.
- GIBERNAU, M., BARABÉ, D., CERDAN, P. & A. DEJEAN. 1999. Beetle pollination of *Philodendron solimoesense* (Araceae) in French Guiana. *International Journal of Plant Sciences*. 160 (6):1135–1143.
- GOTTSBERGERS, G. 1999. Pollination and evolution in neotropical Annonaceae. *Plant Species Biology*, 14: 143-152.
- GREBENNIKOV, V. & A. F. NEWTON. 2009. Good-bye Scydmaenidae, or why the ant-like Stone beetles should become megadiverse Staphylinidae sensu latissimo (Coleoptera). *European Journal of Entomology*, 106: 275-301.
- GREENEY, H. F. 2004. Fallen flower bracts of the stilt-root palm *Iriartea Deltoidea* (palma: *Iriartea*) as phytotelmata habitats in a lowland Ecuadorian rainforest. *Milwaukee Public Museum Contributions in Biology and Geology* (101): 1-20.
- GUTIÉRREZ-CHACÓN, C & P. ULLOA-CHACÓN. 2006. Composición de estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) asociados a hojarasca en la cordillera oriental de Colombia. *Folia Entomológica Mexicana*, 45(2): 69-81.
- GUTIERREZ-CHACÓN, C. 2003. *Guía Ilustrada para los Géneros de Staphylinidae (Coleoptera) de México*. *Biota Colombiana*, 4 (2): 271-273.
- JARAMILLO, C. A. 2013. Reserva Nacional Forestal Bosque de Yotoco, Universidad Nacional de Colombia, Palmira. Recuperado de

[http://www.reservayotoco.palmira.unal.edu.co/img\\_templates/MANUAL%20DE%20COMPORTAMIENTO%20YOTOCO.pdf](http://www.reservayotoco.palmira.unal.edu.co/img_templates/MANUAL%20DE%20COMPORTAMIENTO%20YOTOCO.pdf).

JIMENEZ-VALVERDE, A. & J. HORTAL. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*. Vol. 8, 31. Pp: 151 – 161

JORDANO, P. 1987. Patterns of Mutualistic Interactions in Pollination and Seed Dispersal: Connectance, Dependence Asymmetries, and Coevolution. *American Naturalist*, 129: 657-677.

KNUDSEN, J. T., TOLLSTEN, L. & ERVIK, F. 2001. Flower scent and pollination in selected neotropical palms. *Plant Biology* 3: 642–653.

KÜCHMEISTER, H., SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. & GOTTSBERGER, G. 1997. Flowering, pollination, néctar standing crop, and nectaries of *Euterpe precatoria* (Arecaceae), an Amazonian rain forest palm. *Plant Systematics and Evolution*. 206: 71-97

LÓPEZ-GARCÍA, M. M., MÉNDEZ-ROJAS, D. M. & R. G. CARDENAS. 2011. Staphylinidae y Nitulidae (Coleoptera) asociados a inflorescencias de *Etilingera elatior* (Zingiberaceae). *Revista Colombiana de Entomología*, 37 (1): 357-359.

MEDEL, R., AIZEN, M., & R. ZAMORA. 2009. Ecología y Evolución de Interacciones planta-animal: Conceptos y aplicaciones. Editorial Universitaria, S.A. Santiago de Chile. CAPITULO 3 Diversidad de polinizadores, generalización ecológica y conservación de plantas. Pag 73.

MORENO, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

NAVARRETE-HEREDIA, J. L., NEWTON. A.F., THAYER, K., ASHE, J. S. & D.S. CHANDLER. 2002 Guía ilustrada para los géneros de Staphylinidae (Coleóptera) de México. Universidad Guadalajara y CONABIO, México.

NEWTON, F. A., GUTIERREZ-CHACÓN, C. & D. S. CHANDLER. 2005. Checklist of the Staphylinidae (Coleoptera) of Colombia. *Biota Colombiana*, 6 (1): 1 – 72.

NEWTON, A. F., THAYER, K., ASHE, J. S. & D. S. CHANDLER. 2000. Staphylinidae Latreille, 1802, pp. 272-418. In: R.H. Arnett Jr., M:C. Thomas (eds), *American Beetles*, Volumen 1 Archostemata, myxophaga, Adepaga, Polyphaga: Sataphyliniformia. CRC Press, Boca Raton, Florida.

NÚÑEZ, L. A. & R. ROJAS. 2008. Biología reproductiva y ecología de La polinización de la palma milpesos *Oenocarpus bataua* en los Andes colombianos. *Caldasia*, 30(1):101- 125.

OLESEN, J. M. & P. JORDANO. 2002. Geographic patterns in plant-pollinator mutualistic networks. *Ecology*, 83 (9): 2416-2424.

PACE, R. 1989. Aleocharinae neotropiche del Museo Ungherese di Storia Naturale (Coleoptera, Staphylinidae). *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici*, 81: 53-107

PATROCINIO, M. 2001. Plan de Ordenamiento Territorial-Municipio de Quibdó. Diagnostico Estructura General del Territorio.

PÉREZ, O., PARRA, E. & P. ORTIZ. 2009. Inventario orquideológico de la Reserva Bosque de Yotoco, Valle del Cauca. *Acta Agrónomica*. 58 (3): 189-196

PLOTKIN, M.J. & M.J. BALICK. 1984. Medicinal uses of South American palms. *Journal of Ethnopharmacology* 10: 157–179.

POT. Plan de Ordenamiento Territorial 2008-2019. Alcaldía Municipal de Tumaco. Recuperado de [http://www.tumaco-narino.gov.co/Nuestros\\_planes.shtml?apc=gbxx-1-&x=1366573](http://www.tumaco-narino.gov.co/Nuestros_planes.shtml?apc=gbxx-1-&x=1366573)

RAMIREZ-HERNANDEZ, A. 2009. “Variación intra-annual en una red compleja de Mutualismos Hormiga-Planta”. Tesis. Universidad Veracruzana, Facultad de Biología. Xalapa, Veracruz.

RAMIREZ-MORENO, G., & GALEANO G. 2011. COMUNIDADES DE PALMAS EN DOS BOSQUES DE CHOCÓ, COLOMBIA. *Caldasia*, 33(2): 315-329.

SANABRIA, B. C., ARMBRECHT, I. & C. GUTIERREZ-CHACÓN. 2008. Diversidad de estafilínidos (Coleóptera: Staphylinidae) en cinco sistemas productivos de los Andes Colombianos. *Revista Colombiana de Entomología*, 34 (2): 217-223.

SERES, A & N. RAMIREZ. 1995. Biología Floral y Polinización de Algunas Monocotiledóneas de un Bosque Nublado Venezolano. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 82 (1): 61-81.

STRAUSS, S. Y. 1997. Floral character link herbivores, pollinators, and plant fitness. *Ecology* 78: 1640-1645.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2008. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Recuperado de <http://www.R-project.org>.

VALIDO, A. RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, M. & P. JORDANO. 2010. Interacciones entre plantas y polinizadores en el Parque Nacional del Teide: Consecuencias Ecológicas de la Introducción masiva de la Abeja domestica (APIS MELLIFERA, APIDAE). Proyectos de investigación en parques nacionales: 2007-2010. Departamento de Ecología Integrativa, Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC), C/ Américo Vespucio s/n, La Cartuja, 41092 Sevilla.

VÁSQUEZ-VÉLEZ, L. M., BERMÚDEZ, C., CHACÓN, P. & F. H. LOZANO ZAMBRANO. 2010. Analysis of the richness of Staphylinidae (Coleoptera) on different scales of a sub-Andean rural landscape in Colombia. *Biodiversity Conservation* 19:1917–1931

VILLARREAL H., M. ÁLVAREZ, S. CÓRDOBA, F. ESCOBAR, G. FAGUA, F. GAST, H. MENDOZA, M. OSPINA & A. M. UMAÑA. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Segunda edición. Bogotá, Colombia. 236 p.

YOUNG, H. J. 1986. Beetle Pollination of *Dieffenbachia longispatha* (Araceae). *American Journal of Botany*, 73 (6): 931-944.