



UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM

Facultad de Ciencias de la Vida

Carrera de Ingeniería en Ecosistemas

**Visitantes florales asociados a palmas del género  
*Geonoma* en la provincia de Napo**

Omayra Elizabeth Urbina Vasconez

06 de agosto de 2021, ciudad de Tena, Napo, Ecuador

## DECLARACIÓN DE DERECHO DE AUTOR, AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Tena, 26 de marzo de 2021

Yo, Omayra Elizabeth Urbina Vasconez con documento de identidad N° 1501103376, declaro que los resultados obtenidos en la investigación que presento en este documento final, previo a la obtención del título de Ingeniera en Ecosistemas, absolutamente inéditos, originales, auténticos y personales.

En virtud de lo cual, el contenido, criterios, opiniones, resultados, análisis, interpretaciones, conclusiones, recomendaciones y todos los demás aspectos vertidos en la presente investigación son de mi autoría y de mi absoluta responsabilidad.

Por la favorable atención a la presente, suscribo de usted.

Atentamente,

Firma:



---

Omayra Elizabeth Urbina Vasconez

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Certifico que el trabajo de integración curricular titulado: Visitantes florales asociados a palmas del género *Geonoma* en la provincia de Napo, en la modalidad de: proyecto de investigación en formato tesis, fue realizado por: Omayra Elizabeth Urbina Vasconez, bajo mi dirección.

El mismo ha sido revisado en su totalidad y analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad Regional Amazónica Ikiam, para su entrega y defensa.

Tena, 26 de marzo de 2021

Firma:



Firmado electrónicamente por:

**MARIA CRISTINA  
PEÑUELA MORA**

.....

María Cristina Peñuela Mora

C.I: 1756861496

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a la Universidad Regional Amazónica Ikiam, por haberme abierto las puertas para poder estudiar mi carrera y formarme como científica, persona y profesional. A los docentes que con su conocimiento me guiaron, inspiraron y ayudaron a llegar al punto en el que me encuentro ahora.

A toda mi familia que me ha apoyado constantemente, de manera especial a mi hermano Juan Carlos Urbina y mi madre Zoila Vasconez que han sido mi fortaleza durante todo este proceso.

También extendiendo mi agradecimiento a mi tutora de Tesis PhD. María Cristina Peñuela por brindarme su amistad, conocimiento y apoyo incondicional durante gran parte de la carrera y todo el desarrollo de mi tesis.

Al proyecto BIOGEEC financiado por la cooperación alemana DAAD, que contribuyó económicamente para la fase de campo de esta investigación. De igual manera al Instituto de Fomento al Talento Humano, actualmente Senescyt, por su contribución económica mediante una beca, durante gran parte de la carrera.

Y para finalizar, también agradezco a mis compañeros de clase, colegas de investigación y amigos ya que gracias a su amistad y apoyo moral aportaron a seguir adelante en mi carrera universitaria.

## ÍNDICE GENERAL

|   |           |
|---|-----------|
| CARÁTULA .....  | i         |
| DECLARACIÓN DE DERECHO DE AUTOR, AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD .....   | ii        |
| CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR .....   | iii       |
| AGRADECIMIENTOS .....   | iv        |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....  | vii       |
| ÍNDICE DE TABLAS.....   | ix        |
| RESUMEN .....   | xi        |
| ABSTRACT.....   | xii       |
| <b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>  | <b>1</b>  |
| 1.1 Antecedentes .....  | 1         |
| Servicios ecosistémicos de las especies de <i>Geonoma</i> .....   | 1         |
| Polinización y visitantes florales en palmas .....  | 2         |
| 1.2 Planteamiento del problema .....  | 5         |
| 1.3 Justificación de la investigación .....   | 9         |
| 1.4 Objetivos de la investigación .....   | 10        |
| 1.4.1 General .....   | 10        |
| 1.4.2 Específicos .....   | 11        |
| <b>CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO .....</b>  | <b>12</b> |
| Sitios de muestreo .....  | 12        |
| Visitantes florales de especies del género <i>Geonoma</i> dentro de la provincia de Napo.....   | 13        |
| Redes complejas de interacción y su relación con caracteres morfológicos compartidos entre visitantes florales y especies de palmas de <i>Geonoma</i> . ..... | 15        |
| <b>CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN DE DATOS Y RESULTADOS.....</b>  | <b>16</b> |
| Especies de <i>Geonoma</i> dentro de la provincia de Napo .....   | 16        |
| Visitantes florales de especies del género <i>Geonoma</i> dentro de la provincia de Napo y catálogo fotográfico.....  | 21        |
| Redes complejas de interacción y su relación con caracteres morfológicos .....  | 24        |
| <b>CAPÍTULO IV: INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN.....</b>   | <b>31</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b> | <b>36</b> |
| REFERENCIAS.....                                       | 38        |
| ANEXOS .....   | 45        |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1.-</b> Especies, subespecies y morfoespecies de <i>Geonoma</i> en la provincia de Napo según bibliografía (Tabla 6-Anexos). .....   | 9  |
| <b>Figura 2.-</b> Sitios de colecta de especies, subespecies y morfoespecies de palmas dentro de la provincia de Napo. ....  | 12 |
| <b>Figura 3.-</b> Colecta de palmas en campo en la provincia de Napo, Ecuador: a-b: descripción de hábitat ( tipo de bosque (primario, secundario o pastizal), elevación y referencias de plantas que rodean) y de individuo (estado reproductivo,medidas y descripción completa de la planta (hojas y tallo) y partes reproductivas (infrutescencia o inflorescencia) y georeferenciación, c-d: colecta en bolsa de las hojas e inflorescencias y e: separación de insectos de la inflorescencia.....   | 14 |
| <b>Figura 4.-</b> Especies, subespecies y morfoespecies de <i>Geonoma</i> registradas en los sitios de estudio. a: Sendero entre las parroquias Tálag - Serena, b: Sendero en comunidad San Miguel de Palmeras-Misahuali, c: Senderos en la Reserva Biológica Jatun Sacha, d: Vía Baeza (línea café, e: Vía a Hollín, f: Senderos de la Reserva Biológica Colonso Chalupas lado izquierdo superior: Sendero Chunchu 1 y lado derecho :Sendero Shitig y g: Sendero en la comunidad Santa Rita. Cada mapa tiene diferente escala debido a que el área cubierta en cada sitio es distinta, ya que se muestrearon espacios específicos y espacios grandes, sin localidad exacta, tal como es el caso de la vía a Baeza. .... | 20 |
| <b>Figura 5.-</b> Morfoespecies encontradas en las inflorescencias de especies del género <i>Geonoma</i> dentro de la provincia de Napo. <b>Coleoptera</b> (a-al): Curculionidae (a-s), Nitidulidae (t-al), <b>Dermaptera</b> (am-aq), <b>Diptera</b> (ar-bi), <b>Hymenoptera</b> (bj-bw), <b>Lepidoptera</b> (bx), <b>Araneae</b> (by-bz) , otros (ca-ce) y larvas (cf-cj). ....  | 23 |
| <b>Figura 6.-</b> Módulos de interacción especies de <i>Geonoma</i> y visitantes florales. La matriz muestra tres módulos de diversas relaciones. La intensidad de color representa la frecuencia de interacción, donde el tono más oscuro hace referencia a la mayor cantidad de individuos registrados en la especie y el tono más claro una baja cantidad de individuos registrados. ....   | 25 |
| <b>Figura 7.-</b> Red de interacciones de especies de <i>Geonomas</i> con visitantes florales. El ancho de las barras rojas indica el mayor o menor número de morfoespecies de insectos que  |    |

visitan la palma y el ancho de las barras verdes indican el número de interacciones que tiene cada insecto con las especies de palmas. El ancho de las líneas conectores hacen referencia a la fuerza o intensidad de la interacción. .... 25

**Figura 8.-** Clasificación de morfoespecies de visitantes florales según su aporte a la conectividad e intensidad de interacciones de la red modular. Los números hacen referencia a la ubicación de las morfoespecies. CIR: N° 1 : Diptera (bg) ; CIM: N°50: Larvas (ci) , N°10: Curculionidae (a), N° 5: Nitidulidae (z) ; CR: N° 12: Nitidulidae (al), N°8: Curculionidae (h) , N°4: Nitidulidae (ae), N° 2: Curculionidae (n). .... 28

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1.-</b> Información de los estudios en morfología floral, biología reproductiva, fenología floral, química de esencias y polinizadores de especies, subespecies y morfoespecies de <i>Geonoma</i> registradas en Ecuador. Se presentan datos del lugar donde se realizaron los estudios y las referencias. ....  | 7  |
| <b>Tabla 2.-</b> Especies de palmas del género <i>Geonoma</i> colectadas en la provincia de Napo. Fl: Floración; Fr: Fructificación; “-“: No presenta inflorescencia ni infrutescencia, los cuadros vacíos: Tiempo que no se realizó el muestreo. ....  | 20 |
| <b>Tabla 3.-</b> Riqueza y abundancia de morfoespecies de visitantes florales de especies de <i>Geonoma</i> dentro de la provincia de Napo. ....  | 23 |
| <b>Tabla 4.-</b> Valor de especialización, de interacción y contribución de anidamiento de especies del género <i>Geonoma</i> según el modelo de módulos de interacción. La especialización es equivalente a 0 si son especies no especializadas y a 1 si son especies muy especializadas. Los valores de contribución no tienen un mínimo o un máximo, sin embargo, mientras más grande son los valores positivos contribuyen más al anidamiento y valores negativos más grandes no contribuyen al anidamiento de la red modular. El valor de interacción tiene un umbral a partir de 0, donde los valores positivos hacen referencia que las morfoespecies de visitantes florales dependen de las especies de palmas y los valores negativos indican que las especies de palmas dependen de las morfoespecies de visitantes florales..... | 27 |
| <b>Tabla 5.-</b> Número de morfoespecies de visitantes florales totales, compartidas y no compartidas de este estudio por especies de palma y cantidad número de caracteres compartidos entre especies. Las especies en negrillas hacen referencia a las especies con las que se encontró mayor número de morfoespecies interactuantes entre las especies. No se colocó caracteres compartidos en las morfoespecie y subespecie ya que la determinación de caracteres exactos debe ser realizada por un experto y examinación minuciosa.....  | 29 |
| <b>Tabla 6.-</b> Polinizadores y visitantes florales encontrados diferentes estudios de 11 especies de <i>Geonoma</i> en la provincia de Napo, Ecuador. ....  | 32 |

**Tabla 7.-** Localización y elevación de especies, subespecies y morfoespecies de palmas del género *Geonoma* en la provincia de Napo. .... 45

**Tabla 8.-** Caracteres de hojas, flores y frutos analizados en Henderson [3] . Los caracteres 0-6 hace referencia a características de hojas y tallos, 7-22 características de inflorescencias y flores y 23-29 a frutos. Los colores (a excepción del blanco, que indican características únicas entre las especies comparadas) hacen referencia a las características compartidas por las diferentes especies. .... 47

## RESUMEN

El género *Geonoma* es de los más diversos entre las palmas. En Ecuador están registradas 32 especies que representan el 30% de palmas en el país y el 47% de todo el género. Son parte importante de la estructura del sotobosque de los bosques neotropicales de piedemonte, pero a la vez son muy vulnerables a los disturbios y cambios de uso del suelo. En la provincia de Napo se encuentra la mayoría de registros del género realizados hace más de 20 años. A pesar de la riqueza y la importancia de las especies existe poco conocimiento ecológico de la mayoría de éstas. Con el fin de conocer las interacciones de estas especies de palmas con artrópodos se recolectó los visitantes florales de *Geonomas* en la provincia. Entre enero-marzo de 2020, y octubre 2020-febrero de 2021, se recolectó inflorescencias de diez especies, una morfoespecie y una subespecie. Los insectos de las inflorescencias fueron separados por morfotipos, contados y fotografiados. Posteriormente, se generó una red de interacción entre especies de palmas y sus visitantes florales para ver cuales de estos son compartidos y tienen mayor o menor interacción con las diferentes especies. Se encontraron 87 morfoespecies de artrópodos, en orden de riqueza y abundancia a coleópteros (37 morfoespecies), dípteros (18) e himenópteros (14). Este es el primer estudio que arroja información acerca de los visitantes florales de *G. hollinensis* y *G. longepedunculata* y contribuye a extender la lista de registros de visitantes florales de *G. deversa*, *G. macrostachys* morf. *atrovirens* y *G. stricta* subsp. *arundinacea*.

**Palabras claves:** Arecaceae, palmas, redes de interacción, artrópodos, *Geonoma*.

## ABSTRACT

The genus *Geonoma* is one of the most diverse among palms. In Ecuador alone, 32 species are reported, representing 30% of the richness of palms in the country and 47% of the genus. *Geonoma* palms are an important part of the understory structure of neotropical piedmont forest, but at the same time, they are very vulnerable to disturbances and changes in land use. Most of the species have been reported in the Napo province. Despite, the richness and importance of the species, there is little ecological knowledge about most of them. With the aim to contribute to filling this knowledge gap, we have collected the floral visitors of eight species, one morphospecie and one subspecie (51 inflorescences), between January and March 2020, and October 2020 and February 2021. We have separated, counted and photographed by morphotypes arthropods in the inflorescences. We have also graphed the interaction network using a bipartite package in R, to check relations between palm and insects. We found 87 morphospecies of arthropods: 37 coleoptera, 18 diptera, and 14 hymenopterans. This is the first study that yields information about the floral visitors of *G. hollinensis* and *G. longepedunculata* and our information contributes to extend the list of records of floral visitors of *G. deversa*, *G. macrostachys* morf. *atrovirens* and *G. stricta* subsp. *Arundinacea*.

**Keywords:** Arecaceae, palms, interaction networks, arthropods, *Geonoma*.

## CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 Antecedentes

La familia Arecaceae tiene una distribución pantropical, e incluye especies de crecimiento arbóreo, arbustivo y trepador [1]. En Ecuador se encuentra cerca del 30% de las especies conocidas para toda América con 31 géneros y 136 especies de las cuales 13 son endémicas y siete especies se encuentran seriamente amenazadas según datos de la UICN [1]. La Amazonía ecuatoriana presenta 34 especies, por lo cual es la región con mayor diversidad de especies de palmas del país [2]. Los géneros con mayor número de especies en Ecuador son *Aiphanes*, *Bactris*, *Geonoma* y *Wettinia*.

*Geonoma* cuenta con 32 especies registradas dentro del país, que representan el 30% del total de palmas de Ecuador y el 47% de todo el género. Esta alta diversidad está asociada a su gran variabilidad morfológica. De hecho el número de especies es aún controvertido, ya que existen especies en formación o subespecies, por tener características particulares que las distinguen de las características promedio de la especie a la que pertenecen [3]. Por otra parte, hay especies que presentan morfoespecies debido a que poseen numerosas variantes morfológicas, su clasificación taxonómica es difícil de establecer, como ocurre con *Geonoma macrostachys* Martius [4].

#### **Servicios ecosistémicos de las especies de *Geonoma***

En general, las palmas son consideradas especies claves dentro del ecosistema ya que es un grupo de gran importancia económica y un elemento sobresaliente en la estructura y ecología de los bosques tropicales [5]. Presentan una alta diversidad de especies y abundancia de individuos que dominan extensas áreas de suelos de distinto tipo, incluso pobres o mal drenados [6]. Las palmas ofrecen diversos servicios ecosistémicos [5]; son valiosas en la dieta de varios invertebrados que se alimentan de sus flores o frutos y de cientos de aves, mamíferos e incluso peces que consumen sus frutos ricos en nutrientes

[7,8]. Por otra parte, proveen materiales para construcción, artesanías y alimentos, ya sean directos de sus frutos, palmitos y aceites, los mismos que son comercializados, generando fuentes de ingreso para los pobladores indígenas de muchas comunidades [9].

El servicio de aprovisionamiento de alimento a aves y mamíferos genera una importante interacción de tipo mutualista, ya que estas ofrecen recursos frutales y florales, donde varias especies de mamíferos remueven y transportan semillas para la regeneración de estas especies [10]. Los frutos de *G. cuneata* H. Wendl. Ex Spruce, son ampliamente consumidos por frugívoros de sotobosque como la pava de monte, siendo a su vez beneficioso para la germinación de plántulas de esta especie [11,12]. Los servicios culturales involucran la provisión de materiales para artesanías o para construcción. Las semillas de *G. congesta* H. Wendl. Ex Spruce, una palma del bosque bajo en Esmeraldas, son usadas para producción de colorantes. Otras especies como *G. deversa* y *G. macrostachys*, son fuente de hojas para techar entre los grupos étnicos Waorani de la Amazonía Ecuatoriana, Cocama en Perú y Emberá en Colombia. Aparte de su uso comunitario, las hojas de *G. macrostachys* son también comercializadas para techado [4]. Los tallos de *G. deversa*, *G. divisa* H.E. Moore, y *G. stricta*, tienen un uso artesanal en la construcción de herramientas, y utensilios en el grupo étnico colombiano Muinane [9,13].

Es evidente la importancia de mantener las poblaciones de palmas estables para preservar la estructura de las comunidades en diversos bosques tropicales y por los servicios culturales que brinda. Este mantenimiento por supuesto depende de los mecanismos de polinización y de dispersión de las mismas que garanticen la viabilidad de sus poblaciones.

### **Polinización y visitantes florales en palmas**

Los estudios de biología reproductiva que incluye la polinización son determinantes para los procesos de regeneración, sucesión y restauración de bosques [14]. En palmas, una proporción considerable de estos estudios se han desarrollado en especies de interés comercial como *Aphandra natalia* (Balslev & A.J. Hend.) Barfod, *Bactris gasipaes* Kunth, *Iriartea deltoidea* Ruíz & Pav., *Phytelephas aequatorialis* Spruce [2] y varias especies del género *Euterpe* y *Mauritia*, entre otras [15,16].

La polinización es un factor determinante en la evolución, diversificación floral y biología reproductiva de las palmas [7]. Dentro de esta familia existen varios síndromes de polinización que atraen una alta diversidad de visitantes florales. Los síndromes de polinización son un conjunto de características de la flor (forma, color, néctar, polen y esencias) que generan atracción de ciertas especies de polinizadores hacia las flores particulares [10,17]. Henderson y colaboradores [18] determinaron tres síndromes importantes de polinización en las palmas: polinización por coleópteros (cantarofilia), por abejas (melitofilia) y por moscas (miofilia). Sin embargo, también se tiene en cuenta el papel de otros taxa y fenómenos, ya que Barfod y colaboradores [7] afirman que de una gran cantidad de especies de palmas estudiadas el 65% son polinizadas por coleópteros, 26% por himenópteros, 8% por dípteros, 7% por viento y 3% por mamíferos. Estos síndromes desarrollan un rol importante en el flujo de genes y reducen la probabilidad de diferenciación microgeográfica y subestructuración de la población [7], dado que controla los patrones de transmisión genética dentro y entre las poblaciones.

Las especies del género *Geonoma* usualmente son monoicas con inflorescencias espigadas o ramificadas inter o intrafoliares [19]. La estructura, rasgos y fenología de la inflorescencia juega un papel transcendental en la atracción de polinizadores, así como las diferencias morfológicas entre las flores estaminadas y pistiladas [7]. Estudios en 11 especies de *Geonoma* demuestran una gran variedad de polinizadores y visitantes florales [20] predominado por abejas, escarabajos y por moscas.

El estudio de ecología de la polinización involucra varios aspectos relacionados al sistema de polinización y grado de especialización [21]. Esta base contribuye a determinar las relaciones plantas-polinizadores en una dimensión comunitaria o también conocidas como redes complejas de mutualismos o polinizadores [10]. Este conocimiento es un pilar fundamental para establecer programas de conservación eficaces, puesto que con esto se conoce las interrelaciones que condicionan el proceso coevolutivo de la diversidad biológica de los ecosistemas [10]. Además, de conocer y evaluar los efectos de las perturbaciones, que podrían incluso generar fenómenos de extinción en cascada [21].

Las redes de ensamblaje que se desarrollan entre especies vegetales-polinizadores pueden ser estudiadas mediante análisis de redes complejas o teoría de grafos. La teoría de grafos

hace referencia a una red en representación gráfica de un conjunto de elementos que son los nodos y de las interacciones o enlaces entre estos [22]. Las redes de interacciones son bipartitas, ya que los nodos representan dos tipos de organismos y las conexiones que pueden generarse entre ellos, son representados mediante enlaces. Estas redes pueden ser cualitativas y ponderadas, si además de la información de presencia- ausencia de los enlaces la red contiene información cuantitativa sobre la medida de intensidad o de interacción. Este tipo de redes de interacciones mutualistas son analizadas a nivel de comunidad y se destacan varias propiedades como: la heterogeneidad, que es el número de nodos por cada tipo de grupo interactuante; la asimetría, que da a conocer cuándo nodos de distinto grado establecen enlaces entre ellos en la red; el grado de anidamiento de la red y de las especies que mide la cohesión que existe entre nodos o grupos interactuantes (plantas o animales), y finalmente la modularidad, que es generada cuando la red presenta unidades al tener grupos de nodos que interactúan entre ellos pero no interactúan con otros grupos [22,23].

Actualmente, las redes planta-frugívoro y planta-polinizador, son las que han recibido mayor atención ya que permiten estudiar los patrones estructurales y ecológicos que son considerados en acciones de gestión y mantenimiento de interacciones en el ecosistema [24]. En las redes de las interacciones especies de planta-animal, un grupo de nodos está representado por los animales y el otro por las plantas, en donde los enlaces pueden representar visitas de los animales a las flores. Las redes de interacción no representan sólo flujo de energía, sino la prestación de un servicio, en este caso la polinización o visita a la flor para ovoposición [21,25]. La especialización, hace referencia al nicho ecológico restringido para cada especie en términos de recursos o hábitats [25], en este caso, organismos que interactúan con una planta específica y no con otras. La especialización es explicada a nivel de red y de grupo o especie, donde explica el grado de especialización de las especies interactuantes en redes mutualistas mediante la medición de la segregación de las especies (valores cercanos a uno sugieren una partición de nicho alta con alta especialización a nivel de comunidad, en cambio los valores bajos dan a conocer niveles bajos de especialización) [21,23,25].

## 1.2 Planteamiento del problema

La información acerca de la biología reproductiva del género *Geonoma* es escaso, solamente 30 de las 68 especies y 90 subespecies de este género [7] han sido estudiadas. En Ecuador de las 32 especies registradas se conoce la morfología floral de seis especies y dos morfoespecies, y la fenología floral de ocho (Tabla 1). Los estudios existentes de biología reproductiva han sido realizados en Brasil, Colombia, Costa Rica, Perú, y únicamente el de *G. cuneata* se realizó en Ecuador [26–28]. En cuanto a los polinizadores hay estudios de cuatro especies y de la química de esencias de ocho especies [10,20,26,29–32].

Por otro lado, la interacción existente entre las plantas y polinizadores es una importante contribución de diversidad global, ya que es un determinante clave en la evolución floral mundial [33]. Sin embargo, el mantenimiento de los aspectos biológicos como la fenología, el comportamiento y la abundancia relativa de especies de polinizadores y visitantes florales [34,35] se ha visto amenazado. Dentro de esos problemas están diversas actividades humanas como la fragmentación del hábitat, el cambio climático y especies invasoras [34], debido a que influyen fuertemente en los patrones espacio-temporales de las redes de interacción de plantas y polinizadores [36].

Memmott y colaboradores [36] analizando datos de cambios fenotípicos y de polinizadores con especies de la familia Asteraceae, registraron una reducción entre el 17 y el 50% de recursos florales disponibles de todas especies polinizadoras. Este cambio ha generado la reducción de plantas alimenticias y consigo la extinción prevista de polinizadores y sus interacciones más cruciales. Si la disponibilidad de recursos florales se reduce, las plantas y polinizadores también son afectados, por lo que se podría generar cascadas de extinción [10].

Actualmente, existe una disminución alarmante de polinizadores a nivel mundial, denominada la crisis de la polinización [14]. Se proyecta que este fenómeno generará un desequilibrio ambiental mundial a futuro ya que el 75% de la vegetación mundial depende de las abejas y otros polinizadores [37]. Por lo tanto, es necesario conocer los polinizadores

de especies claves dentro de la estructura de los ecosistemas y para las comunidades, de manera a evitar extinciones.

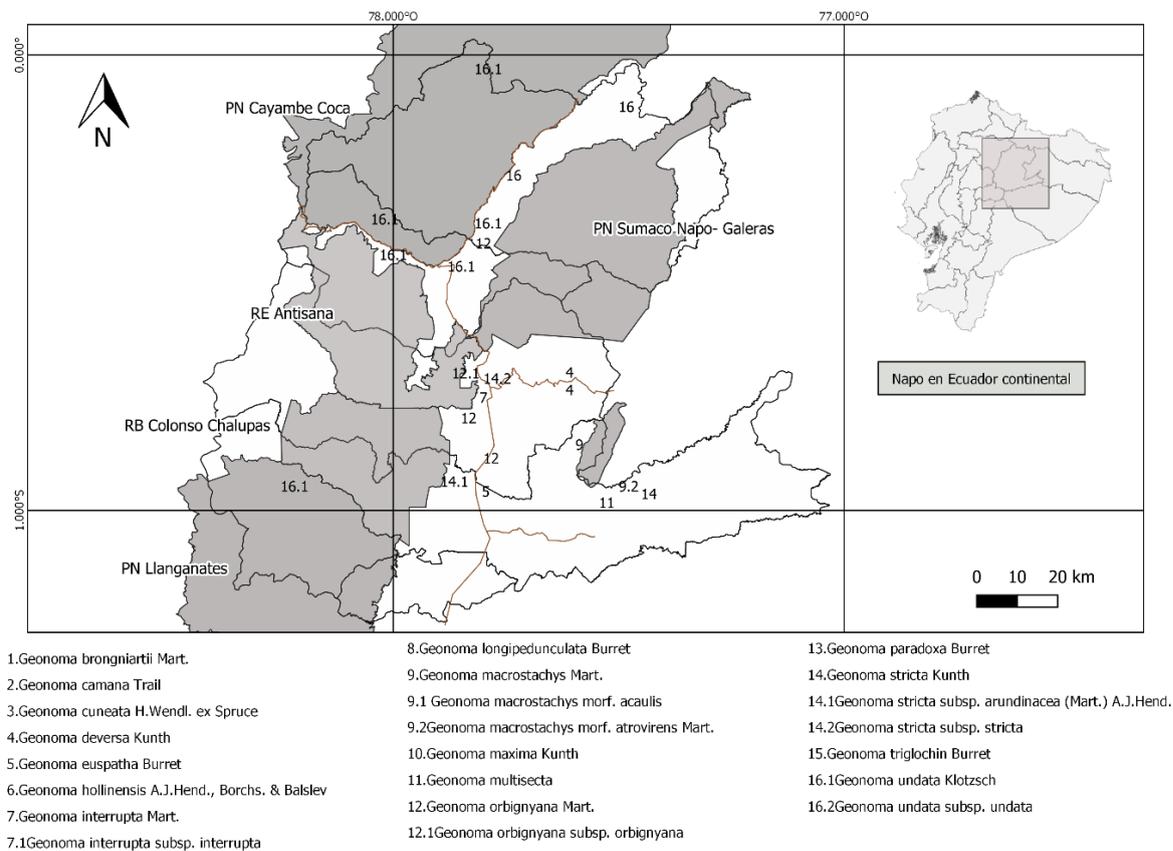
**Tabla 1.-** Información de los estudios en morfología floral, biología reproductiva, fenología floral, química de esencias y polinizadores de especies, subespecies y morfoespecies de *Geonoma* registradas en Ecuador. Se presentan datos del lugar donde se realizaron los estudios y las referencias.

| Estudio               | País y ecosistema  | Especies, subespecie o morfotipo  | Referencia   |
|-----------------------|--|---|--|
| Biología reproductiva | Brasil. Sabana tropical.   | <i>G. brevispatha</i>   | Ostrorog & Barbosa [28]  |
|                       | Ecuador. Bosque siempre verde pie montano.   | <i>G. cuneata</i>   | Borchesenius[26]   |
|                       | Brasil. Bosque húmedo de tierras bajas.  | <i>G. deversa</i>   | Santos [27]  |
|                       | Costa Rica. Bosque piemontano.   |   |  |
|                       | Colombia Bosque de rebalse, bosque de arenas blancas o varillal y el cananguchal.  | <i>G. epetiolata</i><br><i>G. macrostachys</i> morf. <i>acaulis</i> (Antes <i>Geonoma acaulis</i> y <i>G. ecuadoriensis</i> ) | Martén, & Quesada [19]<br>Barreno [20]                             |
| Fenología floral      | Ecuador. Bosque siempre verde pie montano.   | <i>G. cuneata</i><br><i>G. orbignyana</i>   | Borchesenius[26]<br>Rodríguez-Buriticá et. al.[38]                 |
|                       | Brasil. Bosque húmedo de tierras bajas.  | <i>G. deversa</i><br><i>G. maxima</i>   | Henderson et. al. [18]<br>Santos [27]                              |
|                       | Perú. Amazonía de tierras bajas- bosque húmedo tropical.                           | <i>G. gracilis</i><br><i>G. interrupta</i><br><i>G. macrostachys</i>  | Listabarth [39]  |
|                       | Colombia. Bosque de rebalse, bosque de arenas blancas o varillal y el cananguchal. | <i>G. macrostachys</i> morf. <i>acaulis</i>   | Barreno [20]   |
|                       | Química de esencia floral  | Ecuador. Bosque de tierra firme siempre verde y   | <i>G. brongniartii</i><br><i>G. máxima</i><br><i>G. orbignyana</i> |

|                   |  |  |   |
|-------------------|--|--|---|
|                   | <p>bosque inundable por aguas blancas y negras.</p> <p>Ecuador y Puerto Rico. Bosque de tierra firme siempre verde y bosque inundable por aguas blancas y negras.</p>  | <p><i>G. stricta</i><br/><i>G. triglochis</i><br/><i>G. undata</i></p> <p><i>G. macrostachys</i><br/><i>G. polyandra</i></p>   | <p>Knudsen [29]</p> <p>Knudsen[41]<br/>Knudsen et. al.[29]</p>  |
| Morfología floral | <p>Venezuela Bosque nublado</p> <p>Perú Bosque de tierras bajas.</p> <p>Ecuador Bosque de tierra firme siempre verde.</p> <p>Colombia Bosque de rebalse, bosque de arenas blancas o varillal y el cananguchal.</p> | <p><i>G. interrupta</i></p> <p><i>G. macrostachys</i> morf. <i>atrovirens</i> (Antes <i>G. atrovirens</i>)</p> <p><i>G. undata</i></p> <p><i>G. máxima</i></p> <p><i>G. polyandra</i></p> <p><i>G. macrostachys</i> morf. <i>acaulis</i></p> | <p>Stauffer et. al.[42]<br/>Henderson et. al. [3]</p> <p>Stauffer [43]</p> <p>Barreno [20]</p>  |
| Polinizadores     | <p>Ecuador. Bosque siempre verde pie montano.</p> <p>Perú Bosques de tierras bajas.</p> <p>Colombia. Bosque húmedo.</p> <p>Ecuador. Bosque de tierra firme siempre verde y bosque inundable por aguas blancas.</p> | <p><i>G. cuneata</i></p> <p><i>G. interrupta</i><br/><i>G. orbignyana</i></p> <p><i>G. stricta</i><br/><i>G. undata</i></p> <p><i>G. macrostachys</i> morf. <i>acaulis</i></p> <p><i>G. macrostachys</i></p>                                 | <p>Borchesenius[26]</p> <p>Núñez [10] , Listabard [39]</p> <p>Knudsen [29], Grimaldi et. al. [30] y Arroyave &amp; Cardona [31]</p> <p>Barreno [20]<br/>Olesen [32]</p> |

### 1.3 Justificación de la investigación

La provincia de Napo, con un área de 12 542 km<sup>2</sup> y 10 ecosistemas que van desde bosque piemontano hasta páramo [44], cuenta con el mayor número de especies del género *Geonoma* en el país: 16 especies, cinco subespecies y dos morfoespecies (55.5%) [9], con referencias en documentos y registro de la mayoría de especies de hace 23 años [3,45] (Figura 1 y Tabla 6-Anexo 1).



**Figura 1** .-Especies, subespecies y morfoespecies de *Geonoma* en la provincia de Napo según bibliografía (Tabla 6-Anexos).

Las altas tasas de deforestación de la amazonia [46] es una de las preocupaciones actuales más importantes, ya que involucra cambios ambientales, socioeconómicos y políticos. En la amazonia ecuatoriana, el cambio de uso de la tierra que se ha venido reportando con

más fuerza desde 1970, es una de las actividades que afectan particularmente a la dinámica, estructura y biodiversidad en el bosque [47–49]. La construcción de carreteras, tuberías de petróleo y expansión agrícola son algunos de los problemas que afectan el bosque del valle del río Napo, ya que según Sierra [49], más del 85% de la tierra despejada de la cuenca es transformada en pastos que incrementan la erosión, pérdida de fertilidad y genera la compactación del suelo [48,50]. Por lo tanto, considerando que la constante reducción de vegetación lleva consigo la pérdida de biodiversidad en los ecosistemas de la provincia y que las palmas son un componente clave en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, se propone las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuáles son los grupos taxonómicos de visitantes florales de las especies de palmas del género *Geonoma* presentes en la provincia de Napo?
- ¿Existen visitantes florales asociados a más de una especie de palma del género *Geonoma*?

Considerando la información existente se propone como hipótesis:

H<sub>1</sub>: Las flores de especies del género *Geonoma* en la provincia de Napo serán visitadas en su orden por coleópteros, dípteros e himenópteros.

H<sub>2</sub>: Las especies de *Geonoma* que presentan mayor número de caracteres morfológicos similares compartirán más visitantes florales entre sí que con especies que no comparten.

## **1.4 Objetivos de la investigación**

### **1.4.1 General**

Determinar las redes de interacción entre visitantes florales y palmas del género *Geonoma* en la provincia de Napo.

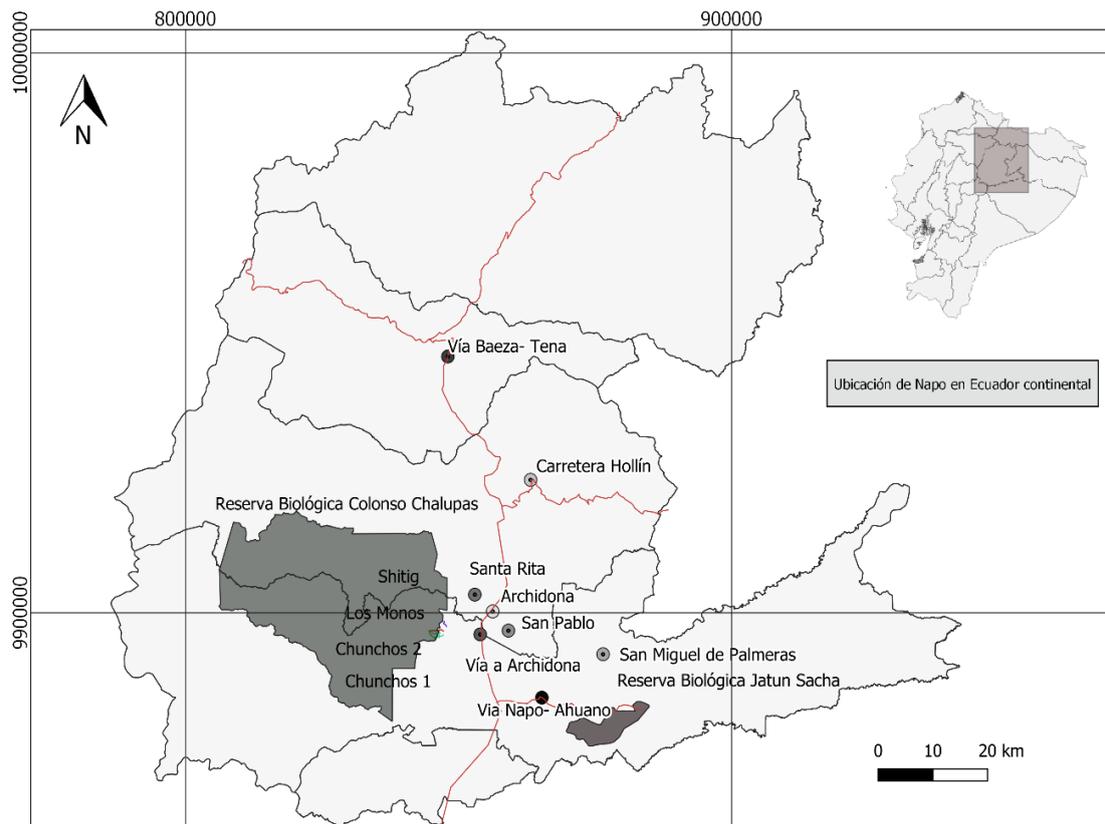
#### 1.4.2 Específicos

- Identificar las morfoespecies de visitantes florales de especies del género *Geonoma* dentro de la provincia.
- Generar un catálogo fotográfico de las morfoespecies de visitantes florales de especies del género *Geonoma*.
- Determinar las redes complejas de interacción y su relación con caracteres morfológicos compartidos entre visitantes florales y especies de palmas del género *Geonoma*.

## CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO

### Sitios de muestreo

Los sitios de muestreo se escogieron a partir de la información y registros de especies, subespecies y morfoespecies que Henderson y colaboradores [3,9,45] y *el GBIF* presentaban para la provincia en años anteriores (90s la mayoría de especies y 2008, solo una especie). Las localidades pertenecen a tres de los cinco cantones de la provincia: Quijos, Archidona y Tena (Figura 2). La elevación de los sitios de colecta varía entre 400 y 1900 m s. n. m., e incluyen los senderos de la Reserva Biológica Colonso Chalupas, Reserva Biológica Jatun Sacha y propiedades naturales de tipo privado a lo largo de las vías Baeza-Tena, Vía Archidona, Vía a Hollín y Vía Ahuano – Tena.



**Figura 2-** Sitios de colecta de especies, subespecies y morfoespecies de palmas dentro de la provincia de Napo.

### Visitantes florales de especies del género *Geonoma* dentro de la provincia de Napo.

Entre enero-marzo 2020 y octubre 2020-febrero 2021 se realizó de tres a seis visitas a los sitios de muestreo. Estas visitas fueron realizadas bajo el permiso de investigación científica N° 36 – 19-IC-FAU/FLO-DPAN/MA. En las visitas se realizó la colecta de hojas de individuos fértiles y las inflorescencias, tanto para muestras de herbario e identificación, como para la extracción de visitantes florales. Cada individuo fue georreferenciado y su hábitat descrito (Figura 3a – 3b). La colecta se realizó utilizando una bolsa plástica con la que se envolvió completamente la inflorescencia, obteniendo con ella los visitantes florales del individuo (Figuras 3c- 3d). Las inflorescencias fueron medidas y los visitantes florales fueron separados y almacenados en alcohol al 96% con su respectiva etiqueta (Figura 3e).



**Figura 3.-** Colecta de palmas en campo en la provincia de Napo, Ecuador: a-b: descripción de hábitat ( tipo de bosque (primario, secundario o pastizal), elevación y referencias de plantas que rodean) y de individuo (estado reproductivo, medidas y descripción completa de la planta (hojas y tallo) y partes reproductivas (infrutescencia o inflorescencia) y georreferenciación, c-d: colecta en bolsa de las hojas e inflorescencias y e: separación de insectos de la inflorescencia.

Luego de la colecta, las palmas se herborizaron e identificaron a nivel de especie, subespecie o morfoespecie utilizando claves taxonómicas disponibles en Henderson y colaboradores [45,51], herbarios virtuales, y con ayuda de expertos en palmas. Las exicatas están almacenadas en la Universidad Regional Amazónica Ikiam y en el herbario Nacional de INABIO.

Los visitantes florales se obtuvieron primero sacudiendo las inflorescencias en la bolsa con alcohol al 96%. Luego se separó la inflorescencia y se extrajo los visitantes más arraigados con el uso de pinceles. Posteriormente, se separaron los visitantes florales en morfo especies a partir de rasgos morfológicos y se fotografiaron usando estereomicroscopios marca Leica EZ4E (Figura 3e) para generar una guía de visitantes florales. Utilizando guías y fotografías de entomología [52] y de estudios previos [53–56], se identificó los visitantes florales hasta orden y algunos hasta familia. Por último, se contó la cantidad de morfoespecies por inflorescencia de manera a establecer la abundancia de cada uno. Se generó una colección de referencia que se depositará en el Instituto Nacional de Biodiversidad (INABIO).

## **Redes complejas de interacción y su relación con caracteres morfológicos compartidos entre visitantes florales y especies de palmas de *Geonoma*.**

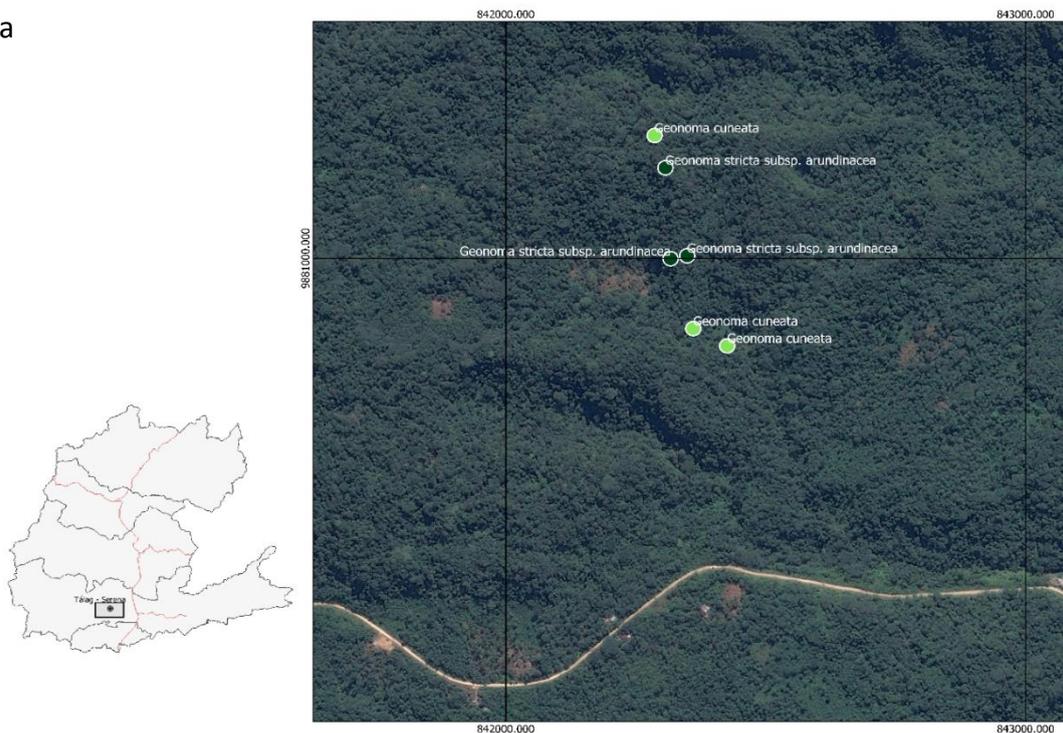
A partir de la información de presencia (1) ausencia (0) de las morfoespecies de visitantes florales en cada especie del género colectada, se determinaron las especies con mayor riqueza de visitantes florales, así como las interacciones entre visitantes florales y palmas. Estas también permiten determinar la fuerza de la interacción entre los dos grupos. Se realizó un análisis de modularidad y construcción de redes bipartitas con fuerza de interacción, utilizando R studio [10,24] y el uso del paquete “bipartite”. Posteriormente se realizó el cálculo de valores de especialización, de interacción y contribución al anidamiento de la red por parte de especies de palmas y de morfoespecies de visitantes florales. Además, para establecer la relación de los caracteres morfológicos de las especies de palmas y las interacción encontradas se realizó la comparación de caracteres morfológicos de las especies de palmas analizadas, usando la información obtenida por Henderson [3] con las redes bipartite obtenidas previamente.

### CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

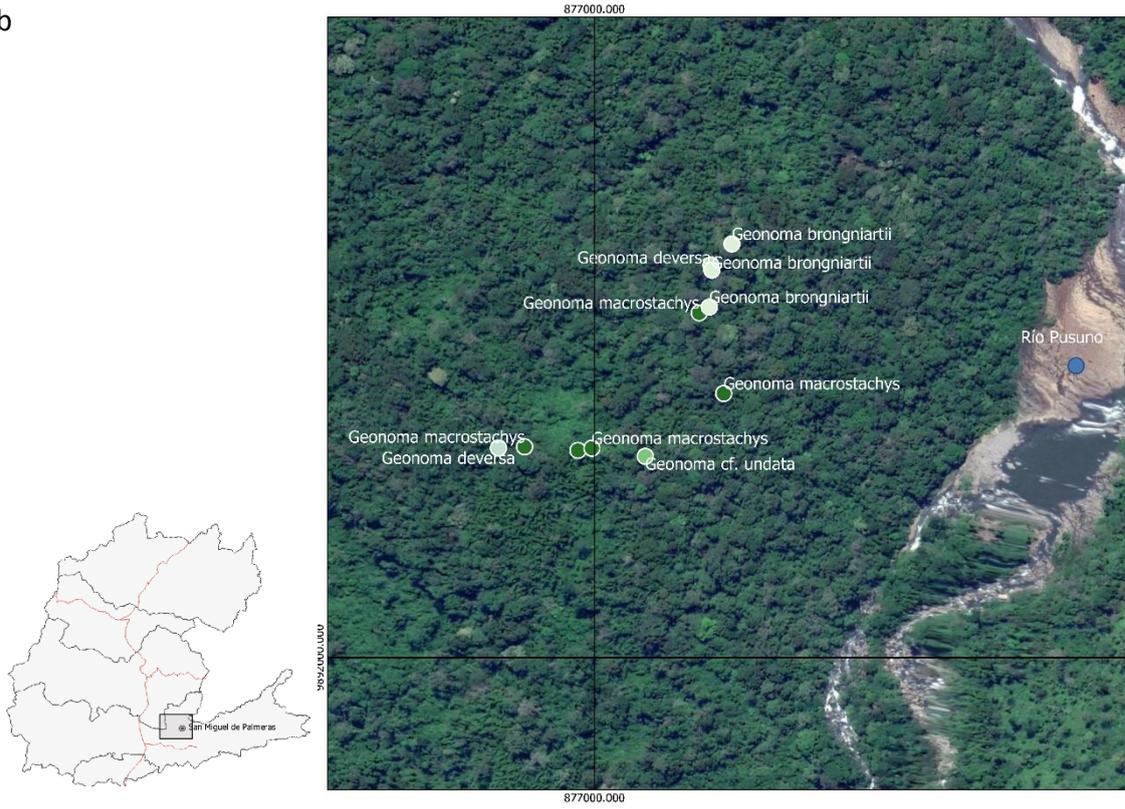
#### Especies de *Geonoma* dentro de la provincia de Napo

En el área de muestreo se encontró 12 especies, una subespecie y dos morfoespecies. Cuatro especies (*G. camana*, *G. maxima*, *G. multisecta* y *G. paradoxa*) y tres subespecies no se encontraron en ninguno de los sitios de muestreo. El 43.75% de especies fueron registradas en más de un sitio de colecta, por lo que *G. brongniartii*, *G. deversa*, *G. euspatha*, *G. hollinensis*, *G. macrostachys morf. acaulis*, *G. macrostachys morf. atrovirens* y *G. orbignyana* pueden ser consideradas como especies y morfoespecies esporádicas ya que han sido encontradas en un solo lugar de colecta. En cambio, *G. cuneata*, *G. interrupta*, *G. longepedunculata*, *G. macrostachys*, *G. stricta*, *G. stricta subsp. arundinacea* y *G. undata* son especies que han sido registradas en más de tres sitios de estudio.

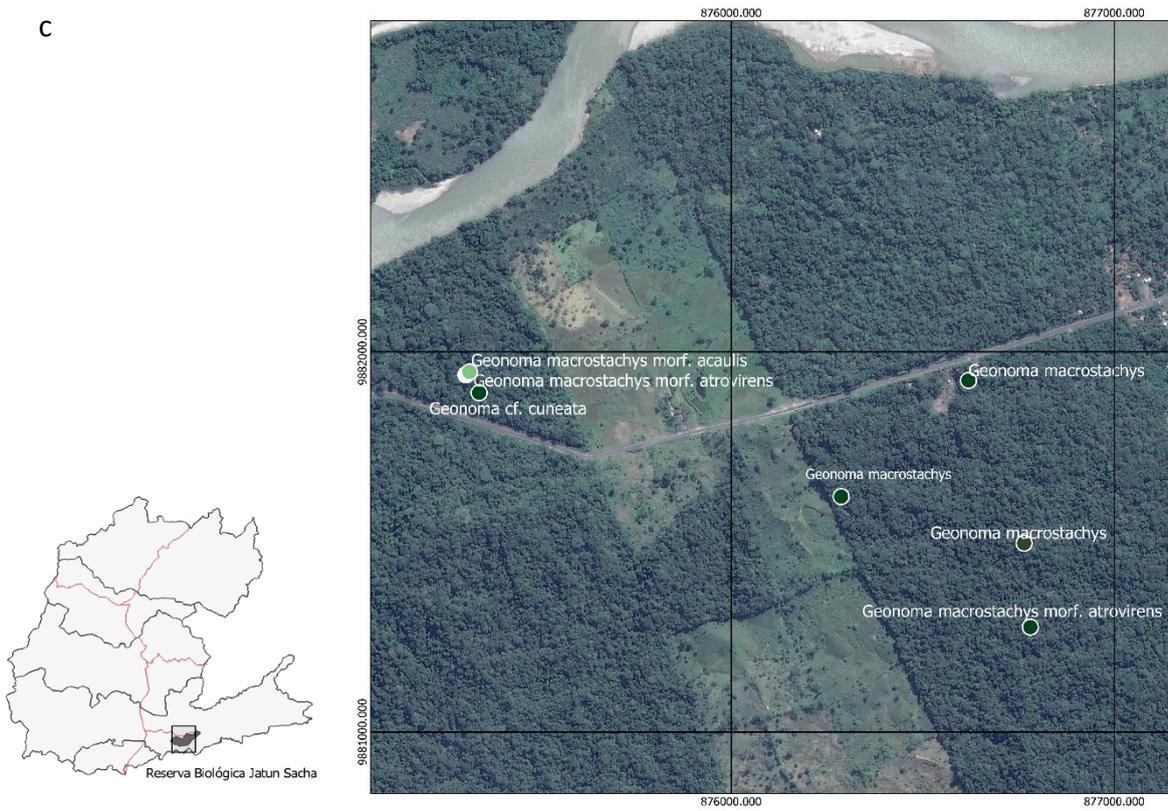
a



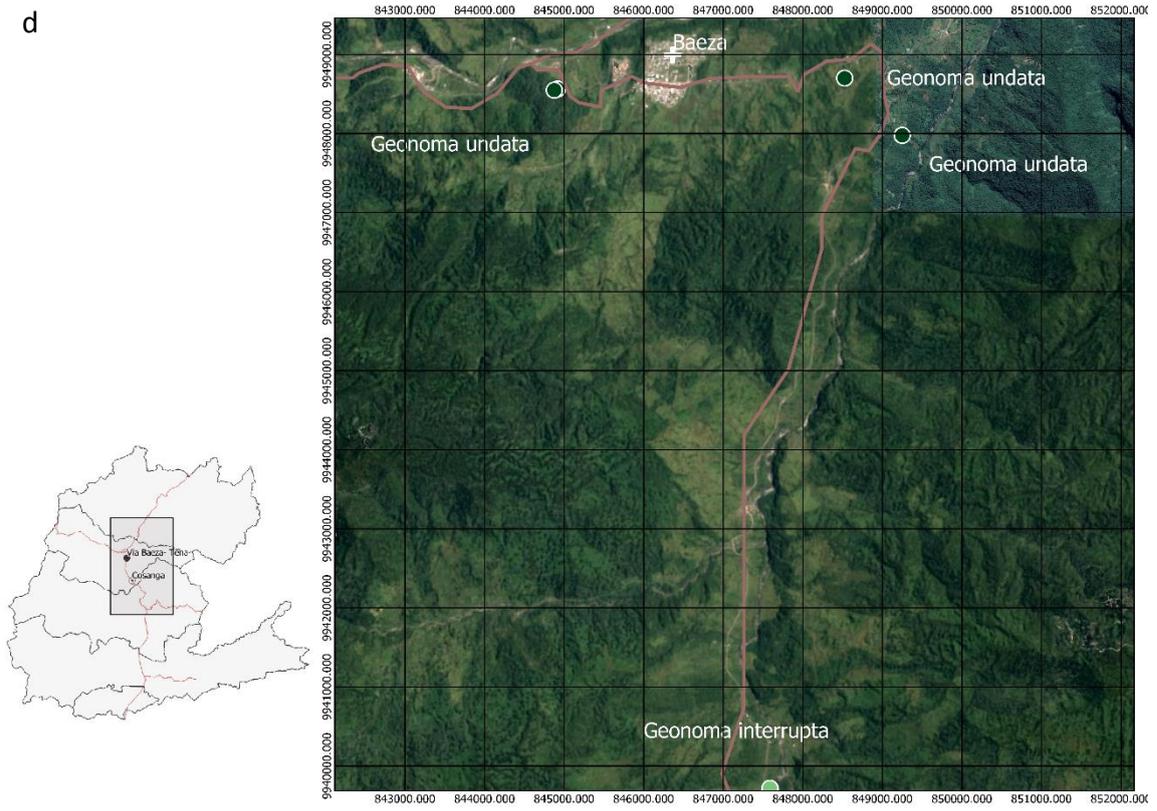
b



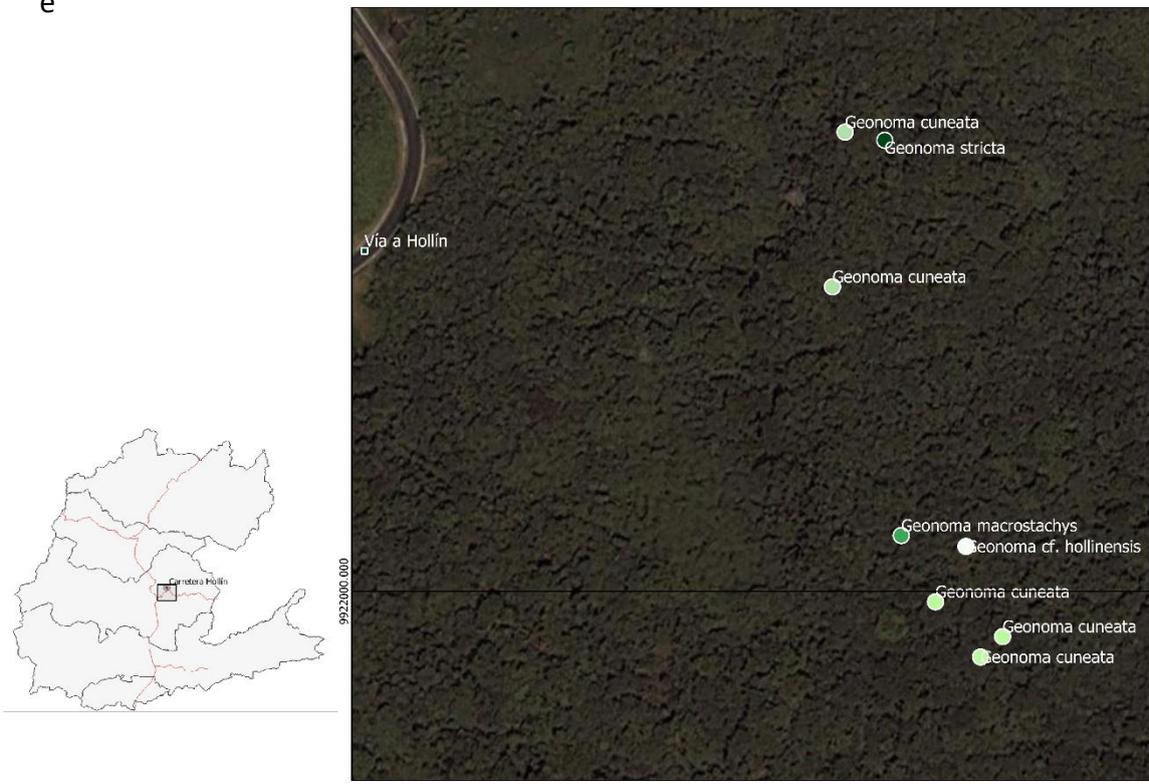
c



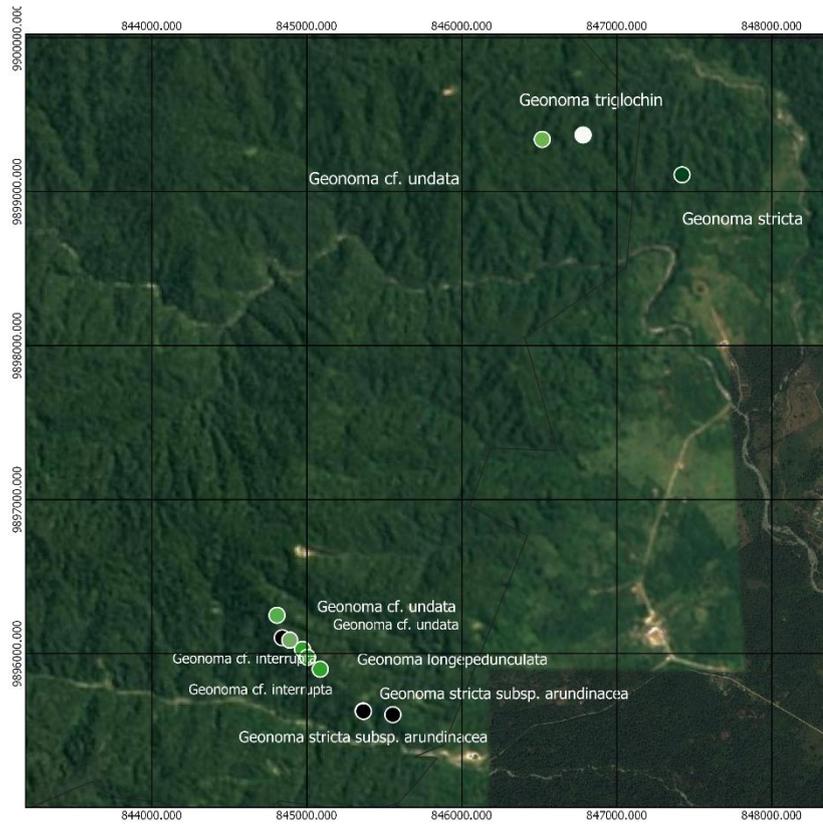
d



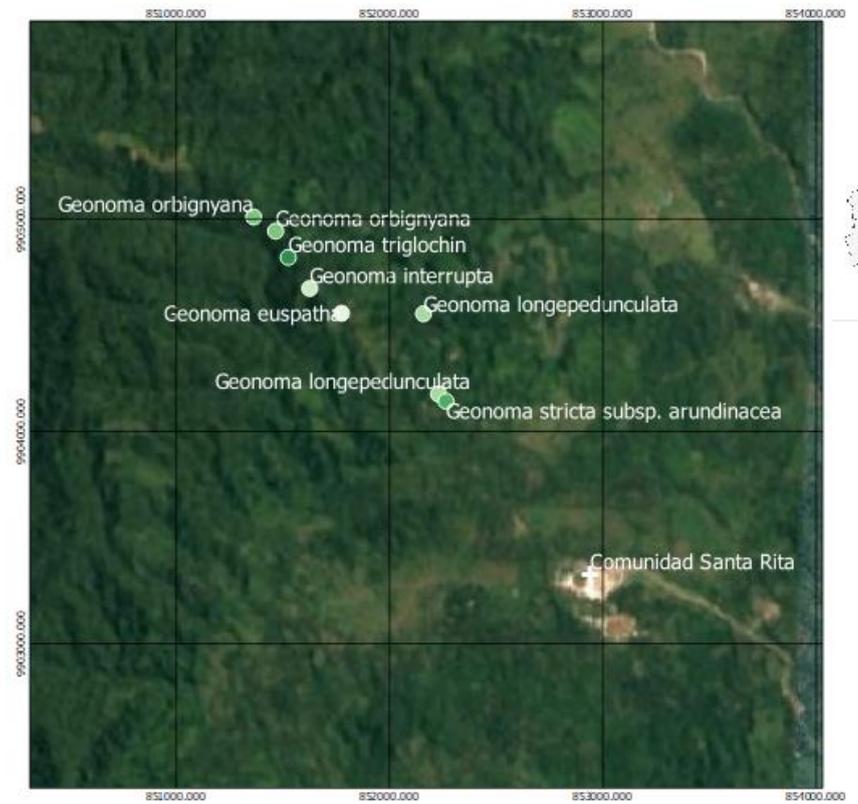
e



f



g



**Figura 4.-** Especies, subespecies y morfoespecies de *Geonoma* registradas en los sitios de estudio. a: Sendero entre las parroquias Tálag - Serena, b: Sendero en comunidad San Miguel de Palmeras-Misahualli, c: Senderos en la Reserva Biológica Jatun Sacha, d: Vía Baeza (línea café, e: Vía a Hollín, f: Senderos de la Reserva Biológica Colonso Chalupas lado izquierdo superior: Sendero Chuncho 1 y lado derecho: Sendero Shitig y g: Sendero en la comunidad Santa Rita. Cada mapa tiene diferente escala debido a que el área cubierta en cada sitio es distinta, ya que se muestrearon espacios específicos y espacios grandes, sin localidad exacta, tal como es el caso de la vía a Baeza.

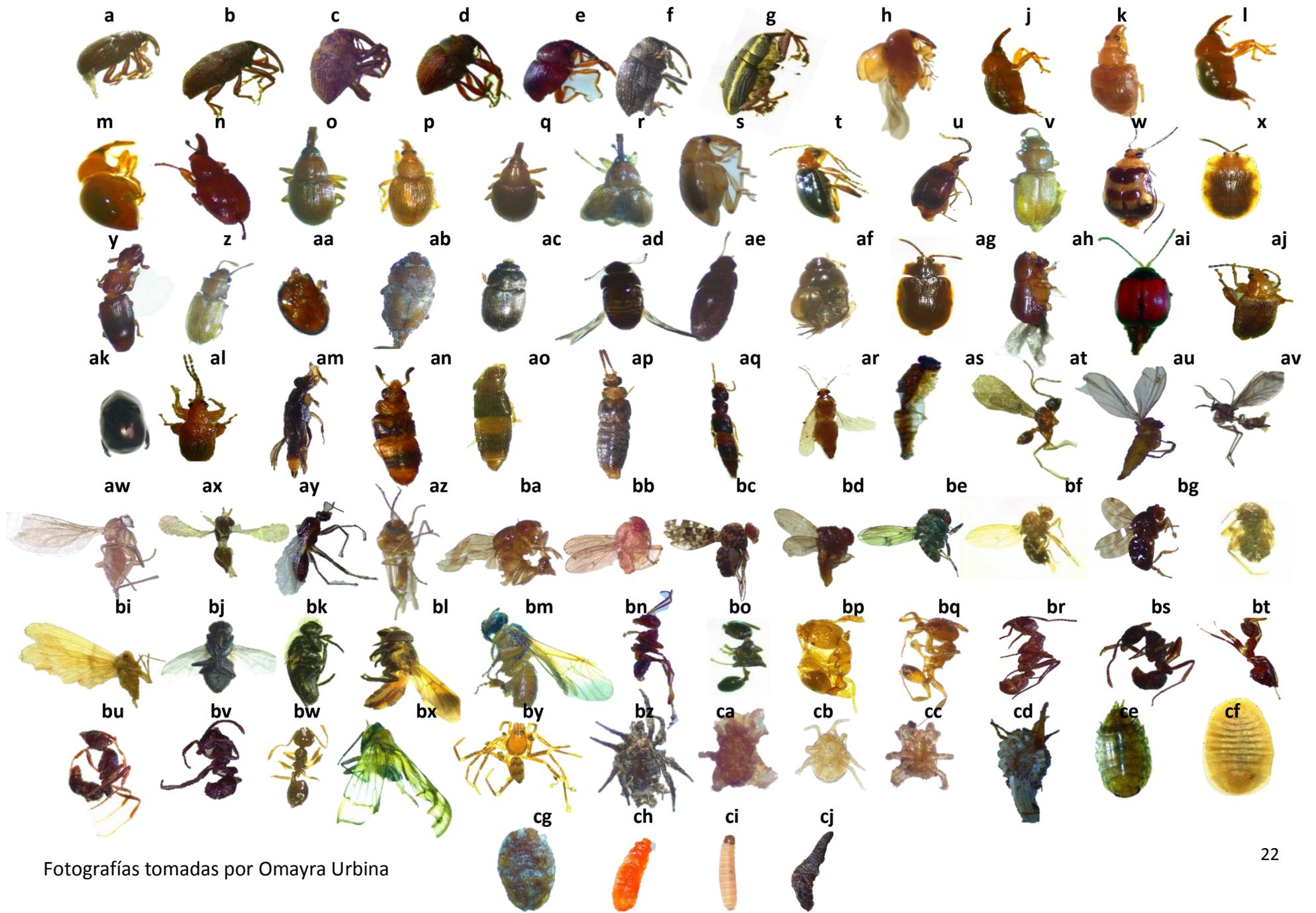
**Tabla 2.-** Especies de palmas del género *Geonoma* colectadas en la provincia de Napo. Fl: Floración; Fr: Fructificación; “-“: No presenta inflorescencia ni infrutescencia, y vacíos: Tiempo que no se realizó el muestreo.

| Especie  | Sitio  |       |         |       |         |           |           |  |
|--|--|-------|---------|-------|---------|-----------|-----------|--|
|  |  | Enero | Febrero | Marzo | Octubre | Noviembre | Diciembre |  |
| <i>G. brongniartii</i>                         | Comunidad San Miguel de Palmeras -Misahualli | Fl    | Fl      | Fr    |         | -         | Fr-Fl     |  |
| <i>G. cuneata</i>                              | Vía a Hollín                                 | Fl    | Fl      | Fl    |         |           | Fl        |  |
| <i>G. deversa</i>                              | Comunidad San Miguel de Palmeras -Misahualli | -     | Fl      | Fr    |         | Fl        | Fl        |  |
| <i>G. euspatha</i>                             | Comunidad Santa Rita                         |       |         |       | Fr      | Fr        | Fr        |  |
| <i>G. hollinensis</i>                          | Vía a Hollín                                 | Fl    | Fl      |       |         | Fr        | Fr        |  |
| <i>G. interrupta</i>                           | Chuncho 1 - RBCCH                            | Fl    | Fl      | -     |         | -         | -         |  |
| <i>G. longepedunculata</i>                     | Chuncho 1 - RBCCH                            | Fr-Fl | Fr-Fl   | Fr    | Fr      | Fr        | Fr        |  |
| <i>G. macrostachys</i>                         | Comunidad San Miguel de Palmeras -Misahualli | Fr-Fl | Fr-Fl   |       |         |           | Fl        |  |
|  | Reserva Biológica Jatun Sacha                | Fl    | Fr-Fl   | Fl    | Fr-Fl   | Fr-Fl     | Fl        |  |
| <i>G. macrostachys</i> morf. <i>acaulis</i>    | Reserva Biológica Jatun Sacha                |       |         |       |         | Fr        | Fr        |  |
| <i>G. macrostachys</i> morf. <i>atrovirens</i> | Reserva Biológica Jatun Sacha                | Fl    | Fl      | Fl    | Fr-Fl   | Fr-Fl     | Fr-Fl     |  |
| <i>G. orbignyana</i>                           | Comunidad Santa Rita                         |       |         |       | Fr      | Fr        | Fr        |  |
| <i>G. stricta</i>                              | Shitig- RBCCH                                | Fl    | Fl      | Fl    | Fr      | Fr        | Fr        |  |
|  | Vía a Hollín                                 | Fl    | Fl      | Fr    | Fr      | Fr        | Fr        |  |

|  |                 |    |    |    |    |    |    |
|--|-----------------|----|----|----|----|----|----|
| <i>G. stricta</i> subsp.<br><i>arundinacea</i> | Chuncho 1-RBCCH | Fl | Fl |    | -  | -  | Fl |
|  | Tálag- Serena   | Fl | Fl |    | Fr | Fr |    |
| <i>G. triglochis</i>                           | Shitig - RBCCH  |    |    |    | Fl | Fl | Fl |
| <i>G. undata</i>                               | Chuncho 1       | Fl | Fr | Fr |    |    | Fr |
|  | Vía a Baeza     | -  |    |    |    |    | -  |

### Visitantes florales de especies del género *Geonoma* dentro de la provincia de Napo y catálogo fotográfico

Se colectó 51 inflorescencias estaminadas de diez especies, una subespecie y una morfoespecie (Tabla 2). Se encontraron 87 morfoespecies de visitantes florales, de los cuales el 43.68 % pertenece al orden Coleoptera, 20.68 % al orden Diptera, 16.09 % al orden Himenoptera, 5.75 % al orden Dermaptera, 2.30 % al orden Araneae, 1.15 % al orden Lepidoptera. Por último, hubo un 11.49 % de especímenes en estado larvario que no fueron identificados (Figura 5).



Fotografías tomadas por Omayra Urbina

**Figura 5.-** Morfoespecies encontradas en las inflorescencias de especies del género *Geonoma* dentro de la provincia de Napo. **Coleoptera** (a-al): Curculionidae (a-s), Nitidulidae (t-al), **Dermaptera** (am-aq), **Diptera** (ar-bi), **Hymenoptera** (bj-bw), **Lepidoptera** (bx), **Araneae** (by-bz), otros (ca-ce) y larvas (cf-cj).

Las morfoespecies de artrópodos visitantes pertenecen a seis ordenes, donde Coleoptera es el más diverso, seguido de Diptera e Himenoptera (Tabla 3). Dentro de las morfoespecies más registradas y con mayor abundancia están dos pertenecientes al orden Coleoptera, Nitidulidae (aj y al), dos al orden Diptera (bg y bf) y larvas (ci). Por otra parte, como parte de este resultado se elaboró un catálogo fotográfico de morfoespecies de visitantes florales que contiene fotografías, información acerca del orden o familia, especie de palma en la que fue registrada, abundancia, número y sitio de la colecta de inflorescencias en la que fue registrada cada morfoespecie (Anexo 2).

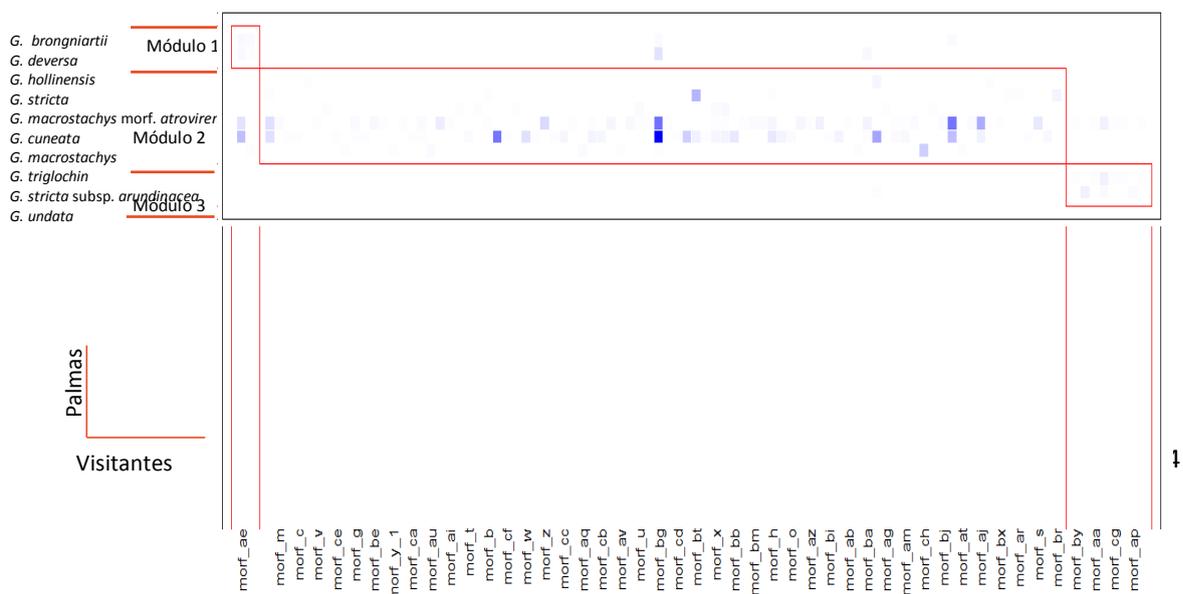
**Tabla 3.-** Riqueza y abundancia de morfoespecies de visitantes florales de especies de *Geonoma* dentro de la provincia de Napo.

| Orden/Familia      | Número de morfoespecies | Abundancia total |
|--------------------|-------------------------|------------------|
| <b>COLEOPTERA</b>  | 37                      | <b>579</b>       |
| Curculionidae      | 18                      | 187              |
| Nitidulidae        | 19                      | 392              |
| <b>DIPTERA</b>     | 18                      | <b>381</b>       |
| <b>HIMENOPTERA</b> | 14                      | <b>90</b>        |
| Formicidae         | 10                      | 82               |
| Meliponini         | 4                       | 8                |
| <b>DERMAPTERA</b>  | 5                       | 30               |
| <b>ARANEAE</b>     | 2                       | 2                |
| <b>LEPIDOPTERA</b> | 1                       | 1                |
| <b>OTROS</b>       | 10                      | <b>113</b>       |
| Larvas             | 3                       | 104              |
| Otros              | 7                       | 9                |

## Redes complejas de interacción y su relación con caracteres morfológicos

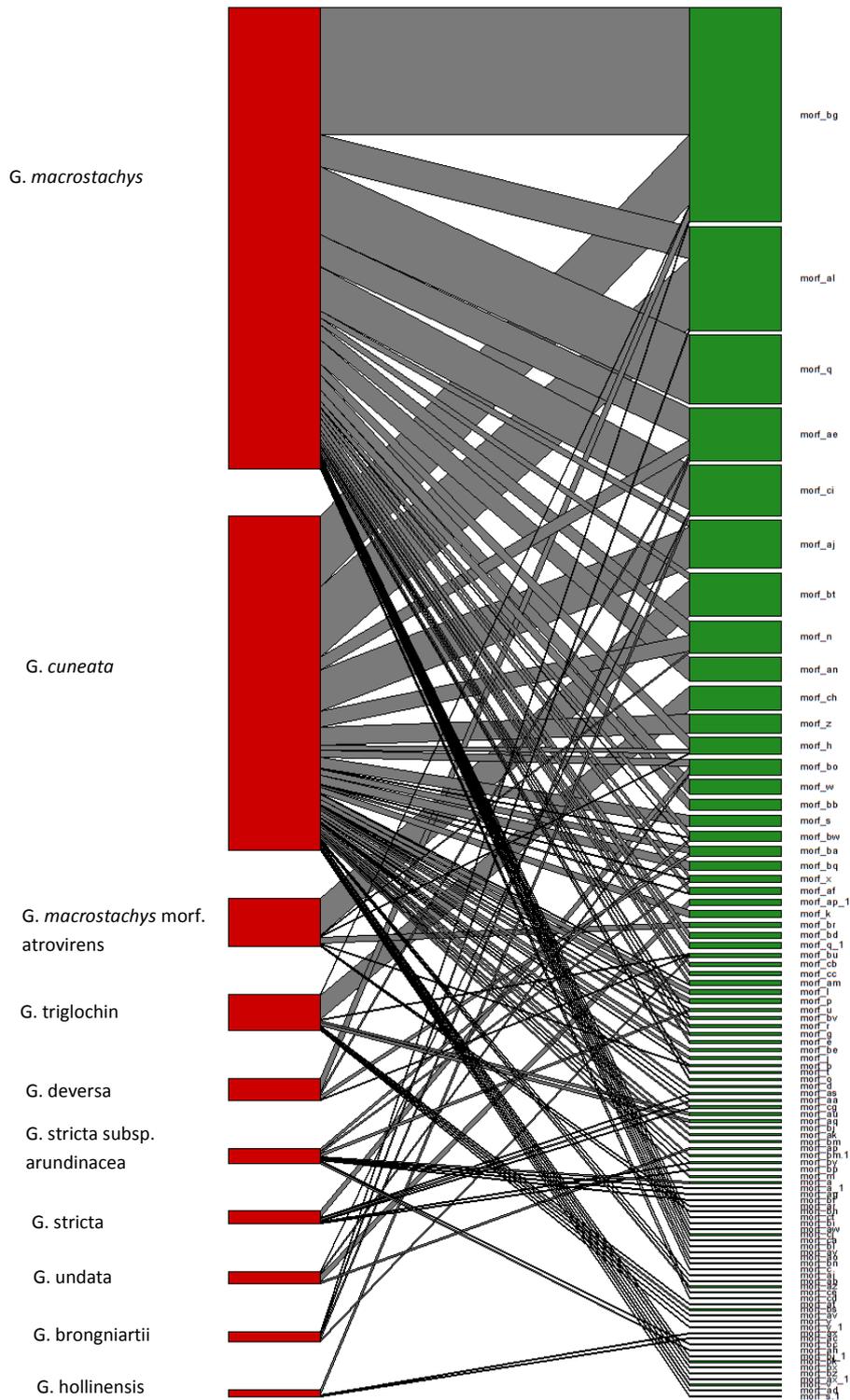
Para esta sección se utilizó solamente la información de ocho especies, una morfoespecie y una subespecie ya que en *G. longepedunculata* y *G. interrupta* se encontró una morfoespecie a pesar de haber colectado tres inflorescencias.

Considerando la presencia (1), ausencia (0) de morfoespecies en las inflorescencias de las especies de *Geonoma* colectadas se obtuvo como resultado una matriz modular o dendrograma entre especies y sus visitantes florales de tres módulos. El módulo más representativo está generado por más del 50% de morfoespecies de visitantes florales y más del 50% de las especies de palmas analizadas *G. hollinensis*, *G. stricta*, *G. macrostachys* morf. *atrovirens*, *G. cuneata*, *G. macrostachys* y *G. trigloch*, y el segundo más representativo es el tercer módulo que está conformado por cuatro morfoespecies de visitantes florales y dos especies: *G. stricta* subsp. *arundinacea* y *G. undata* (Figura 6). La red muestra una baja especialización (0.58) y que a nivel de especies de palmas más del 50% de especies tienen alta especialización (Tabla 4). El grado de anidamiento a nivel de red es bajo (20.22) y a nivel de especie la contribución al anidamiento mostró a dos especies: *G. macrostachys* y *G. cuneata* como las que más contribuyen al anidamiento de la red. La conectancia a nivel de red fue baja (0.14). Los valores positivos de interacción muestran que más del 50% de especies de palmas tienen una alta importancia para las morfoespecies de visitantes florales ya que sus valores indican que los visitantes podrían ser dependientes de las especies de palmas.



**Figura 6.-** Módulos de interacción especies de *Geonoma* y visitantes florales. La matriz muestra tres módulos de diversas relaciones. La intensidad de color representa la frecuencia de interacción, donde el tono más oscuro hace referencia a la mayor cantidad de individuos registrados en la especie y el tono más claro una baja cantidad de individuos registrados.

Las redes de interacción fueron realizadas a partir del número total de morfoespecies de visitantes florales por especie, donde este valor hace referencia a la medida de intensidad de la interacción. Como se observa en la figura 7, *G. cuneata* y *G. macrostachys* comparten más de 13 morfoespecies de visitantes florales con una alta fuerza de interacción entre estas. *G. brongniartii*, *G. deversa*, y *G. macrostachys* morf. *atrovirens* son especies que también comparten más de tres morfoespecies con *G. cuneata* y *G. macrostachys*. Sin embargo, con respecto a las morfoespecies de visitantes, se obtuvo que un díptero (Morfoespecie bg, en la Figura 5) y un coleóptero de la familia Nitidulidae (Morfoespecie ae) son morfoespecies que visitan más de cuatro especies palmas asociadas (*G. brongniartii*, *G. cuneata*, *G. deversa*, *G. macrostachys*, *G. stricta* y *G. triglochin*). Las especies con mayor cantidad de morfoespecies de visitantes registradas son *G. cuneata*, *G. macrostachys*, *G. stricta* y *G. triglochin*.



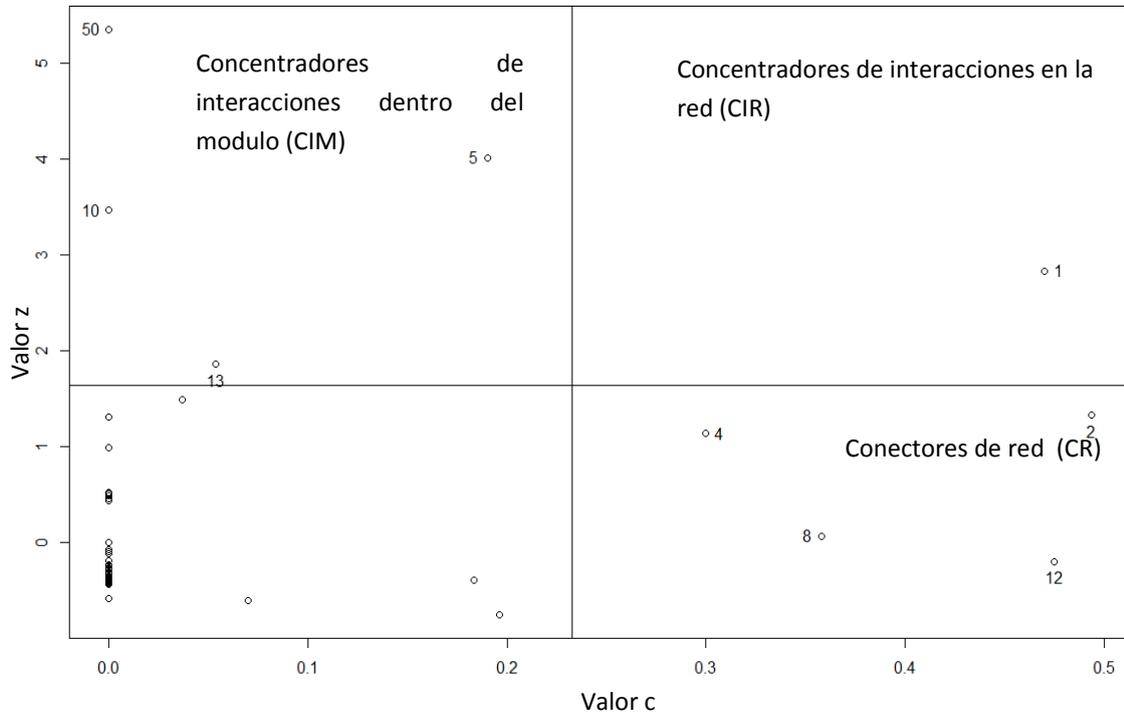
**Figura 7.-** Red de interacciones de especies de *Geonomas* con visitantes florales. El ancho de las barras rojas indica el mayor o menor número de morfoespecies de insectos que visitan la palma y el ancho de las barras verdes indican el número de interacciones que tiene cada insecto con las especies de palmas. El ancho de las líneas conectoras hace referencia a la fuerza o intensidad de la interacción.

**Tabla 4.-** Valor de especialización, de interacción y contribución de anidamiento de especies del género *Geonoma* según el modelo de módulos de interacción. La especialización es equivalente a 0 si son especies no especializadas y a 1 si son especies muy especializadas. Los valores de contribución no tienen un mínimo o un máximo, sin embargo, mientras más grande son los valores positivos contribuyen más al anidamiento y valores negativos más grandes no contribuyen al anidamiento de la red modular. El valor de interacción tiene un umbral a partir de 0, donde los valores positivos hacen referencia que las morfoespecies de visitantes florales dependen de las especies de palmas y los valores negativos indican que las especies de palmas dependen de las morfoespecies de visitantes florales.

| <b>Especie</b>   | <b>Valor de especialización (0-1)</b> | <b>Contribución al anidamiento</b> | <b>Valor de interacción (puss-pull)</b> |
|--|---------------------------------------|------------------------------------|---|
| <i>G. brongniartii</i>   | 0.27                                  | -1.97                              | -0.10                                   |
| <i>G. cuneata</i>  | 0.48                                  | 4.01                               | 0.7                                     |
| <i>G. deversa</i>  | 0.29                                  | -1.88                              | -0.07                                   |
| <i>G. hollinensis</i>  | 0.62                                  | -2.14                              | 0.36                                    |
| <i>G. macrostachys</i>   | 0.44                                  | 3.64                               | 0.77                                    |
| <i>G. macrostachys morf. atrovirens</i>  | 0.89                                  | -0.81                              | 0.49                                    |
| <i>G. stricta</i>  | 0.86                                  | -1.28                              | 0.70                                    |
| <i>G. stricta subsp. arundinacea</i>   | 0.80                                  | -2.17                              | 0.32                                    |
| <i>G. triglochis</i>   | 0.93                                  | -2.02                              | 0.72                                    |
| <i>G. undata</i>   | 0.82                                  | -1.72                              | 0.29                                    |
| $H_2$ red: 0.58<br>Conectancia: 0.14 (14%)<br>Número medio de interacciones en visitantes florales: 2.72<br>Número medio de interacciones en especies de palmas: 36.29 |                                       |                                    |   |

También se obtuvo que el 65.8% de morfoespecies de insectos son altamente contribuyentes al mantenimiento de la red, siendo parte de estas morfoespecies, las mismas que ofrecen un alto grado de conectividad (valor c) fuera de la red y grado de o número de interacciones dentro del módulo (valor z). Cuatro morfoespecies son las que participan en la conectividad, cuatro morfoespecies son las concentradoras de

interacciones en los módulos, y solamente una morfoespecie es la que más concentra interacciones en la red completa. Estas morfoespecies son parte de las que presentaron gran abundancia, por lo tanto, se puede entender la importancia que tienen (Figura 8) en la interacción y en el desarrollo de las especies de palmas.



**Figura 8.-** Clasificación de morfoespecies de visitantes florales según su aporte a la conectividad e intensidad de interacciones de la red modular. Los números hacen referencia a la ubicación de las morfoespecies. CIR: N° 1: Diptera (bg); CIM: N°50: Larvas (ci), N°10: Curculionidae (a), N° 5: Nitidulidae (z); CR: N° 12: Nitidulidae (al), N°8: Curculionidae (h), N°4: Nitidulidae (ae), N° 2: Curculionidae (n).

Después de unificar la información obtenida (Tabla 5) en las redes y las 30 características de hojas, tallos, flores y frutos evaluadas por Henderson [3,45] (Tabla 8 en Anexo 1) se encontró que 7 especies de las 10 analizadas son especies que comparten no solo visitantes florales sino mayor número de caracteres. De los 30 caracteres analizados, 11 relacionados en su mayoría a hojas, tallos y frutos son compartidos entre todas las especies. En cambio, los caracteres relacionados a flores están entre los que generan similitud entre algunas especies y separándolas del resto, ya que son pocos caracteres de este parte de la palma los que son compartidos por todas.

Si se relaciona esta información con los tres módulos formados por las especies (Figura 6) se puede entender que las especies que comparten más caracteres morfológicos son las formadoras de cada módulo. También la cercanía entre especies dentro del módulo hace referencia también a tener más caracteres similares entre estas. La mayoría de especies relacionadas comparten 20 o más caracteres entre estas.

**Tabla 5.-** Número de morfoespecies de visitantes florales totales, compartidas y no compartidas de este estudio por especies de palma y cantidad número de caracteres compartidos entre especies. Las especies en negrillas hacen referencia a las especies con las que se encontró mayor número de morfoespecies interactuantes entre las especies. No se colocó caracteres compartidos en las morfoespecie y subespecie ya que la determinación de caracteres exactos debe ser realizada por un experto y examinación minuciosa.

| Especies  | Núm. morfoespecies | Núm. morf. compartidas | Núm. morf. no compartidas | Especies interactuantes  | Núm. caracteres compartidos [3] |
|---|--------------------|------------------------|---------------------------|--|---------------------------------|
| <i>G. stricta</i>                                 | 9                  | 3                      | 6                         | <b><i>G. cuneata</i></b><br><i>G. macrostachys</i>   | 23<br>21                        |
| <i>G. macrostachys</i><br>morf. <i>atrovirens</i> | 6                  | 4                      | 2                         | <i>G. brongniartii</i><br><i>G. cuneata</i><br><b><i>G. macrostachys</i></b><br><i>G. triglochis</i>   | 20<br>23<br>22                  |
| <i>G. deversa</i>                                 | 4                  | 4                      | 0                         | <b><i>G. brongniartii</i></b><br><i>G. macrostachys</i><br><b><i>G. cuneata</i></b><br><i>G. triglochis</i>  | 25<br>20<br>23<br>21            |
| <i>G. stricta</i> subsp. <i>arundinacea</i>       | 6                  | 6                      | 0                         | <b><i>G. cuneata</i></b><br><i>G. hollinensis</i><br><i>G. undata</i>  | 23<br>18<br>23                  |
| <i>G. macrostachys</i>                            | 39                 | 16                     | 23                        | <i>G. brongniartii</i><br><b><i>G. cuneata</i></b><br><i>G. deversa</i><br><i>G. hollinensis</i><br><i>G. macrostachys</i><br><i>atrovirens</i><br><i>G. stricta</i> | 23<br>25<br>20<br>18<br>21      |

|                        |    |    |    |                               |    |
|------------------------|----|----|----|-------------------------------|----|
|                        |    |    |    | <i>G. trigloch</i>            | 24 |
|                        |    |    |    | <i>G. undata</i>              | 22 |
| <i>G. brongniartii</i> | 4  | 4  | 0  | <b><i>G. cuneata</i></b>      | 26 |
|                        |    |    |    | <b><i>G. deversa</i></b>      | 25 |
|                        |    |    |    | <b><i>G. macrostachys</i></b> | 23 |
|                        |    |    |    | <i>G. macrostachys</i>        |    |
|                        |    |    |    | <i>atrovirens</i>             |    |
|                        |    |    |    | <i>G. trigloch</i>            | 21 |
| <i>G. cuneata</i>      | 47 | 21 | 26 | <i>G. brongniartii</i>        | 26 |
|                        |    |    |    | <i>G. deversa</i>             | 23 |
|                        |    |    |    | <b><i>G. macrostachys</i></b> | 25 |
|                        |    |    |    | <i>G. macrostachys</i>        |    |
|                        |    |    |    | <i>atrovirens</i>             |    |
|                        |    |    |    | <i>G. stricta</i>             | 23 |
|                        |    |    |    | <i>G. stricta</i>             |    |
|                        |    |    |    | <i>arundinacea</i>            | 24 |
|                        |    |    |    | <i>G. undata</i>              |    |
| <i>G. trigloch</i>     | 10 | 2  | 8  | <b><i>G. brongniartii</i></b> | 21 |
|                        |    |    |    | <i>G. macrostachys</i>        | 24 |
|                        |    |    |    | <i>G. macrostachys</i>        |    |
|                        |    |    |    | <i>atrovirens</i>             | 20 |
|                        |    |    |    | <b><i>G. deversa</i></b>      |    |
| <i>G. hollinensis</i>  | 3  | 1  | 2  | <b><i>G. undata</i></b>       | 21 |
|                        |    |    |    | <b><i>G. macrostachys</i></b> | 18 |
| <i>G. undata</i>       | 4  | 2  | 2  | <b><i>G. cuneata</i></b>      | 24 |
|                        |    |    |    | <i>G. stricta</i>             |    |
|                        |    |    |    | <i>arundinacea</i>            | 21 |
|                        |    |    |    | <b><i>G. hollinensis</i></b>  | 22 |
|                        |    |    |    | <b><i>G. macrostachys</i></b> |    |

## CAPÍTULO IV: INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN

De las 16 especies esperadas encontramos 12 dentro de la provincia. Sin embargo, debido a la actualización de Henderson *et. al.* en el 2008, algunas de las subespecies previamente registradas forman parte de una sola especie como sinónimo, lo que produce la reducción de especies a encontrar dentro de la provincia. Las subespecies *Geonoma interrupta* subsp. *interrupta*, *G. orbignyana* subsp. *orbignyana*, *G. stricta* subsp. *stricta*, y *G. undata* subsp. *undata* son parte de las subespecies que han sido consideradas como sinónimos de las especies aceptadas, ya que el 71.6% de especies total del género actualmente son consideradas como sinónimos [57]. Es decir que si consideramos esta nueva clasificación esperaríamos solamente 16 especies, dos morfoespecies y una subespecie dentro de la provincia.

*G. cuneata* (450- 1100 m s.n.m.), *G. interrupta* (500-1900 m s.n.m.), *G. longepedunculata* (500-1000 m s.n.m.), *G. macrostachys* (450- 1100 m s.n.m.), *G. stricta* (500-950 m s.n.m.), *G. stricta* subsp. *arundinacea* (500-1200) y *G. undata* (1200-1900 m s.n.m.) se podrían clasificar como especies y subespecie con un rango de distribución altitudinal más amplio. Esto debido que han sido registradas en más de tres sitios de estudio dentro de la provincia (Figura 5). Además, la mayoría de estos registros se realizaron en bosque primario desde bosque piemontano (300-1100 m s.n.m.) hasta bosque montano (1101-2500 m s.n.m.).

Por otro lado, no haber encontrado a *G. camana*, *G. maxima*, *G. multisecta* y *G. paradoxa* puede deberse a diferentes factores antropogénicos o de muestreo en el estudio, entre esos el cambio de uso de suelo. Esto relacionado a que entre los años 1990-2000, la FAO estimó que la deforestación dentro del país fue de 1370 km<sup>2</sup>/año, siendo centrada en dos frentes: el Chocó y el noreste de la Amazonía [46]. Además, en el periodo de 2000 – 2005, y 2002 - 2013 la cuenca y subcuencas del río Napo fueron las que más bosque perdieron, con pérdida de más del 15% de su cubierta forestal original [58].

De los 87 morfoespecies de visitantes florales encontradas en este estudio, la mayoría pertenece al orden Coleoptera, tal como se ha registrado para la mayoría de especies de la familia [7]. Sin embargo, la riqueza y abundancia total de las morfoespecies a nivel de orden

es diferente a lo reportado en otros estudios (Tabla 5), en los cuales la mayoría de visitantes son abejas [17], seguido de escarabajos y moscas. Esta diferencia puede deberse al método de muestreo o bien a las diferencias morfológicas, fisiológicas, comportamentales o la forma de atracción por parte de las inflorescencias [20,29]. Un ejemplo claro de esto es que el síndrome de polinización por moscas se caracteriza por ser generalmente en especies de sotobosque que tienen un desarrollo lento de la inflorescencia, flores pequeñas, de colores blanquecinos, aromas florales parecido a materia orgánica en descomposición y con secreción moderada de néctar [7,59]. Otro estudio con variación en abundancia de visitantes florales es el de *G. oligoclona*, donde se presentó más abundancia de visitantes florales del orden Diptera, seguidos por Hymenoptera y Coleoptera, en comparación con *G. macrostachys* morf. *acaulis* que presentan especies de Hymenoptera como los más abundantes, seguidos de Dípteros y Coleópteros [20]. Además, se conoce que la variación en la abundancia y frecuencia de los insectos está asociada a la variación del ritmo de floración y de la cantidad de flores que presenta cada inflorescencia de la especie y las morfoespecies [20]. Por lo tanto, se valida la primera hipótesis ya que se reportó más morfoespecies de coleópteros, que dípteros e himenópteros dentro de los visitantes florales de especies del género *Geonoma*, haciendo valida la información existente para todas las palmas a nivel general, pero con una diferencia existente en la riqueza y abundancia reportada en morfoespecies a nivel de órdenes.

**Tabla 6.-** Polinizadores y visitantes florales encontrados diferentes estudios de 11 especies de *Geonoma* en la provincia de Napo, Ecuador.

| Polinizador                                    | Especie                                  | Bibliografía |
|--|--|--------------|
| Abejas Euglossini                              | <i>G. macrostachys</i>                   | [18–20]      |
| Abejas<br><i>Nannotrigona</i>                  | <i>G. orbignyana</i><br><i>G. undata</i> | [10]         |
| Abejas Meliponini                              | <i>G. interrupta</i>                     | [10,18,21]   |
| Abejas <i>Paratrigona</i><br><i>eutaeniata</i> | <i>G. orbignyana</i><br><i>G. undata</i> | [10]         |

|                           |   |               |
|---------------------------|---|---------------|
| Abejas <i>Trigona</i>     | <i>G. cuneata</i><br><i>G. epetiolata</i> H.E. Moore.<br><i>G. interrupta</i><br><i>G. irena</i> Borchs.<br><i>G. macrostachys</i><br><i>G. stricta</i> | [10,18,22,23] |
| Coleópteros Staphylinidae | <i>G. cuneata subsp. gracilis</i>   | [24]          |
| Gorgojos Crysomelidae     | <i>G. cuneata subsp. gracilis</i> y <i>G. macrostachys</i>  | [18,24]       |
| Gorgojos Curculionidae    | <i>G. cuneata subsp. gracilis</i> y <i>G. cuneata var. procumbes</i><br><i>G. epetiolata</i><br><i>G. macrostachys</i>                                  | [18,22,24]    |
| Moscas Calliphoridae      | <i>G. cuneata subsp. cuneata</i>  | [24]          |
| Moscas Drosophilidae      | <i>G. cuneata subsp. sodiroi</i> y <i>G. macrostachys</i><br><i>G. oligoclona</i> Trail.  | [17,23]       |
| Moscas Muscidae           | <i>G. brevispatha</i> Barb. Rodr.<br><i>G. cuneata subsp. cuneata</i><br><i>G. gracilis</i> H. Wendl ex Spruce<br><i>G. interrupta</i>                  | [18,24]       |
| Moscas Sarcophagidae      | <i>G. brevispatha</i>   |               |
| Moscas Sphaeroceidae      | <i>G. cuneata subsp. sodiroi</i><br><i>G. cuneata subsp. cuneata</i>  | [23,24]       |

Los resultados de este estudio muestran que las interacciones entre las especies de palmas y visitantes florales a nivel de red no son muy especializadas, sin embargo a nivel de especie existe una alta especialización por más del 50% de especies analizadas, lo que sugiere un alta vulnerabilidad ante posibles perturbaciones como desaparición parcial o total de sus visitantes florales [21,23,25] . *G. brongniartii*, *G. cuneata*, *G. deversa*, y *G. macrostachys* comparten una alta cantidad de morfoespecies de visitantes florales y presentan un bajo valor de especialización, lo que podría indicar que son especies generalistas y la pérdida de alguno de los visitantes florales no causaría un daño significativo a la floración de las especies.

Como se había encontrado en estudios realizados en Ecuador y Colombia, *G. macrostachys* y *G. cuneata*, comparten gran cantidad de visitantes florales de la mayoría de órdenes encontrados para estas especies [10,18,20,25,60] (Tabla 6). Las morfoespecies compartidas entre *G. macrostachys* y su morfoespecie *G. macrostachys atrovirens*, concuerda con lo obtenido en el estudio realizado por Barreto [20], donde se encontró que generalmente se comparte 20-53.3% de insectos de los órdenes Coleóptera e Himenóptera entre las morfoespecies de *G. macrostachys*. Las morfoespecies compartidas entre las demás especies no pueden ser comparadas con estudios previos ya que no existe información exacta acerca de las morfoespecies que registran.

Por otra parte, la relación encontrada entre los caracteres o rasgos morfológicos de las palmas y la compartición de morfoespecies de visitantes florales ha sido encontrada previamente en estudios de otras familias y de palmas. Memmott [36] encontró que un gran conjunto de rasgos fenotípicos ayudan a la polinización/visita por vectores específicos en 482 angiospermas de África y América. De la misma manera, en estudios de Henderson (2002) en *Oenocarpus*, de Barfod (2003) en Nueva Guinea en el género *Licuala* han encontrado que varios atributos fenotípicos, anatómicos y morfológicos generan la polinización por escarabajos en varias especies de *Oenocarpus* y la polinización por determinados taxa (abejas y moscas) en distintos subgéneros de *Licuala*.

Las características de la inflorescencia, de la flor y del tallo son algunos de los atributos que coevolucionan para la interacción con ciertos taxas [7]. Por ejemplo, las abejas eusociales que se sienten atraídas por las inflorescencias como señales visuales y eso les ayuda a recordar las diferencias morfológicas de las flores masculinas y femeninas [7] en el proceso de polinización. Henderson [61] menciona que las inflorescencias polinizadas por escarabajos tienden a ser condensadas, unisexuales y cubiertas de brácteas en anthesis, mientras que las flores de palma polinizadas por abejas, moscas y avispas son alargadas, a menudo bisexuales y libres de brácteas en anthesis. Sin embargo, menciona que esta relación no es completamente estable ya que en géneros como *Prestoea* existe una baja correlación de esta relación por lo que en este género existe una interacción flexible entre palmas (no existe características específicas para los grupos) y sus visitantes florales (abejas, moscas y avispas). No obstante, no todos los artrópodos registrados en una

inflorescencia son polinizadores, eso depende del tipo de recompensa que la palma esté generando para los insectos visitantes florales, en el caso de abejas puede ser recompensas nutricionales (granos de polen y néctar), para algunos coleópteros como un sitio de ovoposición y cámara de cría [53].

Por lo tanto, se acepta la segunda hipótesis, ya que se evidenció que en la mayoría de las especies que tienen caracteres similares comparten más morfoespecies de visitantes florales, siendo la mayoría de estos relacionados a flores. Sin embargo, en el caso de este estudio no se puede asegurar que la relación existente entre la compartición de visitantes florales y de caracteres morfológicos entre especies sea causante de síndromes específicos de polinización para las especies del género, ya que a más de este estudio se necesitaría análisis profundo de fisiología y biología floral y filogenética. Además, por lo observado en campo y en la separación de visitantes florales aparte de actividades de polinización, las morfoespecies podrían estar usando a las inflorescencias como sitio de ovoposición y cámara de cría, ya que se encontró morfoespecies ovopositando (morfoespecies g y ak) y un alto número de larvas en las inflorescencias.

Por otro lado, los resultados acerca de los visitantes florales (posibles polinizadores) encontrados dentro de este género es de gran importancia ya que contribuye a conocer la diversidad de y relevancia de los artrópodos para las palmas y por tanto para la estructura y función de los ecosistemas. Se espera que el catálogo de artrópodos realizado sirva a otros investigadores y podamos conocer si existen diferencias en la composición de artrópodos que visitan estas flores en diversas regiones donde estas especies se encuentran. Esta información acerca de los visitantes florales es muy necesaria dentro para proyectos de producción en los grupos culturales que más utilizan especies de este género tanto para venta como consumo y uso. Además, esta información servirá a futuro para determinar si estos visitantes florales están en aumento o disminución en estos mismos lugares y, por último, para promover la protección, conservación y restauración del hábitat, ya que si queremos recuperar las palmas de estos lugares se debe pensar en la recuperación de estos organismos que probablemente son sus polinizadores. Para lograr estas metas se espera promover la inclusión de organizaciones gubernamentales y privadas a actividades de investigación similares.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se encontraron 12 especies de *Geonomas*, cuatro menos del total registrado en los años 90's e inicio del 2000. Debido a que varios de los sitios donde anteriormente se registraron, se encuentran hoy abiertos por deforestación es posible que no hallamos encontrado las palmas, ya que las palmas de este género son registradas mayormente en espacios de bosque primario. Al ser organismos de bajo porte son fácilmente removidas y debido al desconocimiento del uso no son especialmente cuidadas.

En las especies muestreadas se presentó una alta diversidad de morfoespecies de visitantes florales que incluyen en orden de riqueza y abundancia a coleópteros, dípteros e himenópteros. Este es el primer estudio que arroja información acerca de los visitantes florales de *G. hollinensis* y *G. longepedunculata*, y contribuye a extender la lista de registros de visitantes florales de *G. deversa*, *G. macrostachys* morf. *atrovirens* y *G. stricta* subsp. *arundinacea*.

Por otro lado, el catálogo presentado en este estudio ayudará a incrementar el conocimiento existente acerca de las especies de este género, tanto dentro de la provincia de Napo como de Ecuador y Sur América. Esta podría ser usada para estudios de biología de polinización, para planificación de proyectos de producción de especies del género, proyectos de restauración de bosques para así proteger la biodiversidad de artrópodos y de los ecosistemas dentro de la provincia.

Las especies que comparten más características morfológicas como *G. brongniartii*, *G. cuneata*, *G. macrostachys*, *G. macrostachys* morf. *atrovirens* y *G. triglochin* compartieron más morfoespecies de visitantes florales, comparadas a especies cuyos caracteres morfológicos que no se comparten. Algunos de estos no compartidos entre especies involucran las bases de las láminas foliares con curvatura contra el raquis, venas elevadas y rectangulares en sección transversal adaxial, la superficie de las raquillas tiene protuberancias o crestas puntiagudas y fibrosas y los pétalos proximales se curvan en los ápices después de la antesis. Sin embargo, se sugiere el desarrollo de estudios de síndromes de polinización relacionados a interacciones planta-polinizador en las especies de todo el

género, lo cual evidentemente requiere de mucho más tiempo y esfuerzo en la observación.

Las distintas especies del género por sus características y la deforestación recurrente están expuestas a la reducción de sus poblaciones y con eso la pérdida de sus visitantes florales, por lo que se recomienda en futuras investigaciones enfocarse en estudios de entendimiento de patrones y procesos asociados a la variación morfológica existente dentro del género y realizar más estudios de ecología de la polinización que permitan comprender que factores influyen la presencia de ciertos polinizadores en cada especie. Para esto se sugiere muestreos de inflorescencias con nuevas técnicas, empleando redes, aromas u otros métodos para asegurar la colecta del total de polinizadores.

En el caso de especies poco frecuentes como *G. hollinensis* y *G. euspatha* se recomienda desarrollar más investigaciones relacionadas a los aromas florales ya que podrían utilizarse como atrayentes de los artrópodos y demás visitantes florales y polinizadores. Finalmente, se recomienda trabajar en estudios de germinación y regeneración ya que estas palmas son importantes en la estructura del sotobosque de los bosques andinos y amazónicos.

## REFERENCIAS

1. León-Yáñez S, Valencia R, Pitmam N, Endara L, Ulloa C, Navarrete H. Libro rojo de plantas del Ecuador. In: Familia: Arecaceae [Internet]. 2019 [cited 18 Jan 2020] p. 1. Available: <https://bioweb.bio/floraweb/librorojo/ListaEspeciesPorFamilia/500039>
2. Valencia R, Montúfar R, Navarrete H, Balslev H. Palmas Ecuatorianas: Biología y Uso Sostenible. Quito; 2013.
3. Henderson A. A revision of *Geonoma* (Arecaceae). Phytotaxa. 2011. doi:10.11646/phytotaxa.17.1.1
4. Macia M, Vivanco M. *Geonoma macrostachys*. Palmas Ecuatorianas: Biología y Uso sostenible. 2015. pp. 203–208. doi:10.1007/978-3-319-05509-1\_37
5. Balslev H, Grandez C, Zambrana NYP, Møller AL, Hansen SL. Palmas (Arecaceae) útiles en los alrededores de iquitos, amazonía peruana. Rev Peru Biol. 2008;15: 121–132. doi:10.15381/rpb.v15i3.3343
6. Kahn F, Mejía K. Palm communities in wetland forest ecosystems of Peruvian Amazonia. For Ecol Manage. 1990;33–34: 169–179. doi:10.1016/0378-1127(90)90191-D
7. Barfod AS, Hagen M, Borchsenius F. Twenty-five years of progress in understanding pollination mechanisms in palms (Arecaceae). Ann Bot. 2011;108: 1503–1516. doi:10.1093/aob/mcr192
8. Bodmer R, Puertas P, García J, Días D, Reyes C. Game Animals, Palms, and People of the Flooded Forests: Management Considerations for the Pacaya-Samiria National Reserve, Peru. Adv Econ Bot. 1999;13: 217–231.
9. Henderson A, Borchsenius F, Balslev H. New species of *Geonoma* (Palmae) from Ecuador. Brittonia. 2008;60: 190–201. doi:10.1007/s12228-008-9032-1
10. Nuñez L. Patrones de interacción entre insectos polinizadores y palmas silvestres en Colombia con énfasis en palmas de importancia económica. Universidad Nacional de

Colombia. 2014. doi:1190858

11. Cerón C, Montalvo C. Reserva Biológica Limoncocha, Formaciones vegetales, Diversidad y Etnobotánica. Quito; 2000.
12. PALM web. In: *Geonoma cuneata* H.Wendl. ex Spruce [Internet]. 1999. Available: [http://www.palmweb.org/cdm\\_dataportal/taxon/e1c744b4-599e-4868-8f03-e4242d1c6ecd](http://www.palmweb.org/cdm_dataportal/taxon/e1c744b4-599e-4868-8f03-e4242d1c6ecd)
13. Ramirez G, Direct M, Galeno G. Estudio de las comunidades de Palmas en dos regiones fitogeográficas del Chocó-Colombia. 2010; 1–90.
14. Zaid A. Chapter VIII:Pollination and Bunch management. In: FAO [Internet]. 2015 p. 1. Available: <http://www.fao.org/3/Y4360E/y4360e0c.htm>
15. Cifuentes L, Moreno F, Arango DA. Phenology of *Euterpe oleracea* (Arecaceae) in flooded forests of Chocó Biogeográfico region. Rev Mex Biodivers. 2013;84: 591–599. doi:10.7550/rmb.30326
16. Núñez L, Carreño B. Biología Reproductiva de *Mauritia flexuosa* en Casanare, Orinoquia Colombia. In: Lasso A, Rial A, González V, editors. VII Morichales Y Canangunchales de La Orinoquia Y Amazonia: Colombia - Venezuela. Bogotá D. C.; 2013. pp. 119–150.
17. Nuñez L, Rojas R. Biología reproductiva y ecología de la polinización de la palma milpesos *Oenocarpus bataua* en los Andes Colombianos. Caldasia. 2008;30: 101–125.
18. Henderson A, Fischer B, Scariot A, Whitaker MA, Pardini R. Flowering phenology of a palm community in a central Amazon forest. Brittonia. 2000;52: 149–159. doi:10.2307/2666506
19. Martén S, Quesada M. Phenology, Sexual Expression, and Reproductive Success of the Rare Neotropical Palm *Geonoma* epetiolata. Biotropica. 2001;33: 596–605.
20. Barreto T, Johana N. *Geonoma* (Arecaceae) en la amazonia colombiana= Reproductive biology and pollination ecology of two species of *Geonoma*

- (Arecaceae) in the colombian amazon. 2015. Available: <https://ciencia.lasalle.edu.co/biologia/1/>
21. Bascompte J, Jordano P. Plant-animal mutualistic networks: The architecture of biodiversity. *Annu Rev Ecol Evol Syst.* 2007;38: 567–593. doi:10.1146/annurev.ecolsys.38.091206.095818
  22. Munguía-Rosas MA, Montiel S, Castillo MT. Redes, ecología y ciencias sociales: Las redes complejas en ecología humana. *Ecol Austral.* 2013;23: 135–142. doi:10.25260/ea.13.23.2.0.1178
  23. Jordano P, Vásquez D, Bascompte J. Redes complejas de interacciones mutualistas plantas- animal. In: Medel R, Aizen A. M, Zamora R, editors. *Ecología y Evolución de Interacciones Planta - Animal.* 2009. pp. 17–41.
  24. Ramos-Robles M, Andresen E, Díaz-Castelazo C. Modularity and Robustness of a Plant-Frugivore Interaction Network in a Disturbed Tropical Forest. *Ecoscience.* 2018;25: 209–222. doi:10.1080/11956860.2018.1446284
  25. Aguado D, Gutierrez-Chacón C, Muñoz MC. Estructura funcional y patrones de especialización en las relaciones planta-polinizador de un agroecosistema en el Valle del Cauca, Colombia. *Acta Biológica Colomb.* 2019;24: 331–342. doi:10.15446/abc.v24n2.73177
  26. Borchsenius F. Staggered Flowering in Four Sympatric Varieties of *Geonoma cuneata* (Palmae)1. *Biotropica.* 2002;34: 603. doi:10.1646/0006-3606(2002)034[0603:sfifsv]2.0.co;2
  27. Santos O dos A. Fenologia e biologia floral de espécies do sub-bosque em uma floresta tropical úmida – tropical úmida – na região de Manaus/AM - Brasil. Universidade Federal Do Amazona. 2005.
  28. Ostrorog DRV, Barbosa AAA. Biología reproductiva de *Geonoma brevispatha* Barb. Rodr. (Arecaceae) em mata de galeria inundável em Uberlândia, MG, Brasil. *Rev Bras Bot.* 2009;32: 479–488. doi:10.1590/S0100-84042009000300007
  29. Knudsen JT, Tollsten L, Ervik F. Flower scent and pollination in selected neotropical

- palms. *Plant Biol.* 2001;3: 642–653. doi:10.1055/s-2001-19366
30. Grimaldi D, Ervik F, Bernal R. Two New Neotropical Genera of Drosophilidae (Diptera) Visiting Palm Flowers. *Kansas Entomol Soc.* 2003;76: 109–124. Available: <http://www.jstor.org/stable/25086096>
  31. Arroyave E, Cardona J. Observaciones de la floración de *Geonoma undata* Klotzsch (Arecaceae) y sus artrópodos visitantes en poblaciones naturales del Alto de San Miguel, Caldas, Antioquia. Universidad CES. 2017.
  32. Olesen JM, Balslev H. Flower biology and pollinators of the Amazonian monoecious palm, *Geonoma macrostachys*: a case of bakerian mimicry. *Principes.* 1990;34: 181–190.
  33. Simón-Porcar VI, Abdelaziz M, Arroyo J. The role of pollinators in floral evolution: a Mediterranean perspective. *Ecosistemas.* 2018;27: 70–80. doi:10.7818/ECOS.1433
  34. Burkle LA, Alarcón R. The future of plant-pollinator diversity: Understanding interaction networks across time, space, and global change. *Am J Bot.* 2011;98: 528–538. doi:10.3732/ajb.1000391
  35. Tylianakis JM, Didham RK, Bascompte J, Wardle DA. Global change and species interactions in terrestrial ecosystems. *Ecol Lett.* 2008;11: 1351–1363. doi:10.1111/j.1461-0248.2008.01250.x
  36. Memmott J, Craze PG, Waser NM, Price M V. Global warming and the disruption of plant-pollinator interactions. *Ecol Lett.* 2007;10: 710–717. doi:10.1111/j.1461-0248.2007.01061.x
  37. Earthgonomic México A.C. No Title. In: La crisis de la polinización [Internet]. 2015 [cited 5 Jan 2021] p. 1. Available: [http://earthgonomic.com/noticias/crisis-polinizacion/#:~:text=Además del desequilibrio ambiental que,de la Biodiversidad \(CONABIO\).](http://earthgonomic.com/noticias/crisis-polinizacion/#:~:text=Además del desequilibrio ambiental que,de la Biodiversidad (CONABIO).)
  38. Rodríguez-Buriticá S, Orjuela MA, Galeano G. Demography and life history of *Geonoma orbignyana*: An understory palm used as foliage in Colombia. *For Ecol Manage.* 2005;211: 329–340. doi:10.1016/j.foreco.2005.02.052

39. Listabarth C. Pollination in *Geonoma macrostachys* and Three Congeners, *G. acaulis*, *G. gracilis*, and *G. interrupta*. *Bot Acta*. 1993;106: 496–506. doi:10.1111/j.1438-8677.1993.tb00779.x
40. Knudsen JT. Floral scent differentiation among coflowering, sympatric species of *Geonoma* (Arecaceae). *Plant Species Biol*. 1999;14: 137–142. doi:10.1046/j.1442-1984.1999.00017.x
41. Knudsen JT. Variation in floral scent composition within and between populations of *Geonoma macrostachys* (Arecaceae) in the western Amazon. *Am J Bot*. 2002;89: 1772–1778. doi:10.3732/ajb.89.11.1772
42. Stauffer FW, Rutishauser R, Endress PK. Morphology and development of the female flowers in *Geonoma interrupta* (Arecaceae). *Am J Bot*. 2002;89: 220–229. doi:10.3732/ajb.89.2.220
43. Stauffer FW, Endress PK. Comparative morphology of female flowers and systematics in Geonomeae (Arecaceae). *Plant Syst Evol*. 2003;242: 171–203. doi:10.1007/s00606-003-0030-1
44. Pérez D. Identificación de ecosistemas en la Provincia de Napo - Ecuador mediante análisis digital de imágenes satelitales. Universidad San Francisco de Quito. 2012.
45. Henderson A, Galeno G, Bernal R. Field guide to the palms of the Americas. 1ra ed. New Jersey: Princeton University Press; 1995.
46. Mena CF, Bilsborrow RE, McClain ME. Socioeconomic drivers of deforestation in the Northern Ecuadorian Amazon. *Environ Manage*. 2006;37: 802–815. doi:10.1007/s00267-003-0230-z
47. Rudel K. T, Horowitz B. Tropical deforestation: small farmers and land clearing in the Ecuadorian Amazon. Columbia University Press. New York; 1993.
48. Mainville N, Webb J, Lucotte M, Davidson R, Betancourt O, Cueva E, et al. Decrease of soil fertility and release of mercury following deforestation in the Andean Amazon, Napo River Valley, Ecuador. *Sci Total Environ*. 2006;368: 88–98. doi:10.1016/j.scitotenv.2005.09.064

49. Sierra R. Dynamics and patterns of deforestation in the western Amazon: The Napo deforestation front, 1986-1996. *Appl Geogr.* 2000;20: 1–16. doi:10.1016/S0143-6228(99)00014-4
50. Barber CP, Cochrane MA, Souza CM, Laurance WF. Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon. *Biol Conserv.* 2014;177: 203–209. doi:10.1016/j.biocon.2014.07.004
51. Galeano G, Bernal R. *Palmas de Colombia. Guía de Campo.* 2010. Bogotá; 2010. doi:10.1016/S0025-7753(08)76425-X
52. Hortas F. CLAVE 1 : ARTROPODOS TERRESTRES ¿ Tiene patas ? Hexápodos Arácnidos Paurópodos Sífilos Isópoda Milpiés Ciempiés. *Prácticas Zool Dep Biol Univ Cádiz.*
53. Penuela MC. *Guia de las palmas de la estacion biologica el zafire amazonas. colombia.* 2013.
54. Guerrero-Olaya NY, Núñez-Avellaneda LA. Ecología de la polinización de *syagrus smithii* (Arecaceae), una palma cantarofila de la Amazonia Colombiana. *Rev Peru Biol.* 2017;24: 43–54. doi:10.15381/rpb.v24i1.13102
55. Guerrero-Olaya NY. Comparación de visitantes florales y polinizadores de tres especies de palmas del género *Syagrus* (Arecaceae) endémicas y alopátricas de Colombia. *Universidad De La Sallé.* 2015.
56. Núñez LA, Carreño J. Biología reproductiva de *Mauritia flexuosa* en Casanare, Orinoquia Colombiana. *Morichales y Cananguchales la Orinoquia y Amaz (Colombia-Venezuela),.* 2013; 119–150. Available: [https://www.researchgate.net/publication/271446386\\_Biologia\\_reproductiva\\_de\\_Mauritia\\_flexuosa\\_en\\_Casanare\\_Orinoquia\\_Colombiana](https://www.researchgate.net/publication/271446386_Biologia_reproductiva_de_Mauritia_flexuosa_en_Casanare_Orinoquia_Colombiana)
57. Moller P. Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador. In: *Plant List- Geonoma* [Internet]. 2013. Available: <http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Arecaceae/Geonoma/>
58. López V, Borja MO, Aragón JL. Deforestation in the Ecuadorian Amazonia. *Deforestation in the Amazonia (1970-2013).* 2013. pp. 28–31.

59. Listabarth C. Palm pollination by bees, beetles and flies: Why pollinator taxonomy does not matter. The case of *Hyospathe elegans* (Arecaceae, Arecoideae, Areceae, Euterpeinae). *Plant Species Biol.* 2001;16: 165–181. doi:10.1046/j.1442-1984.2001.00061.x
60. Borchsenius F. Flowering biology of *Geonoma irena* and *G. cuneata* var. *sodiroi* (Arecaceae). *Plant Syst Evol.* 1997;208: 187–196. doi:10.1007/BF00985441
61. Henderson A. *Evolution and ecology of palms.* New York Botanical Garden Press; 2002.
62. Missouri Botanical Garden, Herbario Nacional del Ecuador. *Flora de la Estación Biológica Jatun Sacha.* Tena; 1997.

## ANEXOS

### Anexo 1

**Tabla 7.-** Localización y elevación de especies, subespecies y morfoespecies de palmas del género *Geonoma* en la provincia de Napo.

| Especies, subespecies y morfoespecies de <i>Geonoma</i> | Localización, y altura a la que fue encontrada  | Referencia      |
|---|---|-----------------|
| <i>G. brongniartii</i>                                  | Santa Rita<br>700 m.  | [3,45]          |
| <i>G. camana</i>  | Vía a Hollín – Loreto<br>1000 m.  | GBIF y herbario |
| <i>G. cuneata</i>                                       | Vía a Loreto<br>1200 m  | GBIF            |
| <i>G. deversa</i>                                       | Faldas de volcán Sumaco, Vía Hollín- Loreto, y Comunidad Chaluayacu. a 600 m s.n.m.   | [45]<br>GBIF    |
| <i>G. euspatha</i>                                      | Vía a Archidona- Tena y Vía a Hollín<br>550 m   | GBIF            |
| <i>G. hollinensis</i>                                   | Carretera Hollín- Coca y vía Baeza- Tena, Napo.<br>1000- 1100 m.                      | [9]             |
| <i>G. interrupta</i>                                    | Napo.<br>1000 m.  | [45]            |
| <i>G. interrupta subsp. interrupta</i>                  | Parque Sumaco Napo- Galeras<br>1000 m.  | GBIF            |
| <i>G. longepedunculata</i>                              | Santa Rita<br>550 m.  | GBIF y [3,45]   |
| <i>G. macrostachys</i>                                  | Estación Biológica Jatun Sacha, y San Miguel de Palmeras, Misahualli.<br>200 y 600 m. | [3,45]          |
| <i>G. macrostachys</i> morf. <i>acaulis</i>             | Cantón Archidona y carretera Hollín- Coca, km 40, Napo.<br>1200 m.                    | [3,9,62]        |
| <i>G. macrostachys</i> morf. <i>atrovirens</i>          | Estación Biológica Jatun Sacha, Ahuano.<br>430 m.                                     | GBIF y [62]     |

|  |   |             |
|--|---|-------------|
| <i>G. maxima</i>                                 | Vía al Coca<br>Shitig<br>1200 m                                 | GBIF y [45] |
| <i>G. multisecta</i>                             | Misahuali<br>A 450 m  | GBIF y [45] |
| <i>G. orbignyana</i>                             | Santa Rita, Archidona.<br>800 m                                 | GBIF y [45] |
| <i>G. orbignyana</i> subsp.<br><i>orbignyana</i> | Santa Rita<br>900 m   | GBIF        |
| <i>G. paradoxa</i>                               | Estación Biológica Jatun Sacha, Ahuano.<br>Vía Hollín.<br>430 m | [45]        |
| <i>G. stricta</i>                                | Santa Rita<br>1000 m  | GBIF y [45] |
| <i>G. stricta</i> subsp. <i>stricta</i>          | Santa Rita y Vía a Hollín<br>A 1010 m                           | [45,62]     |
| <i>G. stricta arundinacea</i>                    | Estación Biológica Jatun Sacha, Ahuano, Napo.<br>430 m          | [45,62]     |
| <i>G. triglochis</i>                             | Santa Rita, Archidona.<br>900 m                                 | GIBF y [45] |
| <i>G. undata</i>                                 | Santa Rita<br>1300 m  | GBIF y [45] |
| <i>G. undata</i> subsp. <i>undata</i>            | Vía a Baeza<br>1300 m   | GBIF        |

**Tabla 8.-** Caracteres de hojas, flores y frutos analizados en Henderson [3] . Los caracteres 0-6 hace referencia a características de hojas y tallos, 7-22 características de inflorescencias y flores y 23-29 a frutos. Los colores (a excepción del blanco, que indican características únicas entre las especies comparadas) hacen referencia a las características compartidas por las diferentes especies.

| Especie                | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>G. brongniartii</i> | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 2  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  |
| <i>G. cuneata</i>      | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 2  | 0  | 0  |
| <i>G. deversa</i>      | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  |
| <i>G. hollinensis</i>  | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  |
| <i>G. macrostachys</i> | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 2  | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  |
| <i>G. stricta</i>      | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 2  | 0  | 0  |
| <i>G. triglochis</i>   | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 3  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| <i>G. undata</i>       | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1  | 1  | 2  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  |

REALIZADO POR: URBINA OMayRA



**CATÁLOGO FOTOGRÁFICO DE  
VISITANTES FLORALES  
ASOCIADOS A PALMAS DEL  
GÉNERO GEONOMA**

# ¿Cómo interpretar este catálogo?



## Tabla con información del artrópodo colectado

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Especie                  | Nombres de las especies de palmas, en las que se encuentra presente el artrópodo.<br>Ejemplo: Especie 1<br>Especie 2                       |
| N° de inflorescencia     | Número de inflorescencias en las que fueron encontradas por cada especie de palma,<br>Ejemplo: 1-2   |
| Abundancia de artrópodos | Abundancia total del artrópodo por cada especie de palma. Ejemplo: 5-6   |
| Sitio                    | Sitios donde fue colectada la inflorescencia con los artrópodos.<br>Ejemplo: -Talag-Serena<br>- RBCCH (Reserva Biológica Colonso Chalupas) |

Agradecimiento especial:

A los voluntarios del subproyecto SP4 del proyecto BIOGEEC : Jholaus Ayala, Karla Vera, Maria Minango y Angel Morales.

## Morfoespecie 1

## Coleoptera: Curculionidae



|                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma stricta</i> |
| N° de inflorescencia | 1                      |
| Abundancia           | 2                      |
| Sitio                | Shitig- RBCCH          |

## Coleoptera: Curculionidae

## Morfoespecie 2

|                      |   |
|----------------------|---|
| Especie              | - <i>Geonoma macrostachys</i> morf. <i>atrovirens</i><br>- <i>Geonoma cuneata</i> |
| N° de inflorescencia | 1 1   |
| Abundancia           | 1 1   |
| Sitio                | -Reserva Biológica Jatun Sacha<br>-Vía a Hollín                                   |



## Morfoespecie 3

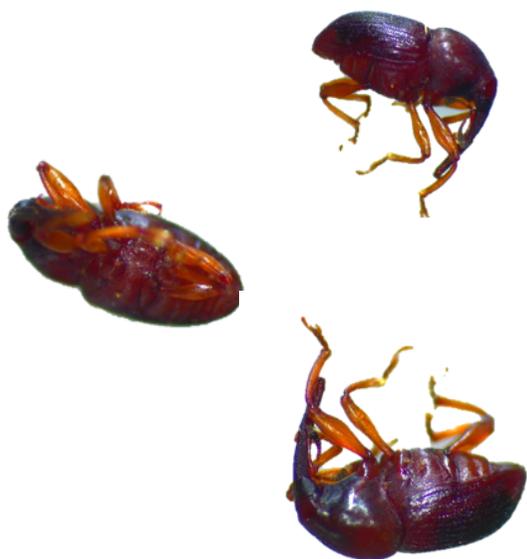
## Coleoptera: Curculionidae



|                      |                               |
|----------------------|-------------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma macrostachys</i>   |
| N° de inflorescencia | 1                             |
| Abundancia           | 1                             |
| Sitio                | Reserva Biológica Jatun Sacha |

## Morfoespecie 4

## Coleoptera: Curculionidae



|                      |                               |
|----------------------|-------------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma macrostachys</i>   |
| N° de inflorescencia | 1                             |
| Abundancia           | 3                             |
| Sitio                | Reserva Biológica Jatun Sacha |

## Coleoptera: Curculionidae

## Morfoespecie 5

|                      |                           |
|----------------------|---------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma interrupta</i> |
| N° de inflorescencia | 1                         |
| Abundancia           | 1                         |
| Sitio                | Chuncho 1 -RBCCH          |



## Morfoespecie 6

## Coleoptera: Curculionidae



|                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma cuneata</i> |
| N° de inflorescencia | 1                      |
| Abundancia           | 2                      |
| Sitio                | Tálag- Serena          |

## Morfoespecie 7

## Coleoptera: Curculionidae

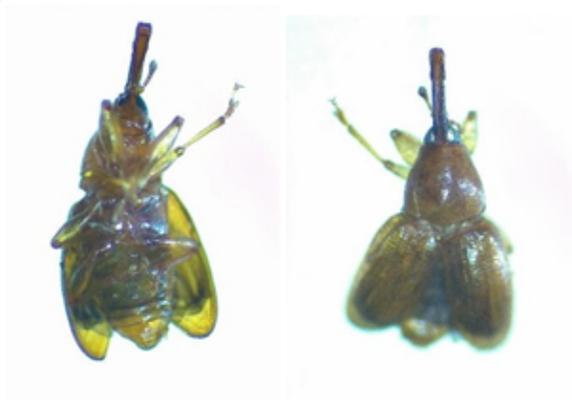


|                      |   |
|----------------------|---|
| Especie              | <i>Geonoma macrostachys</i>                     |
| N° de inflorescencia | 2   |
| Abundancia           | 3   |
| Sitio                | -Reserva Biológica Jatun Sacha<br>-Vía a Hollín |

## Coleoptera: Curculionidae

## Morfoespecie 8

|                      |   |
|----------------------|---|
| Especie              | - <i>Geonoma macrostachys</i><br>- <i>Geonoma cuneata</i> |
| N° de inflorescencia | 2    1  |
| Abundancia           | 2    1  |
| Sitio                | - San Miguel de Palmeras                                  |



## Morfoespecie 9

## Coleoptera: Curculionidae



|                      |                               |
|----------------------|-------------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma macrostachys</i>   |
| N° de inflorescencia | 1                             |
| Abundancia           | 60                            |
| Sitio                | Reserva Biológica Jatun Sacha |

## Morfoespecie 10

## Coleoptera: Curculionidae



|                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma cuneata</i> |
| N° de inflorescencia | 1                      |
| Abundancia           | 2                      |
| Sitio                | Vía al Hollín          |

## Coleoptera: Curculionidae

## Morfoespecie 11

|                      |                               |
|----------------------|-------------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma cuneata</i>        |
| N° de inflorescencia | 1                             |
| Abundancia           | 4                             |
| Sitio                | Reserva Biológica Jatun Sacha |



## Morfoespecie 12

## Coleoptera: Curculionidae



|                      |                               |
|----------------------|-------------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma cuneata</i>        |
| N° de inflorescencia | 1                             |
| Abundancia           | 6                             |
| Sitio                | Reserva Biológica Jatun Sacha |

## Morfoespecie 13

## Coleoptera: Curculionidae



|                      |                               |
|----------------------|-------------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma macrostachys</i>   |
| N° de inflorescencia | 1                             |
| Abundancia           | 2                             |
| Sitio                | Reserva Biológica Jatun Sacha |

## Coleoptera: Curculionidae

## Morfoespecie 14

-*Geonoma macrostachys* morf. *atrovirens*  
 -*Geonoma macrostachys*  
 -*Geonoma cuneata*

|                      |  |
|----------------------|--|
| Especie              | - <i>Geonoma macrostachys</i> morf. <i>atrovirens</i><br>- <i>Geonoma macrostachys</i><br>- <i>Geonoma cuneata</i> |
| N° de inflorescencia | 1 2 4  |
| Abundancia           | 1 13 41  |
| Sitio                | -Reserva Biológica Jatun Sacha<br>-Vía a Hollín  |



## Morfoespecie 15

## Coleoptera: Curculionidae



|                      |  |
|----------------------|--|
| Especie              | - <i>Geonoma macrostachys</i> morf. <i>atrovirens</i><br>- <i>Geonoma macrostachys</i><br>- <i>Geonoma cuneata</i> |
| N° de inflorescencia | 1 2 3  |
| Abundancia           | 1 14 5   |
| Sitio                | -Reserva Biológica Jatun Sacha<br>-Vía a Hollín  |

## Morfoespecie 16

## Coleoptera: Curculionidae



|                      |   |
|----------------------|---|
| Especie              | - <i>Geonoma macrostachys</i><br>- <i>Geonoma cuneata</i> |
| N° de inflorescencia | 1 1   |
| Abundancia           | 4 10  |
| Sitio                | Vía a Hollín  |

## Coleoptera: Curculionidae

## Morfoespecie 17

|                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma cuneata</i> |
| N° de inflorescencia | 1                      |
| Abundancia           | 4                      |
| Sitio                | Vía al Hollín          |



## Morfoespecie 18

## Coleoptera: Curculionidae



|                      |                       |
|----------------------|-----------------------|
| Especie              | <i>Geonoma undata</i> |
| N° de inflorescencia | 1                     |
| Abundancia           | 3                     |
| Sitio                | Vía a Hollín          |

## Morfoespecie 19



## Coleoptera: Nitidulidae

|                      |  |
|----------------------|--|
| Especie              | - <i>Geonoma deversa</i><br>- <i>Geonoma macrostachys</i><br>- <i>Geonoma brongniartii</i><br>- <i>Geonoma cuneata</i> |
| N° de inflorescencia | 1 5 1 2  |
| Abundancia           | 3 72 3 13  |
| Sitio                | -San Miguel de Palmeras<br>-Reserva Biológica Jatun Sacha<br>-Talag-Serena<br>-Vía Hollín                              |

## Coleoptera: Nitidulidae

-*Geonoma macrostachys*  
-*Geonoma cuneata*

|                      |  |
|----------------------|--|
| Especie              | - <i>Geonoma macrostachys</i><br>- <i>Geonoma cuneata</i>                |
| N° de inflorescencia | 2 1  |
| Abundancia           | 8 1  |
| Sitio                | -San Miguel de Palmeras<br>-Reserva Biológica Jatun Sacha<br>-Vía Hollín |

## Morfoespecie 20



## Morfoespecie 21



## Coleoptera: Nitidulidae

|                      |   |
|----------------------|---|
| Especie              | - <i>Geonoma macrostachys</i><br>- <i>Geonoma cuneata</i><br>- <i>Geonoma stricta</i>     |
| N° de inflorescencia | 5 1 2   |
| Abundancia           | 10 1 3  |
| Sitio                | -San Miguel de Palmeras<br>-Reserva Biológica Jatun Sacha<br>-Talag-Serena<br>-Vía Hollín |

## Morfoespecie 22

## Coleoptera: Nitidulidae



|                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma cuneata</i> |
| N° de inflorescencia | 1                      |
| Abundancia           | 5                      |
| Sitio                | Tálag- Serena          |

## Coleoptera: Nitidulidae

## Morfoespecie 23

|                      |                          |
|----------------------|--------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma stricta</i>   |
| N° de inflorescencia | 1                        |
| Abundancia           | 1                        |
| Sitio                | Shitig- sendero<br>RBCCH |



## Morfoespecie 24

## Coleoptera: Nitidulidae



|                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma cuneata</i> |
| N° de inflorescencia | 1                      |
| Abundancia           | 1                      |
| Sitio                | Vía a Hollín           |

## Morfoespecie 25

## Coleoptera: Nitidulidae



|                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma stricta</i> |
| N° de inflorescencia | 1                      |
| Abundancia           | 1                      |
| Sitio                | Shitig- RBCCH          |

## Coleoptera: Nitidulidae

## Morfoespecie 26

|                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma trigloch</i> |
| N° de inflorescencia | 1                       |
| Abundancia           | 1                       |
| Sitio                | Shitig- RBCCH           |



## Morfoespecie 27

## Coleoptera: Nitidulidae



|                      |                            |
|----------------------|----------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma hollinensis</i> |
| N° de inflorescencia | 1                          |
| Abundancia           | 1                          |
| Sitio                | Vía a Hollín               |

## Morfoespecie 28



## Coleoptera: Nitidulidae

|                      |                             |
|----------------------|-----------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma macrostachys</i> |
| N° de inflorescencia | 2                           |
| Abundancia           | 3                           |
| Sitio                | San Miguel de Palmeras      |

## Coleoptera: Nitidulidae

## Morfoespecie 29

|                      |                                 |
|----------------------|---------------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma cf. macrostachys</i> |
| N° de inflorescencia | 2                               |
| Abundancia           | 15                              |
| Sitio                | San Miguel de Palmeras          |



## Morfoespecie 30

## Coleoptera: Nitidulidae



|                      |  |
|----------------------|--|
| Especie              | - <i>Geonoma stricta</i><br>- <i>Geonoma cuneata</i> |
| N° de inflorescencia | 1 1  |
| Abundancia           | 1 2  |
| Sitio                | -Shitig- sendero<br>RBCCH<br>-Talag, Serena          |

## Morfoespecie 31



## Coleoptera: Nitidulidae

|                      |   |
|----------------------|---|
| Especie              | - <i>Geonoma macrostachys</i><br>- <i>Geonoma cuneata</i> |
| N° de inflorescencia | 3 3   |
| Abundancia           | 24 28   |
| Sitio                | -Reserva Biológica Jatun Sacha<br>-Vía a Hollín           |

## Coleoptera: Nitidulidae

## Morfoespecie 32

|                      |   |
|----------------------|---|
| Especie              | - <i>Geonoma macrostachys</i><br>- <i>Geonoma cuneata</i> |
| N° de inflorescencia | 5 3   |
| Abundancia           | 78 67   |
| Sitio                | -Reserva Biológica Jatun Sacha<br>-Vía a Hollín           |



## Morfoespecie 33

## Coleoptera: Nitidulidae



|                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma cuneata</i> |
| N° de inflorescencia | 1                      |
| Abundancia           | 1                      |
| Sitio                | Talag- Serena          |

## Morfoespecie 34

## Coleoptera: Nitidulidae



|                      |   |
|----------------------|---|
| Especie              | <i>Geonoma stricta</i><br><i>subsp. arundinacea</i> |
| N° de inflorescencia | 1   |
| Abundancia           | 1   |
| Sitio                | Talag- Serena                                       |

## Coleoptera: Nitidulidae

## Morfoespecie 35

|                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma cuneata</i> |
| N° de inflorescencia | 1                      |
| Abundancia           | 16                     |
| Sitio                | Vía a Hollín           |



## Morfoespecie 36

## Coleoptera: Nitidulidae



|                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma cuneata</i> |
| N° de inflorescencia | 1                      |
| Abundancia           | 1                      |
| Sitio                | Vía a Hollín           |

## Morfoespecie 37



## Coleoptera

|                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma cuneata</i> |
| N° de inflorescencia | 1                      |
| Abundancia           | 2                      |
| Sitio                | Vía a Hollín           |

## Dermaptera

## Morfoespecie 38

|                      |                       |
|----------------------|-----------------------|
| Especie              | <i>Geonoma undata</i> |
| N° de inflorescencia | 1                     |
| Abundancia           | 2                     |
| Sitio                | Shitig - RBCCH        |



## Dermaptera

## Morfoespecie 39



|                      |                           |
|----------------------|---------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma triglochis</i> |
| N° de inflorescencia | 1                         |
| Abundancia           | 2                         |
| Sitio                | Shitig - RBCCH            |

## Morfoespecie 40



## Dermaptera

|                      |                             |
|----------------------|-----------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma macrostachys</i> |
| N° de inflorescencia | 1                           |
| Abundancia           | 21                          |
| Sitio                | Vía a Hollín                |

## Dermaptera

## Morfoespecie 41

|                      |                               |
|----------------------|-------------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma macrostachys</i>   |
| N° de inflorescencia | 1                             |
| Abundancia           | 1                             |
| Sitio                | Reserva Biológica Jatun Sacha |



## Morfoespecie 42

## Dermaptera



|                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma cuneata</i> |
| N° de inflorescencia | 2                      |
| Abundancia           | 4                      |
| Sitio                | Vía a Hollín           |

# Morfoespecie 43

# Diptera



|                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma stricta</i>  |
| N° de inflorescencia | 1                       |
| Abundancia           | 1                       |
| Sitio                | Shitig- sendero<br>RBCC |

# Diptera

# Morfoespecie 44

|                      |                             |
|----------------------|-----------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma macrostachys</i> |
| N° de inflorescencia | 1                           |
| Abundancia           | 1                           |
| Sitio                | San Miguel de<br>Palmeras.  |



# Morfoespecie 45

# Diptera

- Geonoma brongniartii*
- Geonoma macrostachys*
- Geonoma deversa*
- Geonoma cuneata*
- Geonoma triglochis*



|                      |  |
|----------------------|--|
| Especie              |  |
| N° de inflorescencia | 1 5 2 3 2  |
| Abundancia           | 12 160 9 47 5  |
| Sitio                | -San Miguel de Palmeras<br>-Reserva Biológica Jatun Sacha<br>-Shitig - RBCCH |

## Morfoespecie 46



## Diptera

Especie

- *Geonoma deversa*  
- *Geonoma macrostachys*  
- *Geonoma cuneata*

N° de inflorescencia

1 2 1

Abundancia

12 2 5

Sitio

-San Miguel de Palmeras  
-Talag-Serena

## Diptera

Especie

*Geonoma macrostachys*

N° de inflorescencia

3

Abundancia

15

Sitio

Reserva Biológica Jatun Sacha



## Morfoespecie 47

## Diptera

Especie

*Geonoma macrostachys* morf.  
*atrovirens*

N° de inflorescencia

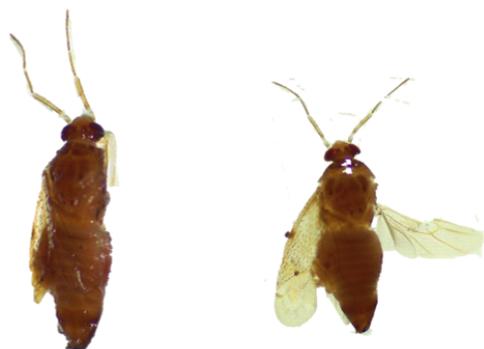
1

Abundancia

1

Sitio

Shitig- sendero  
RBCC



## Morfoespecie 48

## Morfoespecie 49



## Diptera

|                      |                               |
|----------------------|-------------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma macrostachys</i>   |
| N° de inflorescencia | 2                             |
| Abundancia           | 6                             |
| Sitio                | Reserva Biológica Jatun Sacha |

## Diptera

## Morfoespecie 50

|                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma cuneata</i> |
| N° de inflorescencia | 1                      |
| Abundancia           | 1                      |
| Sitio                | Tálag- Serena          |



## Morfoespecie 51



## Diptera

|                      |                               |
|----------------------|-------------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma macrostachys</i>   |
| N° de inflorescencia | 1                             |
| Abundancia           | 1                             |
| Sitio                | Reserva Biológica Jatun Sacha |

## Morfoespecie 52

## Diptera



Especie

*Geonoma macrostachys morf. atrovirens*

N° de inflorescencia

1

Abundancia

1

Sitio

Reserva Biológica Jatun Sacha

## Diptera

## Morfoespecie 53

Especie

*Geonoma stricta*

N° de inflorescencia

1

Abundancia

2

Sitio

Vía a Hollín



## Morfoespecie 54

## Diptera



Especie

*Geonoma hollinensis*

N° de inflorescencia

1

Abundancia

1

Sitio

Vía a Hollín

## Morfoespecie 55

## Diptera



|                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma cuneata</i> |
| N° de inflorescencia | 2                      |
| Abundancia           | 4                      |
| Sitio                | Vía a Hollín           |

## Diptera

## Morfoespecie 56

|                      |   |
|----------------------|---|
| Especie              | <i>Geonoma stricta</i><br><i>subsp. arundinacea</i> |
| N° de inflorescencia | 1   |
| Abundancia           | 1   |
| Sitio                | Talag- Serena                                       |



## Diptera

## Morfoespecie 57



|                      |                           |
|----------------------|---------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma triglochis</i> |
| N° de inflorescencia | 1                         |
| Abundancia           | 1                         |
| Sitio                | Shitig- RBCCH             |

## Morfoespecie 58

## Diptera



|                      |                           |
|----------------------|---------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma triglochis</i> |
| N° de inflorescencia | 1                         |
| Abundancia           | 1                         |
| Sitio                | Shitig- RBCCH             |

## Diptera

## Morfoespecie 59

|                      |                             |
|----------------------|-----------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma macrostachys</i> |
| N° de inflorescencia | 1                           |
| Abundancia           | 1                           |
| Sitio                | San Miguel de Palmeras      |



## Morfoespecie 60

## Diptera



|                      |                           |
|----------------------|---------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma triglochis</i> |
| N° de inflorescencia | 1                         |
| Abundancia           | 2                         |
| Sitio                | Shitig- RBCCH             |

## Morfoespecie 61

## Himenoptera: Meliponini



|                      |                             |
|----------------------|-----------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma macrostachys</i> |
| N° de inflorescencia | 1                           |
| Abundancia           | 1                           |
| Sitio                | Vía a Hollín                |

## Himenoptera: Meliponini

## Morfoespecie 62

|                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma cuneata</i> |
| N° de inflorescencia | 1                      |
| Abundancia           | 1                      |
| Sitio                | Vía a Hollín           |



## Morfoespecie 63

## Himenoptera: Meliponini



|                      |                             |
|----------------------|-----------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma macrostachys</i> |
| N° de inflorescencia | 1                           |
| Abundancia           | 2                           |
| Sitio                | Vía a Hollín                |

## Morfoespecie 64

## Himenoptera: Meliponini

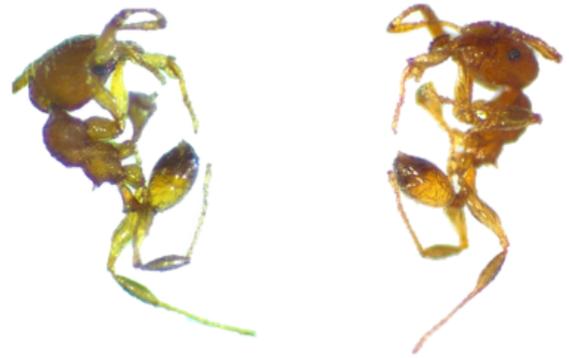


|                      |                             |
|----------------------|-----------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma macrostachys</i> |
| N° de inflorescencia | 2                           |
| Abundancia           | 1                           |
| Sitio                | Vía a Hollín                |

## Himenoptera: Formicidae

## Morfoespecie 65

|                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma cuneata</i> |
| N° de inflorescencia | 1                      |
| Abundancia           | 4                      |
| Sitio                | Tálag- Serena          |



## Morfoespecie 66

## Himenoptera: Formicidae



|                      |  |
|----------------------|--|
| Especie              | - <i>Geonoma deversa</i><br>- <i>Geonoma brongniartii</i><br>- <i>Geonoma trigloch</i> |
| N° de inflorescencia | 1 1 1  |
| Abundancia           | 1 1 1  |
| Sitio                | -San Miguel de Palmeras<br>-Shitig - RBCCH   |

## Morfoespecie 67



## Himenoptera: Formicidae

|                      |   |
|----------------------|---|
| Especie              | - <i>Geonoma stricta</i><br>- <i>Geonoma macrostachys</i><br>- <i>Geonoma cuneata</i>     |
| N° de inflorescencia | 2 2 3   |
| Abundancia           | 3 4 5   |
| Sitio                | -Shitig-RBCCH<br>-San Miguel de Palmera<br>-Talag-Serena<br>-Reserva Biológica Jatunsacha |

## Himenoptera: Formicidae

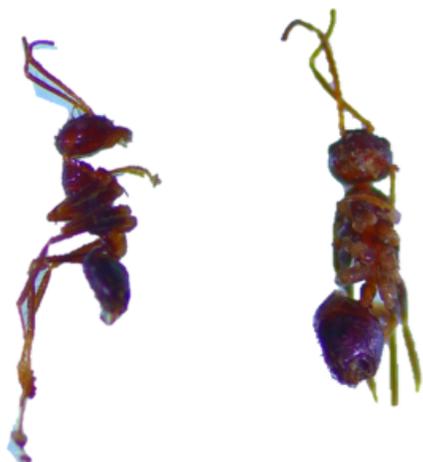
## Morfoespecie 68

|                      |                               |
|----------------------|-------------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma macrostachys</i>   |
| N° de inflorescencia | 2                             |
| Abundancia           | 3                             |
| Sitio                | Reserva Biológica Jatun Sacha |



## Morfoespecie 69

## Himenoptera: Formicidae



|                      |                               |
|----------------------|-------------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma macrostachys</i>   |
| N° de inflorescencia | 1                             |
| Abundancia           | 1                             |
| Sitio                | Reserva Biológica Jatun Sacha |

## Morfoespecie 70



## Himenoptera: Formicidae

|                      |   |
|----------------------|---|
| Especie              | - <i>Geonoma macrostachys</i><br>morf. <i>atrovirens</i><br>- <i>Geonoma macrostachys</i> |
| N° de inflorescencia | 1 1   |
| Abundancia           | 32 6  |
| Sitio                | Reserva Biológica Jatun Sacha   |

## Himenoptera: Formicidae

|                      |  |
|----------------------|--|
| Especie              | - <i>Geonoma stricta</i> subsp.<br><i>arundinacea</i><br>- <i>Geonoma undata</i> |
| N° de inflorescencia | 1 1  |
| Abundancia           | 6 2  |
| Sitio                | -Talag- Serena<br>-Chuncho 1 - RBCCH   |



## Morfoespecie 71

## Morfoespecie 72



## Himenoptera: Formicidae

|                      |   |
|----------------------|---|
| Especie              | <i>Geonoma stricta</i> subsp.<br><i>arundinacea</i> |
| N° de inflorescencia | 1   |
| Abundancia           | 1   |
| Sitio                | Talag- Serena                                       |

## Morfoespecie 73

## Himenoptera: Formicidae



|                      |  |
|----------------------|--|
| Especie              | <i>Geonoma macrostachys</i><br><i>morf. atrovirens</i> |
| N° de inflorescencia | 1  |
| Abundancia           | 5  |
| Sitio                | Reserva Biológica Jatun Sacha                          |

## Himenoptera: Formicidae

## Morfoespecie 74

|                      |                           |
|----------------------|---------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma triglochis</i> |
| N° de inflorescencia | 1                         |
| Abundancia           | 2                         |
| Sitio                | Shitig- RBCCH             |



## Araneae

## Morfoespecie 75



|                      |   |
|----------------------|---|
| Especie              | <i>Geonoma stricta</i><br><i>subsp. arundinacea</i> |
| N° de inflorescencia | 1   |
| Abundancia           | 1   |
| Sitio                | Talag- Serena                                       |

## Morfoespecie 76



## Araneae

|                      |   |
|----------------------|---|
| Especie              | - <i>Geonoma cuneata</i><br>- <i>Geonoma longepedunculata</i> |
| N° de inflorescencia | 1 1   |
| Abundancia           | 1 1   |
| Sitio                | -Vía a Hollín<br>-Chuncho 1 - RBCCH                           |

## Morfoespecie 77

### Lepidoptera

|                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma cuneata</i> |
| N° de inflorescencia | 1                      |
| Abundancia           | 1                      |
| Sitio                | Vía a Hollín           |



## Morfoespecie 78



### Otros

|                      |                             |
|----------------------|-----------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma macrostachys</i> |
| N° de inflorescencia | 1                           |
| Abundancia           | 1                           |
| Sitio                | San Miguel de Palmeras      |

## Morfoespecie 79



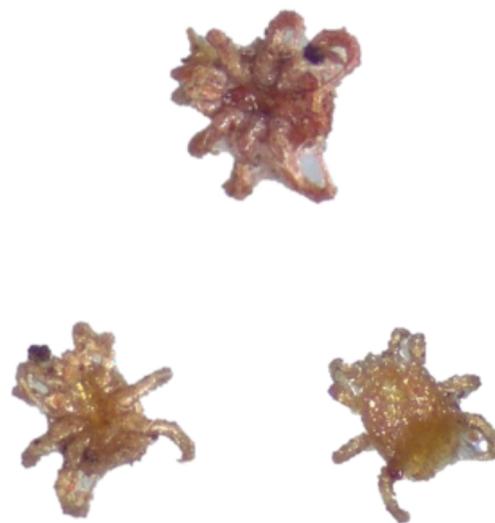
## Otros

|                      |                             |
|----------------------|-----------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma macrostachys</i> |
| N° de inflorescencia | 1                           |
| Abundancia           | 4                           |
| Sitio                | San Miguel de Palmeras.     |

## Otros

|                      |                             |
|----------------------|-----------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma macrostachys</i> |
| N° de inflorescencia | 1                           |
| Abundancia           | 4                           |
| Sitio                | San Miguel de Palmeras      |

## Morfoespecie 80



## Otros

|                      |                               |
|----------------------|-------------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma macrostachys</i>   |
| N° de inflorescencia | 1                             |
| Abundancia           | 1                             |
| Sitio                | Reserva Biológica Jatun Sacha |

## Morfoespecie 81



## Morfoespecie 82



### Otros

|                      |                             |
|----------------------|-----------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma macrostachys</i> |
| N° de inflorescencia | 1                           |
| Abundancia           | 1                           |
| Sitio                | Vía a Hollín                |

## Larvas

|                      |                             |
|----------------------|-----------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma macrostachys</i> |
| N° de inflorescencia | 1                           |
| Abundancia           | 1                           |
| Sitio                | San Miguel de Palmeras      |

## Morfoespecie 83



### Otros

## Morfoespecie 84



|                      |                             |
|----------------------|-----------------------------|
| Especie              | <i>Geonoma macrostachys</i> |
| N° de inflorescencia | 1                           |
| Abundancia           | 1                           |
| Sitio                | Vía a Hollín                |

## Morfoespecie 85



Larvas

Especie

*Geonoma macrostachys* morf.  
*atrovirens*

N° de inflorescencia

1

Abundancia

5

Sitio

Reserva Biológica Jatun  
Sacha

## Otros

## Morfoespecie 86

Especie

*Geonoma triglochis*

N° de inflorescencia

6

Abundancia

79

Sitio

Shitig- RBCCH



## Larvas

Especie

-*Geonoma macrostachys*  
-*Geonoma hollinensis*  
-*Geonoma undata*

N° de inflorescencia

4 2 1

Abundancia

70 8 1

Sitio

-Reserva Biológica Jatun  
Sacha  
-Vía a Hollín

## Morfoespecie 87

