

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

## FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

### CARRERA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



## COMPOSICIÓN Y DIVERSIDAD DE HORMIGAS ASOCIADAS A ÁRBOLES MIRMECÓFILOS EN UNA GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL PARQUE NACIONAL DEL MANU

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO.

PRESENTADO POR:

Br. JENIFFER KATHERINE ALVAREZ BACA.

ASESOR:

M. Sc. ERICK YABAR LANDA.

CO-ASESOR:

BLGO. ARMANDO ALFARO TAPIA.

CUSCO-PERU

2012

Tesis Auspiciada por la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

## DEDICATORIA.

A DIOS, que es la Fuerza Espiritual que me guía y me lleva a perseguir y obtener mis objetivos trazados.

A mis Papitos: ANIBAL Y EUFEMIA, por todos estos años acompañándome y brindándome su amor incondicional, por ser el cimiento de nuestra familia y por enseñarme que con perseverancia se logran grandes cosas. A ustedes les debo todo.

A mis Hermanos: TÁ, TECHI Y PEPE, por ser parte de lo más bonito que me dió Dios: Mi Familia. Y por enseñarme con su ejemplo que los obstáculos son para vencerlos y salir airoso de ellos.

A mis Sobrinos: LEITO, RAFITA Y SALVITA, son lo más hermoso que tengo, basta una sonrisa para alegrarme la vida, son el ejemplo más claro de lo fácil que es dar Amor sincero.

A ARMANDO "TOMY", que me demuestras tu amor, paciencia y comprensión en todo momento y ante cualquier circunstancia, gracias por compartir conmigo todo este tiempo y todo el que vendrá.

## **AGRADECIMIENTOS.**

- A la Asociación para la Conservación de la Cuenca Amazónica (ACCA) por el financiamiento otorgado para la realización del trabajo en la modalidad de Becas de Pre- Grado.
- A la Fundación CREES (Conservation Research, Environmental Education towards Sustainability) por el apoyo logístico brindado en sus instalaciones para la realización del trabajo de campo.
- Al Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP), por las facilidades brindadas para la obtención de los permisos de colecta en el Parque Nacional del Manu.
- A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco que, Mediante su Consejo de Investigación, aprobó mediante el programa “Apoyo Económico de Tesis Universitarias de Pregrado 2012” la subvención de parte del presente trabajo.
- Mi sincero agradecimiento a mi Asesor, M.Sc. Erick Yábar Landa, por todo su apoyo brindado durante la realización del presente trabajo y todos estos años de enseñanza.
- Mi profunda gratitud a mi Co-Asesor, Blgo. Armando Alfaro Tapia “Tomy”, por toda su ayuda en la culminación del presente trabajo, así como la paciencia y comprensión brindadas en todo momento.
- Al Blgo. Abel Monteagudo Mendoza, por su ayuda en la determinación de las muestras botánicas colectadas.
- Al Bach. Jean Paul Latorre Farfán, con quien me siento muy agradecida por toda su ayuda tanto en la fase de campo como de trabajo con las muestras botánicas, y por brindarme su tiempo, consejos y amistad.
- A los Bachs. Víctor Chama Moscoso y Hugo Ortiz Vilchez, por toda la ayuda brindada en la fase de campo y el trabajo con las muestras botánicas del presente trabajo.
- Un agradecimiento muy especial a mi gran amiga “Kelita”, por estar a mi lado en todo momento, por su gran ayuda y amistad. De la misma manera quiero agradecer a Renato, Patico y Mary, por su ayuda y apoyo en todo momento.

## TABLA DE CONTENIDO.

LISTA DE TABLAS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE ANEXOS

|   |     |
|---|-----|
| RESUMEN .....   | i   |
| INTRODUCCION .....  | ii  |
| FORMULACION DEL PROBLEMA .....                                      | iii |
| JUSTIFICACION .....   | iv  |
| HIPOTESIS .....   | v   |
| OBJETIVOS .....   | vi  |
| Objetivos Específicos .....   | vi  |
| <br>  |     |
| CAPITULO I .....  | 1   |
| REVISION BIBLIOGRAFICA .....  | 1   |
| 1.1 GENERALIDADES .....   | 1   |
| 1.1.1 DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS .....                   | 1   |
| 1.1.2 EVOLUCIÓN DE LA RELACIÓN PLANTA – INSECTO. ....               | 4   |
| 1.2 ANTECEDENTES DE ESTUDIO .....                                   | 11  |
| 1.3 ZONA DE ESTUDIO .....   | 15  |
| 1.3.1. AREA DE ESTUDIO .....  | 15  |
| 1.3.2. GENERALIDADES DE LA ZONA DE ESTUDIO .....                    | 17  |
| <br>  |     |
| CAPITULO II .....   | 21  |
| MATERIALES Y METODOS .....  | 21  |
| 2.1. MATERIALES .....   | 21  |
| 2.1.1. MATERIAL DE CAMPO. ....                                      | 21  |
| 2.1.2. MATERIAL DE LABORATORIO. ....                                | 22  |
| 2.2 METODOS .....   | 22  |
| 2.2.1 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL .....                              | 22  |
| <br>  |     |
| CAPITULO III .....  | 25  |
| RESULTADOS Y DISCUSION .....  | 25  |
| 3.1 RESULTADOS .....  | 25  |
| 3.1.1. DESCRIPCIÓN DE GÉNEROS. ....                                 | 25  |
| 3.1.2. DIVERSIDAD Y COMPOSICION DE ESPECIES. ....                   | 41  |
| 3.1.3 COMPOSICION DE ESPECIES DE HORMIGAS ASOCIADAS A ARBOLES. .... | 45  |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>3.2 DISCUSION.</b> .....             | <b>52</b> |
| <b>CONCLUSIONES</b> .....               | <b>57</b> |
| <b>RECOMENDACIONES</b> .....            | <b>58</b> |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> ..... | <b>59</b> |
| <b>ANEXOS</b> .....                     | <b>71</b> |

## **LISTA DE TABLAS.**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Tabla 1:</b> <i>ANOVA Factorial para la diversidad Shanon-Winner entre época de evaluación, localidad evaluada y la interacción época por evaluación.</i> .....   | <b>41</b> |
| <b>Tabla 2:</b> <i>ANOVA Factorial para la riqueza de especies de hormigas asociadas a plantas mirmecófilas entre época de evaluación, localidad evaluada y la interacción época por evaluación.</i> ..... | <b>43</b> |
| <b>Tabla 3:</b> <i>Registro de Hormigas asociadas a Plantas Mirmecófilas</i> .....   | <b>45</b> |

## LISTA DE FIGURAS.

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Figura 1: Mapa de ubicación del Área de Estudio en el Parque Nacional del Manu.</b> .....  | <b>16</b> |
| <b>Figura 2: Mapa de ubicación del Cl. Wayqecha.</b> .....  | <b>19</b> |
| <b>Figura 3: Esquema del transecto utilizado para la colecta de las plantas a lo largo de las Trochas o en la carretera.</b> .....                                      | <b>23</b> |
| <b>Figura 4: Especies de hormigas registradas en las tres zonas de muestreo.</b> .....  | <b>31</b> |
| <b>Figura 5: Especies de hormigas registradas en las tres zonas de muestreo.</b> .....  | <b>32</b> |
| <b>Figura 6: Especies de hormigas registradas en las tres zonas de muestreo.</b> .....  | <b>33</b> |
| <b>Figura 7: Especies de hormigas registradas en las tres zonas de muestreo.</b> .....  | <b>34</b> |
| <b>Figura 8: Especies de hormigas registradas en las tres zonas de muestreo.</b> .....  | <b>35</b> |
| <b>Figura 9: Especies de hormigas registradas en las tres zonas de muestreo.</b> .....  | <b>36</b> |
| <b>Figura 10: Especies de hormigas registradas en las tres zonas de muestreo.</b> .....   | <b>37</b> |
| <b>Figura 11: Especies de hormigas registradas en las tres zonas de muestreo.</b> .....   | <b>38</b> |
| <b>Figura 12: Especies de hormigas registradas en las tres zonas de muestreo.</b> .....   | <b>39</b> |
| <b>Figura 13: Especies de hormigas registradas en las tres zonas de muestreo.</b> .....   | <b>40</b> |
| <b>Figura 14: ANOVA Factorial para el Índice de Diversidad Shannon-Weaver para la época de evaluación, localidad evaluada y la interacción época x localidad.</b> ..... | <b>42</b> |
| <b>Figura 15: ANOVA Factorial para la riqueza de especies para la época de evaluación, localidad evaluada y la interacción época x localidad.</b> .....                 | <b>44</b> |
| <b>Figura 16: Análisis discriminante para observar la variación entre localidades evaluadas y su composición de hormigas asociadas a árboles mirmecófilos.</b> .....    | <b>49</b> |
| <b>Figura 17: Análisis de Componentes Principales para la relación de géneros de hormigas registradas y sus plantas mirmecófilas.</b> .....                             | <b>51</b> |

## LISTA DE ANEXOS

**Anexo 1: Abstract.**

**Anexo 2: Primera Zona de Estudio: Manu Learning Centre (MLC), donde se observan las trochas donde fueron colectadas las muestras tanto de plantas como de sus hormigas asociadas (a,b y c).**

**Anexo 3: Segunda Zona de Estudio: San Pedro (SP), se observan las trochas y carretera donde se realizó la colecta de muestras (a,b y c).**

**Anexo 4: Tercera Zona de Estudio: Centro de Investigación Wayqecha (CIW), se observan zonas donde se tomaron las muestras (a, b y c).**

**Anexo 5: Toma de muestras: a) Colecta de plantas; b y c) Colecta de hormigas dentro de las plantas.**

**Anexo 6: a) Determinación; b) y c) montaje y etiquetado de muestras de hormigas en Laboratorio.**

**Anexo 7: Azteca alfari en Cordia alliodora a) Obrera de A. alfari ; b) Espécimen de C. alliodora ; c) Corte transversal de domacio de C. alliodora mostrando el nido de hormigas A. alfari con sus huevos y pupas.**

**Anexo 8: Azteca brevis en Triplaris poeppigiana a) Obrera de A. brevis ; b) Espécimen de T. poeppigiana ; c) Tronco de T. poeppigiana mostrando obreras de A. brevis saliendo de la apertura del domacio.**

**Anexo 9: Azteca flavigaster cf en Cordia nodosa a) Obrera de A. flavigaster; b) Ejemplar de C. nodosa; c) Corte transversal del domacio de C. nodosa donde se muestran obreras de A. flavigaster cargando a sus pupas.**

**Anexo 10: Azteca ovaticeps en Cecropia aff engleriana a) Obrera de A. ovaticeps; b) Ejemplar de Cecropia aff engleriana; c) Corte transversal de la rama de C. aff engleriana mostrando reinas de A. ovaticeps siendo protegidas por sus obreras.**

**Anexo 11: Azteca pittieri en Fabacea sp.1 a) Obrera de A. pittieri b) Ejemplar de Fabaceae sp.1; c) Corte transversal de la rama de Fabaceae sp.1 mostrando obreras de A. pittieri trasladando sus pupas.**

**Anexo 12: Azteca pittieri en Pleurothyrium poeppigii. a) Obrera de A. pittieri b) Ejemplar de Pleurothyrium poeppigii con frutos; c) Corte transversal de la rama de Pleurothyrium poeppigii mostrando obreras de A. pittieri trasladando sus pupas.**

**Anexo 13: Azteca pittieri en Tachigali macbridei a) Obrera de A. pittieri b) Ejemplar de Tachigali macbridei; c) Corte transversal del peciolo de la hoja de Tachigali macbridei mostrando obreras de A. pittieri trasladando sus pupas.**

**Anexo 14: Azteca xanthochroa en Cecropia aff. engleriana a) Obrera de A. xanthochroa b) Ejemplar joven de Cecropia aff. engleriana.; c) Tallo joven de Cecropia aff. engleriana mostrando obreras de A. xanthochroa patrullando a lo largo del tallo.**

**Anexo 15: Azteca xanthochroa en Cecropia angustifolia a) Obrera de A. xanthochroa b) Ejemplar de C. angustifolia.; c) Tallo de C. angustifolia mostrando una obrera de A. xanthochroa saliendo por el agujero de entrada del nido.**



**Anexo 16:** *Azteca xanthochroa* en *Cecropia membranacea* a) Obrera de *A. xanthochroa*; b) Ejemplar de *C. membranacea*; c) Tronco de *C. membranacea* mostrando muchas obreras de *A. xanthochroa* circulando sobre este.

**Anexo 17:** ~~*Azteca xanthochroa* en *Cecropia multiflora*~~ a) Obrera de *A. xanthochroa*; b) Ejemplar de *C. multiflora* con flor y fruto; c) Corte transversal de una rama de *C. multiflora* mostrando: Una reina de *A. xanthochroa* ; obreras adultas protegiendo a sus juveniles y obreras saliendo del agujero de apertura del nido.

**Anexo 18:** *Azteca xanthochroa* en *Cecropia sp.1* a) Obrera de *A. xanthochroa*; b) Ejemplar de *C. multiflora*; c) Corte transversal de una rama de *C. sp.1* mostrando una celda en la que se observan obreras de *A. xanthochroa* protegiendo y tratando de llevarse sus pupas y huevos.

**Anexo 19:** *Azteca xanthochroa* en *Cecropia sp.2* a) Obrera de *A. xanthochroa*; b) Ejemplar de *C. sp.2*; c) Corte transversal de una rama de *C. sp.2* mostrando una reina de *A. xanthochroa* escondiéndose y obreras llevándose sus pupas y huevos.

**Anexo 20:** *Camponotus abscisus cf.* en *Cecropia tacuna* a) Obrera de *Camponotus abscisus cf.*; b) Ejemplar de *C. tacuna*; c) Corte transversal de una rama de *C. tacuna* mostrando obreras de *Camponotus abscisus cf.* dentro de galerías protegiendo a las reinas, sus pupas y huevos.

**Anexo 21:** *Camponotus balzani* en *Cecropia tacuna* a) Obrera de *Camponotus balzani*; b) Árbol de *C. tacuna*; c) Corte transversal de una rama de *C. tacuna* mostrando obreras de *Camponotus balzani* saliendo de las rama a explorar.

**Anexo 22:** ~~*Camponotus balzani* en *Cecropia multiflora*~~ a) Obrera de *Camponotus balzani*; b) Ejemplar de *Cecropia multiflora*; c) Corte transversal de una rama de *C. tacuna* mostrando obreras de *Camponotus balzani* saliendo de la rama.

**Anexo 23:** *Camponotus balzani* en *Cecropia polystachya* a) Obrera de *Camponotus balzani*; b) Ejemplar de *Cecropia polystachya*; c) Corte transversal de una rama de *Cecropia polystachya* mostrando obreras de *Camponotus balzani* saliendo de la rama.

**Anexo 24:** *Camponotus sp.1* en *Nectandra sp.1* a) Obrera de *Camponotus sp.1*; b) Ejemplar de *Nectandra sp.1* con frutos; c) Corte transversal de una rama de *Nectandra sp.1* mostrando tres obreras de *Camponotus sp.1* protegiendo y tratando de llevarse una pupa.

**Anexo 25:** *Crematogaster sp.1* en *Clidemia allardii* a) Obrera de *Crematogaster sp.1*; b) Ejemplar de *Clidemia allardii* ; c) Corte transversal de los domacios en la base del peciolo de las hojas y que muestra a obreras de *Crematogaster sp.1* patrullando y recuperando los huevos.

**Anexo 26:** *Crematogaster sp.1* en *Tachigali macbridei*. a) Obrera de *Crematogaster sp.1*; b) Ejemplar de *Tachigali macbridei*; c) Momento en que se realiza un corte transversal del raquis de la hoja de *Tachigali macbridei* y se muestra el interior del domacio con algunas obreras de *Crematogaster sp.1* escondiéndose en los agujeros.

**Anexo 27:** *Crematogaster sp.1* en *Tococa caquetana* a) Obrera de *Crematogaster sp.1*; b) Ejemplar de *Tococa caquetana*; c) Domacio en la base del peciolo de la hoja de *Tococa caquetana* donde se observan obreras de *Crematogaster sp.1* explorando el área.

**Anexo 28:** *Crematogaster sp.2* en *Fabacea sp.2* a) Obrera de *Crematogaster sp.2*; b) Ejemplar de *Fabacea sp.2* con flor; c) Rama de *Fabacea sp.2* abierta mostrando obreras de *Crematogaster sp.2* llevándose sus huevos y pupas para protegerlos.

**Anexo 29:** *Crematogaster victima cf* en *Cecropia multiflora* a) Obrera de *Crematogaster victima cf*; b) Ejemplar de *Cecropia multiflora*; c) Corte transversal de la rama de *Cecropia multiflora* donde se observan obreras de *Crematogaster victima cf* protegiendo a sus pupas, y hembras aladas tratando de esconderse.

**Anexo 30:** *Crematogaster victima cf* en No determinada a) Obrera de *Crematogaster victima cf*; b) Ejemplar de No determinada; c) Corte transversal de la rama de No determinada donde se observan obreras de *Crematogaster victima cf* cuidando y protegiendo a sus pupas.

**Anexo 31:** *Crematogaster victima cf* en *Piper crassinervium* a) Obrera de *Crematogaster victima cf*; b) Ejemplar de *Piper crassinervium*; c) Corte transversal de la rama de *Piper crassinervium* donde se observan obreras de *Crematogaster victima cf* terminando de trasladar sus pupas.

**Anexo 32:** *Myrmelachista sp.1* en *Cordia nodosa* a) Obrera de *Myrmelachista sp.1*; b) Ejemplar de *Cordia nodosa*; c) Corte transversal del domacio de *Cordia nodosa* en la base de las hojas, donde se observan obreras de *Myrmelachista sp.1* protegiendo y atendiendo a sus pupas.

**Anexo 33:** *Myrmelachista sp.1* en *Lauracea sp.1* a) Obrera de *Myrmelachista sp.1*; b) Ejemplar de *Lauracea sp.1*; c) Corte superficial de la rama de *Lauracea sp.1* mostrando los agujeros de entrada al interior del nido, así como *Myrmelachista sp.1* realizando búsqueda de alimentos.

**Anexo 34:** *Myrmelachista sp.1* en *Ocotea sp.1* a) Obrera de *Myrmelachista sp.1*; b) Ejemplar de *Ocotea sp.1*; c) Corte transversal de la rama de *Ocotea sp.1* donde se observan obreras de *Myrmelachista sp.1* limpiando del interior de su nido.

**Anexo 35:** *Myrmelachista sp.1* en *Ocotea sp.2* a) Obrera de *Myrmelachista sp.1*; b) Ejemplar de *Ocotea sp.2*; c) Corte transversal de la rama de *Ocotea sp.2* donde se observan obreras de *Myrmelachista sp.1* protegiendo y trasladando sus pupas de un lugar a otro.

**Anexo 36:** *Myrmelachista sp.2* en *Lauracea sp.3* a) Obrera de *Myrmelachista sp.2*; b) Ejemplar de *Lauracea sp.3*; c) Corte transversal de la rama de *Ocotea sp.2* donde se observan cuatro obreras de *Myrmelachista sp.1* tratando de trasladar una pupa a otro lugar dentro del nido.

**Anexo 37:** *Myrmelachista sp.2* en *Pleurothyrium parviflorum* a) Obrera de *Myrmelachista sp.2*; b) Ejemplar de *Pleurothyrium parviflorum*; c) Corte transversal de la rama de *Pleurothyrium parviflorum* donde se observan obreras de *Myrmelachista sp.2* al interior del nido cuidando de sus pupas.

**Anexo 38:** *Pheidole bicornis* en *Piper bellidifolium* a) Obrera de *Pheidole bicornis*; b) Ejemplar de *Piper bellidifolium*; c) Corte transversal de la rama de *Piper bellidifolium* donde se observan obreras mayores y menores de *Pheidole bicornis* protegiendo y atendiendo de sus huevos y pupas.

**Anexo 39:** *Pheidole sp.2* en *Maieta guianensis* a) Obrera de *Pheidole sp.2*; b) Ejemplar de *Maieta guianensis*; c) Corte transversal del domacio ubicado en la base de la hoja, que muestra obreras mayores de *Pheidole sp.2* en posición defensiva protegiendo su nido, así como sus pupas y huevos.

**Anexo 40:** *Pseudomyrmex dendroicus* en *Triplaris americana* a) Obrera de *Pseudomyrmex dendroicus*; b) *Árbol de Triplaris americana*; c) Apertura del nido en el tronco de *Triplaris americana* donde se observa obreras de *Pseudomyrmex dendroicus* vigilando el área ante posibles amenazas.

**Anexo 41:** *Pseudomyrmex* sp.1 en *Fabacea* sp.1 a) Obrera de *Pseudomyrmex* sp.1; b) Ejemplar de *Fabacea* sp.1; c) Corte transversal de una rama de *Fabacea* sp.1 que muestra obreras de *Pseudomyrmex* sp.1 protegiendo y trasladando sus pupas y juveniles a otras partes del nido.

**Anexo 42:** *Solenopsis* sp.1 en *Cordia nodosa* a) Obrera de *Solenopsis* sp.1; b) Ejemplar de *Cordia nodosa*; c) Se observa a numerosas obreras de *Solenopsis* sp.1 circulando por fuera del domacio y por toda la planta a manera de defensa.

**Anexo 43:** *Solenopsis* sp.1 en *Piper crassinervium* a) Obrera de *Solenopsis* sp.1; b) Ejemplar de *Piper crassinervium*; c) Corte transversal de una rama de *Piper crassinervium* donde se observan obreras de *Solenopsis* sp.1 circulando en el interior de su nido.

**Anexo 44:** *Solenopsis* sp.2 en *Cecropia multiflora* a) Obrera de *Solenopsis* sp.2; b) Ejemplar de *Cecropia multiflora*; c) Corte transversal de una rama de *Cecropia multiflora* donde se observan obreras de *Solenopsis* sp.2 circulando alrededor de la rama.

**Anexo 45:** *Solenopsis* sp.3 en *Cordia nodosa* a) Obrera de *Solenopsis* sp.3; b) Ejemplar de *Cordia nodosa*; c) Se observa a numerosas obreras de *Solenopsis* sp.3 circulando por fuera del domacio de *Cordia nodosa*.

**Anexo 46:** Claves para la Determinación de Géneros de Hormigas (Formicidae).

## RESUMEN

Las hormigas (Hymenoptera, Formicidae) constituyen una de las familias más diversas con relaciones intra e inter específicas complejas con otros organismos, siendo estos principalmente plantas, formando un sistema de estudio que permite poner de manifiesto la complejidad del proceso evolutivo en la naturaleza. El objetivo del presente trabajo fue determinar la composición y diversidad de hormigas asociados a árboles mirmecófilos en una gradiente altitudinal del Parque Nacional del Manu, así como su distribución y su asociación con diferentes especies de árboles. Se evaluaron tres zonas de muestreo: El Manu Learning Centre (MLC), San Pedro y el Centro de Investigación Wayqecha (CIW), comprendidas entre 465 y 3000m. de altitud en 3 transectos de 1000 x 10m en dos épocas estacionales del año (secas y lluvias); registrándose 35 especies de plantas asociadas a 22 especies de hormigas en MLC, 15 especies de plantas con 14 especies de hormigas en San Pedro y 01 especie de planta con 2 especies de hormigas para el CI. Wayqecha. Dichas especies de hormigas estuvieron distribuidas en 10 géneros y 4 subfamilias, observándose que la composición de hormigas presenta un recambio de acuerdo a la variación en la gradiente altitudinal donde la mayor diversidad se observa en el biotopo de MLC seguida de San Pedro y finalmente el CI Wayqecha, mas esta no se ve afectada por la época de evaluación. A la vez se observa un complejo de asociaciones hormigas-plantas donde se encuentra individuos de plantas no ocupados por hormigas o bien existen ciertas especies de hormigas asociadas a diferentes especies de árboles o incluso, diferentes especies de plantas asociadas a una especie particular de hormiga, estas dos últimas situaciones podrían ser un indicador del grado de desarrollo alcanzado por la interacción mirmecófila, esta interacción entre hormigas y plantas es un fenómeno principal en nuestros bosques tropicales.

**Palabras clave:** *asociación, plantas mirmecofilas, hormigas, gradiente.*

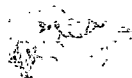


## **INTRODUCCIÓN.**

Las hormigas (Hymenoptera, Formicidae) constituyen una de las familias más diversas con relaciones intra e inter específicas complejas con otros insectos y plantas, de la misma manera, estos organismos ocupan una gran diversidad de nichos dentro de los hábitats y ecosistemas. Las interacciones ecológicas entre plantas y hormigas forman un sistema de estudio que permite poner de manifiesto la complejidad del proceso evolutivo en la naturaleza (Howe y Westley, 1989). Esto se debe a que todos los seres vivos se desarrollan en una red de relaciones biológicas que pueden ser benéficas, antagónicas o neutras para los individuos que interactúan, de manera que la ecología y la evolución de un determinado grupo de organismos depende no solo del ambiente físico, sino de sus relaciones con los demás organismos interactuantes.

El Parque Nacional del Manu es una de las zonas que tiene una gran variedad de regiones ecológicas, con una elevada diversidad florística y faunística, dentro de estas regiones encontramos principalmente a los bosques montanos los que abarcan inmensas superficies de este territorio; estos se caracterizan por tener un alto grado de endemismo y gran diversidad, una de estas regiones lo constituye el bosque nublado, señalado como una de las zonas más ricas en especies vegetales. Dentro de la flora presente en el bosque nublado, se hace referencia a la existencia de especies mirmecófilas, entre ellas árboles, los cuales se encuentran asociados a hormigas estableciéndose una relación de tipo mutualista.

Por lo expuesto anteriormente, el presente trabajo nos permitirá conocer la composición y diversidad de hormigas asociadas a árboles mirmecófilos en el Parque Nacional del Manu, contando con tres ejes fundamentales 1) la metodología basada en el diseño modificado de parcelas Gentry y la observación directa 2) el análisis de datos obtenidos mediante técnicas de análisis multivariado y 3) la interpretación de éstos en los resultados y discusión. La información generada en el presente trabajo, permitirá a largo plazo realizar estudios más profundos y monitoreos de interacciones específicas planta- insecto.



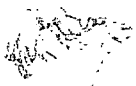
## **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

No se han realizado estudios sobre la interacción planta-hormigas y el efecto de la gradiente altitudinal sobre ésta.



## **JUSTIFICACIÓN.**

La ejecución de este proyecto nos permitirá generar información que puede ser útil en el diseño de estrategias de conservación de las especies mirmecófilas en la gradiente altitudinal del Parque Nacional del Manu.



## **HIPÓTESIS.**

- **La diversidad de hormigas varía de acuerdo a los rangos altitudinales presentes en el Parque Nacional del Manu.**
- **Las épocas del año (lluvias y secas) afectan la diversidad y composición de hormigas en árboles Mirmecófilos.**
- **La composición de hormigas es diferente en árboles mirmecófilos presentes en el parque Nacional del Manu.**
- **Las hormigas comparten nichos y hábitats dentro de una misma especie vegetal.**





## **OBJETIVOS.**

- **Determinar la composición y diversidad de hormigas asociadas a árboles mirmecófilos en una gradiente altitudinal del Parque Nacional del Manu.**

### **Objetivos Específicos.**

- **Determinar las especies de hormigas presentes en árboles mirmecófilos del Parque Nacional del Manu.**
- **Determinar la distribución de hormigas asociadas a árboles mirmecófilos a lo largo de la gradiente altitudinal del Parque Nacional del Manu.**



# CAPITULO I.

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

### 1.1 GENERALIDADES.

#### 1.1.1 DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS.

La diversidad es uno de los temas centrales de la biología (Martín-Piera, 1998); y viene a ser el resultado de los diferentes procesos evolutivos y ecológicos y abarca toda la escala de organización de los seres vivos (Escrura, 1990; Halfter, 1998). La diversidad biológica no solo representa el número de especies y su abundancia en un tiempo y un lugar; también posee una dimensión ecológica funcional que se refiere a los procesos e interrelaciones al interior de las poblaciones, así como de éstas en la comunidad y el ecosistema (Martín-Piera, 1998).

Las comunidades biológicas se definen como un conjunto de poblaciones de diferentes especies que coexisten e interactúan en el tiempo y en el espacio (Magurran, 1989), y funcionan en virtud de una compleja red de interacciones. Dichas comunidades pueden ser estudiadas y descritas a partir de tres componentes: la composición, la distribución espacio-temporal o estructura y la función (Camero et al, 2007). La descripción de las comunidades en términos de composición se realiza a través del número de especies en un lugar determinado es decir, el inventario o checklist. Por otro lado, la estructura, la organización física o los patrones de un sistema se deben estudiar teniendo en cuenta que las comunidades biológicas poseen un conjunto de atributos que no residen en cada una de las poblaciones que las componen, sino que se manifiestan en la comunidad (Krebs, 1985). El estudio de éstas propiedades es básico para el estudio de la biodiversidad de cualquier taxón, pero de manera especial para los insectos, ya que éstas poblaciones varían considerablemente en sus atributos espacio-temporales, debido principalmente a su corto ciclo generacional y la gran adaptación que presentan en los diferentes ecosistemas (Fuentes, 2004). Los estudios sobre diversidad de insectos estiman que la riqueza del grupo se encuentra entre los 5 y 30 millones de especies en todo el mundo (Erwin, 1982; Gaston, 1991; Hodkinson, 1992; Stork, 1993), y a pesar de no existir una aproximación más concreta de la cifra total de especies del grupo, se estima que cerca de la tercera parte de los insectos del mundo se encuentra en el neotrópico,



especialmente en Perú, Colombia y Brasil, razón atribuida a que en esta zona del planeta existe gran variedad de ecosistemas gracias a diferencias topográficas que favorecen el aislamiento de las poblaciones y aumentan el grado de endemismo de las especies (Brown, 1991; Camero, 1999).

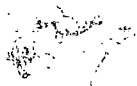
#### **1.1.1.1 DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE HORMIGAS.**

Las Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) son probablemente el grupo más dominante de insectos en la tierra tanto en cantidad como ecológicamente. Son tan abundantes, que se estima que representan del 10 al 15% de la biomasa animal total en muchos ecosistemas terrestres (Beattie & Hughes 2002). Todas sus especies pertenecen a la familia Formicidae, dentro de la superfamilia Vespoidea, que se considera constituye un grupo monofilético (Brothers & Carpenter 1993). Entre las características que las hacen componentes importantes de la biodiversidad están: a) Todas las hormigas son altamente sociales (eusociales), esta característica es probablemente el motivo de su tremendo éxito (Wilson 1987). Además, las obreras ápteras pueden penetrar fácilmente cavidades pequeñas, mantener una densidad de población sostenida y una sofisticada comunicación química debido a la gran variedad de glándulas que poseen, de manera que, rápidamente pueden reclutar más obreras para conseguir alimento y ser capaces de dominar presas grandes (Hölldobler & Wilson 1990). b) Su alta riqueza de especies (12463 especies registradas hasta la fecha)<sup>1</sup>, cuyos mayores registros han sido reportados para el Neotrópico, dentro de este, el Perú (Wilson, 1987; Verhaagh, 1990; 1991). c) Ocupan un amplio rango de nichos ecológicos, desde el suelo hasta la copa de los árboles, que en muchos casos son importantes para el funcionamiento de los ecosistemas (Holldobler & Wilson, 1990; Alonso & Agosti, 2000; Folgarait, 1998) y d) Tienen una amplia distribución en muchas áreas biogeográficas y cubren una amplia variedad de hábitats en la tierra (Wheeler, 1965; Holldobler & Wilson, 1990).

La familia Formicidae está representada actualmente en la región Neotropical por 15 subfamilias: Agroecomyrmecinae, Amblyoponinae, Cerapachyinae, Dolichoderinae, Ecitoninae, Ectatomminae, Formicinae, Heteroponerinae, Leptanilloidinae, Myrmicinae, Paraponerinae, Ponerinae, Proceratiinae, Pseudomyrmecinae y la recientemente descrita Martialinae, en el Amazonas Brasileño (Rabeling et al. 2008). Existen algo más de 11500 especies de hormigas

---

<sup>1</sup> antweb.org (2008)



descritas en 21 subfamilias vivientes; para el Neotrópico hay registradas unas 3.100 especies y 120 géneros (Fernandez & Sendoya. 2004; Fernandez & Sharkey. 2006).

### **1.1.1.2 COMPOSICIÓN DE ESPECIES Y GRADIENTE ALTITUDINAL.**

La composición y estructura de las comunidades en un ecosistema presenta variaciones a lo largo de gradientes altitudinales. El aumento de la altitud en ecosistemas naturales se refleja en cambios en la composición natural de las especies de artrópodos (Janzen, 1993). En cuanto a la estructura, existen modelos con capacidad de predicción de los patrones de distribución de las especies a lo largo de gradientes altitudinales (Terborgh, 1971; Camero, 2003), los cuales están basados principalmente en la interacción de las especies con variables físicas como temperatura y humedad, así como con variables biológicas como disponibilidad de recursos, coexistencia o discontinuidades en el hábitat.

La mayoría de estudios de hormigas a lo largo de gradientes altitudinales se enfocan en el trópico, en muchos de los cuales, no se encontraron especies a las mayores altitudes evaluadas (ejm: 3880msnm en costa Rica, Jansen 1973; 3200msnm en Sudán, Weber 1943), cuyos resultados revelan que la riqueza generalmente disminuye con la elevación. Sin embargo, diversos estudios de gradientes altitudinales en el trópico han detectado picos máximos de riqueza de especies a alturas medias (Fisher 1999; Olson 1994; Samson et al. 1997). En ambos casos, se sugirió que la caída de la diversidad en las altitudes más bajas puede ser debido a muestreos incompletos (ejm. Olson 1994; Samson et al. 1997), o que los rangos de perturbación en bajas altitudes hagan de este un hábitat menos adecuado.

Entre las causas de la variación altitudinal de la riqueza de especies que se sugieren están: Los Factores climáticos, biológicos, ecológicos, geográficos, históricos y genéticos (Rahbek, 1995; Sanders *et al.*, 2003; Sanders *et al.* 2007; Grytnes & McCain, 2007)

Transectas altitudinales sugieren que muchas especies de hormigas tienen un rango altitudinal bastante restringido y con frecuencia lo que antes se consideraba como una sola especie, resultan ser varias especies crípticas con distribución parapátrica, divididas por altitud (Longino & Hanson 1995).

### **1.1.2 EVOLUCIÓN DE LA RELACIÓN PLANTA – INSECTO.**

A través del tiempo y como una muestra de la complejidad del proceso de desarrollo de las especies, se han establecido relaciones benéficas, antagónicas y neutras entre especies tanto del mismo como de diferentes niveles tróficos, con el fin de poder sobrevivir y responder a los retos de su entorno. De todos los grupos que interactúan en la naturaleza, las plantas y los insectos constituyen un sistema importante de estudio no solo por constituir la mayor cantidad de materia viva del planeta y ser insuperables en variedad de especies, sino porque actualmente se considera que su interacción es la que mayor capacidad posee para generar diversidad de formas de vida (Schoonhoven, 2005).

Las plantas tienen una extraordinaria importancia para la supervivencia del resto de los seres vivos sobre la Tierra. Son la base alimenticia directa o indirecta de todos los animales y del propio hombre, proporcionan refugio y lugares para anidar a numerosas especies de animales, estructuran el paisaje, e influyen en el microclima peculiar que se puede apreciar en muchas localidades. Las Angiospermas, Plantas superiores o Plantas con flor, son el grupo dominante de plantas en la tierra por más de 100 millones de años, comprenden alrededor de 250 000 – 300 000 especies, por mucho el número de especies más alto que cualquier grupo de plantas (Raven, *et al.* 1986; Schneider *et al.* 2004). La característica principal de las angiospermas es la flor. Sin embargo, el éxito evolutivo de éstas no puede ser atribuido solo al beneficio concedido por las flores. A este se suman una serie de interacciones interespecíficas como la polinización, la dispersión de semillas y la herbivoría, que han colaborado para su gran diversidad (Niklas 1997). Las Angiospermas incluyen las Monocotiledóneas (aprox. 65 000 especies) y las Dicotiledóneas (aprox. 170 000 especies) y constituyen la mayor parte del mundo de plantas modernas.

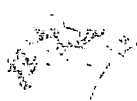
Desde el punto de vista de los insectos y de otros animales, las plantas ofrecen alimento y energía tanto en sus estructuras vegetativas (hojas, tallos, savia, troncos, raíces), como en sus estructuras reproductivas (flores, polen, néctar, semillas, frutos carnosos). Los insectos constituyen el grupo más diverso de animales que pueblan la Tierra. La mayoría de ellos se alimentan de las plantas, y a lo largo de la evolución se han ido forjando estrechas interacciones de distinto grado entre ambos grupos, con importantes efectos ecológicos y evolutivos.

Las interacciones ecológicas entre plantas y animales (insectos) constituyen un sistema de estudio que permite poner de manifiesto la complejidad del proceso evolutivo en la naturaleza (Howe & Westley, 1989). Esto se debe a que todos los seres vivos se desarrollan en una red de relaciones biológicas que pueden ser benéficas (mutualistas), antagónicas o neutras para los individuos que interactúan, de manera que la ecología y la evolución de un determinado grupo de organismos depende no solo del ambiente físico, sino de sus relaciones con los demás organismos interactuantes. Además, si bien típicamente se consideran las interacciones como si fuesen “uno a uno” (es decir, por ejemplo, una especie de planta que interactúa con una especie de animal), la realidad es que las interacciones bióticas involucran a muchas especies tanto del mismo, como de diferentes niveles tróficos (Del Val & Dirzo, 2004).

### **1.1.2.1 RELACIONES ENTRE HORMIGAS Y PLANTAS.**

Las interacciones entre plantas y hormigas, las cuales son de amplia difusión en los ecosistemas tropicales (Holldobler & Wilson 1990), son extraordinariamente diversas (Huxley & Cutler 1991); mientras que las hormigas actúan como herbívoros, agentes defensivos, dispersores de semillas, polinizadores o proveedoras de macronutrientes, las plantas pueden proporcionar nutrientes o sitios para anidar o pueden atraer a las hormigas con metabolitos secundarios de diversos procesos fisiológicos (Jolivet 1996, Holldobler & Wilson 1990, Huxley & Cutler 1991).

Frecuentemente, cuando la relación entre diferentes organismos es benéfica para ambos interactuantes, la relación se denomina **Mutualismo**. Las asociaciones entre plantas y hormigas se definen como mutualistas cuando las hormigas que viven o se alimentan sobre las plantas no se comportan como herbívoros en el sentido general sino que ofrecen algún tipo de beneficio, tal como la defensa contra insectos fitófagos o la remoción de posibles plantas competidoras (Ibarra-Manríquez & Dirzo 1990). Existen diferentes grados de interdependencia en estas asociaciones, las relaciones mutualistas obligadas y muy especializadas se presentan en un pequeño número de hormigas, que viven y se reproducen únicamente en un grupo reducido de plantas (Beattie 1985), así ocurre entre especies del género *Pseudomyrmex* (Lund, 1831) y plantas de los géneros *Acacia* (Janzen 1966). Mucho menos conocidas son las asociaciones laxas entre diferentes especies de plantas y sus gremios de hormigas, consideradas como facultativas cuando uno o más de los integrantes puede sobrevivir fuera de la asociación, por ejemplo, sólo la tercera parte de los nudos engrosados de



*Cordia alliodora* (Oken, 1841) se encuentran ocupados por hormigas del género *Procryptocerus* en los bosques secos de la provincia de Guanacaste en Costa Rica, mientras que en las selvas húmedas de la vertiente Atlántica la tasa de ocupación es inferior al 5% (Janzen 1991).

En los mutualismos facultativos de defensa, hormigas de diversas especies visitan y defienden varias especies de plantas pero anidan en otros sitios (Bronstein 1998). Las plantas secretan pequeñas cantidades de néctar de órganos situados fuera de las flores, conocidos como Nectarios Extraflorales (NEF) (Bronstein et al. 2006). Los nectarios extraflorales, muy comunes en las plantas tropicales (Huxley & Cutler 1991), son altamente diversos en estructura y se encuentran en una serie de partes vegetativas y reproductivas de la planta, comúnmente sobre estructuras en desarrollo como son hojas jóvenes, flores y frutos (Elias, 1983). Los NEF suelen estar involucrados en simbiosis no obligadas, ya que constituyen una fuente de alimento utilizable para la mayoría de hormigas que los encuentran. La tercera parte de las dicotiledóneas leñosas y enredaderas herbáceas de la isla de Barro Colorado (Panamá) posee nectarios extraflorales y/o cuerpos alimenticios en las partes vegetativas, que en algunos casos son colectados por hormigas (Schupp & Feener 1991).

Otra forma común de obtener alimento en forma de azúcares es la protección de hemípteros (Hemíptera), los cuales, obtienen su alimento directamente de los fluidos que recorren el floema de las plantas. Las hormigas atienden a los hemípteros, los protegen contra sus enemigos naturales y recolectan sus excreciones (melaza, honeydew), ricas en energía (Cushrnan & Addicott 1991).

### **1.1.2.2 MIRMECOFILIA.**

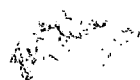
Viene a ser la estrecha relación ecológica que a través de millones de años, se ha establecido entre ciertas especies de hormigas y de plantas para lograr un beneficio mutuo y recíproco entre ambos. Si bien este concepto incluye una amplia gama de interacciones planta-hormiga, las cuales incluyen la dispersión de semillas y el cultivo de jardines epífitos por las hormigas, usualmente el término **Mirmecofilia** se asocia con interacciones defensivas de la planta por parte de la hormiga (Del Val & Dirzo 2004); relación en la cual, las plantas llamadas **Mirmecófitas o Mirmecófilas** presentan estructuras especializadas destinadas a alimentar o a servir de abrigo a las hormigas, y en donde éstas últimas, pueden llegar a ser especialistas u oportunistas en la explotación del recurso en cuestión (Fernandez, 2003).

La Mirmecofilia se conoce en 465 especies de plantas distribuidas en 52 familias, número que viene creciendo a medida se realizan más estudios (Jolivet. 1998). La distribución de mirmecófitas está concentrada cerca de la región ecuatorial, de manera que es más abundante en los trópicos con respecto a las regiones templadas. En la Región Neotropical, se han descrito 250 especies de plantas (el 53% del total de especies mirmecófitas) pertenecientes a 19 familias, y 180 especies de hormigas dentro de cinco subfamilias que presentan este tipo de mutualismo (Jolivet, 1998). Sin embargo, los porcentajes por localidades de Mirmecófitas son bajos aunque a nivel del Neotrópico sean altos. (Del Val & Dirzo.2004). Como ejemplos tenemos que, en la selva de Los Tuxtlas, México, se encontró que de 289 especies de plantas analizadas sólo 9 (3,1%) eran mirmecófitas, asociadas a 26 especies de hormigas (Ibarra & Dirzo, 1990). En la Reserva del Manu, en Perú, se observó un porcentaje similar, con sólo 8 mirmecófitas de un total de 229 especies de plantas analizadas (3,5%), (Davidson *et al.*, 1989).

En este tipo de relación, las hormigas proveen defensa para la planta atacando a los herbívoros que intentan alimentarse de sus tejidos tanto vegetativos como reproductivos, ya sean hojas, tallo, flores, frutos y brácteas. Se sabe también que, quitan a las plantas epífitas que crecen sobre la mirmecófitas o que tratan de establecerse en el vecindario inmediato del tronco de la planta mirmecófitas (Janzen, 1967, 1969), además protegen a la planta de hongos patógenos (e.g. Janzen 1966; Gaume et al. 1997; Heil et al. 2001) y suministran nutrientes a la planta por la acumulación de desechos o por residuos orgánicos (Treseder et al. 1995). A su vez, las plantas proporcionan alimento y, a veces, además, un lugar para vivir para sus hormigas protectoras.

#### **1.1.2.2.1 CORPÚSCULOS NUTRITIVOS.**

Las plantas ofrecen alimento a las hormigas en forma de néctar u otro tipo de recompensas alimenticias conocidas como **corpúsculos nutritivos** (que pueden ser ricos en azúcares, proteínas o lípidos) o ambos (néctar y corpúsculos) (Del Val & Dirzo. 2004). Existen básicamente cuatro tipos descritos de corpúsculos nutritivos: Corpúsculos de *Belt*, de *Müller*, de *Beccari* y *en perla* (Jolivet 1986,1996).





- Los **corpúsculos de Müller** son producidos por algunas especies de *Cecropia* (Cetico) (*Loefl*) para alimentar las hormigas *Azteca* (*Forel, 1978*). Se forman en una almohadilla o *trichilium* que se encuentra en la base del pecíolo de las hojas. Como nutrientes, poseen glucógeno (*Rickson 1971*), lípidos y proteínas. Las *Azteca* contribuyen eficientemente a la protección de las plantas de *Cecropia* contra otros fitófagos como los Chrysomelidae y favorecen su desarrollo (*Schupp 1986*). Sólo una especie de *Cecropia* desarrolló una estrategia diferente contra las hormigas cortadoras de hojas; este Cetico posee un tronco liso cubierto de cera que impide el ascenso de los insectos, no forma corpúsculos para su alimentación y no ofrece abrigo a ninguna especie de hormiga (*Jolivet 1986*).
- Los **corpúsculos de Belt** son ricos en proteínas y lípidos y se diferencian en las extremidades de folíolos en la base de las hojas de *Acacia*, donde son utilizados como fuente alimenticia por hormigas del género *Pseudomyrmex* (*Rickson 1969*). En un mismo tronco de *Acacia* pueden encontrarse simultáneamente espinos huecos donde las hormigas nidifican, pseudonectarios produciendo carbohidratos, y corpúsculos ricos en otros tipos de nutrientes, para la alimentación de las hormigas.
- Los **corpúsculos de Beccari** se desarrollan en la base de las hojas de *Macaranga* (Euphorbiaceae), planta de África y del sudeste asiático. Los corpúsculos se presentan bajo la forma de gránulos blancos ricos en lípidos y almidón (*Rickson 1980*).
- Los **corpúsculos en perlas** ("pearl-bodies") son ricos en lípidos y proteínas y están presentes generalmente en plantas que poseen también pseudonectarios. Existen en diversas formas y se conocen al menos en 19 familias de plantas tropicales; por ejemplo, algunos ceticos (Cecropiaceae) fabrican perlas en la cara inferior de sus hojas. Numerosas especies de Melastomataceae, además de suministrar habitación (domacios) a las hormigas, secretan corpúsculos en perlas para alimentarlas (*Clausing 1998*). En *Piper cenocladum* (Piperaceae), en Costa Rica, estos corpúsculos se producen solamente si está presente la hormiga *Pheidole bicornis*. En este caso, tales estructuras representan un alimento muy completo para las hormigas, ya que están constituidos por proteínas (10%), carbohidratos (21%), y lípidos (22%). Además, este es el único caso conocido en el cual la secreción del corpúsculo es inducido por la hormiga (*Risch & Rickson 1981*).



#### 1.1.2.2.2 DOMACIOS.

Son estructuras especializadas que poseen las plantas para albergar a sus hormigas. En una o más especies de cada género de las Mirmecófitas tropicales conocidas, existen este tipo de estructuras especializadas para hospedar hormigas (Davidson & Mickey 1993). Según Hell & Mckey (2003), estas plantas ofrecen a las hormigas lugares de anidación preformados de diversas maneras como:

- Tallos huecos (*Cecropia*, *Triplaris*, *Leonardoxa*, *Macaranga*),
- Espinas huecas (*Acacia*),
- Ápice de los peciolo (*Piper*),
- Bolsas en la base de las hojas (*Tococa*, *Maieta*, *Scaphopetalum*, *Hirtella*) y
- Raíces (*Mirmecodia*.)

Sin embargo, existen muchas especies de Mirmecófitas que solo proporcionan domacios a sus hormigas, como por ejemplo, *Tachigali myrmecophilla* (Ducke), que no produce recompensas nutritivas para sus hormigas, en su lugar, mantiene hemípteros trofobiontes que juegan un papel muy importante en la nutrición de la colonia de hormigas residentes dentro de los domacios de esta (Rico-Gray & Oliveira. 2007)

Según Sánchez -Galván & Rico-Gray (2011) se considera como **Verdaderas Mirmecófitas** a aquellas plantas que dentro de su fisiología y morfología desarrollen:

- Domacios o sitios de anidación y refugio para las hormigas, que usualmente pueden ser tallos o espinas huecas o algunas otras estructuras huecas en las hojas.
- Alimento para las hormigas por medio de glándulas secretoras de exudados de néctar creciendo en tejidos vegetativos como hojas, tallos, peciolo o estípulas, llamados nectarios extra-florales (Koptur, 1992, Díaz-Castelazo *et. al.*, 2004), o por medio de corpúsculos nutritivos (de Belt, de Muller, etc.) ya antes mencionados.

La interacción mirmecófila se desarrolla a través de la dependencia de los interactuantes, ya sea desde **mutualismos obligatorios** (en los que la hormiga no puede sobrevivir sin la planta), como es el caso de la asociación *Cecropia* y sus hormigas *Azteca*, o la mirmecófito *Triplaris* y sus hormigas *Pseudomyrmex*; hasta **mutualismos facultativos** (en los cuales la hormiga sólo utiliza a la planta como fuente de alimento ocasional), (Del Val & Dirzo.



2004). Asimismo, se sabe que una sola especie de planta puede estar asociada a una o varias especies de hormigas, esto porque existen hormigas más eficientes que otras, debido a que las primeras pueden ser más agresivas o que ante la presencia de un herbívoro, se recluten más rápidamente (Murase *et al.* 2003; Bruna *et al.* 2004). De otro lado, las hormigas tímidas tienden a colonizar arbustos de crecimiento lento o árboles pequeños en el bosque y rara vez abandonan el nido en gran número (Moreno. 2011).

De acuerdo al escenario Coevolutivo, que fuera desarrollado por Jansen (1966) y sostenido por un gran número de estudios, las hormigas que mejor protegen a su planta hospedera, y las plantas que más recursos invierten en el mantenimiento de su colonia de hormigas protectoras, deberían así incrementar su propia supervivencia y reproducción (Heil & Mckey, 2003).

La mayoría de las especies mirmecófitas de los trópicos (61%) son plantas demandantes de luz y de rápido crecimiento, conocidas como plantas pioneras (Schupp & Feener, 1990). Es por esta razón que, los ambientes en los que se desarrollan son principalmente lugares con abundancia de recursos (luz y/o nutrientes en el suelo), es decir en claros de la selva o bosques, a los costados de caminos, cerca de fuentes de agua y en lugares perturbados por el hombre. El género *Cecropia*, por ejemplo, se encuentra en claros de selva, selvas de crecimiento secundario y como vegetación a los costados de las carreteras (Longino, 1989).

En América tropical, los géneros *Cecropia* y *Pouruma* (Cecropiaceae), *Acacia* (Mimosoidae), *Ochroma* (Bombacaceae) y *Cordia* (Boraginaceae) son muy abundantes tanto en los claros selváticos como a la orilla de los caminos (Jolivet, 1987) y lo mismo ocurre con *Triplaris spp.* (Polygonaceae). A pesar de ser menos comunes, también existen Mirmecófitas que habitan en lugares más umbrófilos de selva madura como *Maieta guianensis* y *Tococa macrosperma* (Melastomataceae), *Tachigali myrmecophila* (Caesalpinaceae), *Douroia sp.* (Rubiaceae), *Piper arianun* (Piperaceae) y *Cordia nodosa* (Boraginaceae) en Amazonia (Fonseca, 1994; Michelangeli, 2003).



## 1.2 ANTECEDENTES DE ESTUDIO.

**Neves et al. (2010)**, compararon la riqueza y composición de hormigas arbóreas entre las épocas seca y húmeda en 3 etapas sucesionales de la selva tropical seca del Parque Nacional da Mata Seca en Brasil y encontraron 43 especies de hormigas distribuidas en 19 géneros. Sus resultados indicaron un cambio en la composición de hormigas a lo largo de la gradiente sucesional, sin embargo, la riqueza de hormigas no varió significativamente entre la época húmeda y seca.

**Goitía & Jaffé. (2009)**, concluyen que de diferentes bosques explorados en las selvas de Venezuela, todos los lugares tenían plantas mirmecófilas, encontraron un total de 64 especies dentro de 17 familias. La especie mirmecófila más común fue *Cecropia peltata* encontrada en 4 de las 8 localidades. En dos localidades se encontró *Triplaris caracasana* que estuvo asociada con *Pseudomyrmex symbioticus*, así como *Tococa guianensis* asociada con *Azteca spp* y *Crematogaster sp12*, *Cordia nodosa* con *Azteca sp1* y *Cecropia spp* con *Azteca xanthochroa*. Mientras que en una localidad encontraron *Cecropia spp* con *Azteca ovaticeps* así como con *Azteca australis* y *A. coeruleipennis*.

**Kattan et al. (2008)**, en su estudio realizado en la Reserva Forestal de Escalerete, Colombia, encontraron 7 especies de melastomatáceas que albergaban hormigas. Una de ellas no presentaba ningún tipo de estructura (domacios), 2 especies presentaban domacios incipientes y las otras 4 presentaban domacios bien elaborados. Y se encontraron 13 especies de hormigas asociadas a estas plantas (7 de Dolichoderinae, 4 de Formicinae y 1 de Myrmicinae). De las 4 especies de plantas más abundantes, 2 presentaron relación estrecha con una especie de hormiga, mientras que las otras 2 fueron más generalistas.

**Camero & Calderón. (2007)**, en su estudio de diversidad de mariposas realizado a lo largo de una gradiente altitudinal que va desde los 1800 m hasta los 3000 m. en el Cañón del Río Combeima-Tolima, Colombia; encontraron que la mayor riqueza se observó a los 1900 m y que ésta disminuye conforme se asciende a los 3000 m. En total se colectaron 70 especies de mariposas a los 1900 m, 52 a los 2200 m, 32 a los 2700 m y 18 a los 3000 m. En cuanto a la estacionalidad, determinaron que la riqueza de especies disminuyó en la época de lluvias.



**Bronstein, et al. (2006)**, estiman que los mutualismos planta-insecto son definidos por una característica: “todos incluyen una parte sedentaria (planta) y una parte móvil (insecto)”. Esta parte sedentaria ofrece una forma de recompensa que retiene la atención de los visitantes por el período en que sus servicios sean requeridos, recompensas que usualmente son sustancias que encajan con las necesidades de sus mutualistas.

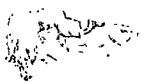
**Heil & McKey. (2003)**, concluyen que las asociaciones más duraderas y exclusivas se producen cuando las hormigas son residentes de las plantas, lo que ha conducido a la especialización en ambas partes incluyendo la alta tasa de suministro de recursos a las hormigas por las plantas y una mayor eficacia de las hormigas para proteger a estas.

**Michelangeli. (2003)**, realizó experimentos de exclusión de hormigas en tres especies de *Tococa* en distintos hábitats con el fin de evaluar su rol potencial de protección contra la herbivoría. Las diferencias en las tasas de herbivoría entre plantas con y sin hormigas fue siempre significativa, demostrando así el rol de las hormigas como defensa contra los herbívoros. Además, en las zonas abiertas y secundarias, la cantidad de herbivoría fue siempre mayor que en el dosel del bosque. Estos experimentos también demuestran que tanto las hormigas tímidas como las agresivas protegen a las plantas que habitan, ya sea matando o ahuyentando los exploradores de las hormigas cortadoras de hoja (*Atta sp.*) o removiendo los huevos de Lepidóptera y Coleóptera de la superficie de las plantas.

**Diaz-Castelazo & Rico Gray. (1998)**, cuantificaron el número y variación estacional de las asociaciones hormiga-planta en un Bosque Montano Bajo Mexicano, y encontraron 5 especies de hormigas y 12 especies de angiospermas en 12 asociaciones. No registraron ninguna asociación obligatoria hormiga-planta en su estudio. Las especies de hormigas utilizaron de diferentes maneras los recursos ofrecidos, prefiriendo los nectarios extraflorales a los nectarios florales y la ambrosía de homópteros.

**Jolivet. (1998)**, describe 250 especies de plantas (el 53% del total de especies mirmecófilas) pertenecientes a 19 familias, y 180 especies de hormigas dentro de 5 subfamilias que presentan este tipo de mutualismo.

**Oliveira & Pie. (1998)** concluyen que la abundancia y diversidad de la asociación planta-hormiga es particularmente remarcable en la región tropical, debido a que la biodiversidad



terrestre no puede dejar de considerar a las hormigas ya que éstas comprenden la mayor parte de la fauna artrópoda que se encuentra en la vegetación.

**Rico-Gray et al, (1998)** estudiaron la riqueza y variación estacional de interacciones hormiga-planta en cuatro hábitats de México. Reportan variación considerable entre éstos en el número y distribución estacional de las interacciones hormiga-planta y sugieren que es producto del efecto de factores ambientales, la riqueza en la vegetación de plantas con nectarios y la heterogeneidad del hábitat.

**Davidson. (1997)**, señala que las hormigas mirmecófilas especializadas pertenecen desproporcionadamente a ciertos taxa; han evolucionado en 5 de 12 subfamilias dentro de Formicidae, y están ausentes solo en algunas subfamilias muy pequeñas y especializadas.

**Samson et al. (1997)**, realizaron estudios de comunidades de hormigas en las Filipinas, siguiendo una gradiente altitudinal que va de los 250 a los 1750 m de altitud, y encontraron que, tanto la abundancia relativa como la riqueza de especies fueron más elevadas a altitudes medias, en un rango que va de los 400 a los 800 m; disminuyendo dichos valores con el aumento de la altitud.

**Ibarra-Manríquez & Dirzo. (1990)**, realizaron un estudio en la Estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas, México, y encontraron que de un total de 289 especies de árboles estudiados, solo 9 estuvieron asociados a hormigas. El número total de especies de hormigas encontradas fue de 26, y su número de asociadas a las plantas varió de una a nueve especies de hormigas (en *Cordia alliodora*).

**Davidson, et al. (1989)**, señalan que en la Reserva del Manu, Perú, se observó un porcentaje bajo de 8 plantas mirmecófilas de un total de 229 especies de plantas analizadas, contrastando con la característica general de los neotrópicos de poseer un porcentaje alto de especies mirmecófilas.

**Longino. (1989)**, evaluó la asociación entre hormigas del género *Azteca* y su árbol *Cecropia* en 2 transectos en dos zonas en Costa Rica, transectos que van desde los 400 a los 1500 m.; y encontró que la abundancia relativa de *C. peltata* disminuyó fuertemente con la elevación, mientras que *C. obtusifolia* se incrementó. *C. obtusifolia* estuvo restringido a barrancos húmedos y aislados en la zona seca de la vertiente del Pacífico, pero por encima de los 900 m



fue abundante y extendida. *C. peltata* fue mucho más abundante y extendida que *C. obtusifolia* a elevaciones más bajas. Asimismo, encontraron que los árboles jóvenes de *Cecropia*, además de sus hormigas *Azteca*, a menudo contienen nidos de otras hormigas con un amplio rango de géneros: *Heteroponera*, *Gnamptogenys*, *Pachycondyla*, *Pseudomyrmex*, *Crematogaster*, *Pheidole*, *Solenopsis*, *Wasmannia*, *Zacryptocerus* y *Camponotus*. De toda la información de *Cecropia* en Costa Rica obtenida, de 202 árboles jóvenes muestreados, el 30% de éstos contenía nidos de otras especies.

**Jolivet. (1987)**, señala que como la mayoría de las especies mirmecófilas tropicales son plantas pioneras, los ambientes en los que se desarrollan son principalmente lugares con abundancia de recursos (luz y/o nutrientes en el suelo), es decir en claros de la selva o bosques, a los costados de caminos, cerca de fuentes de agua y en lugares perturbados por el hombre. En América tropical, los géneros *Cecropia* y *Pouruma* (Cecropiaceae), *Acacia* (Mimosoidae) *Ochroma* (Bombacaceae) y *Cordia* (Boraginaceae) son muy abundantes tanto en los claros selváticos como a la orilla de los caminos y lo mismo ocurre con *Triplaris spp.* (Polygonaceae).



## 1.3 ZONA DE ESTUDIO.

### 1.3.1. ÁREA DE ESTUDIO.

El presente trabajo de investigación, se realizó en tres zonas de muestreo teniendo como límite superior el CI Wayqecha a  $13^{\circ} 11' 00''$  S y  $71^{\circ} 31' 14''$  W a 2932m, la localidad de San Pedro a  $13^{\circ} 03' 18''$  S y  $71^{\circ} 17' 48''$  entre los 1310 a 2000m como zona intermedia y como zona baja el Manu Learning Centre Lodge (MLC) a  $12^{\circ} 47' 22''$  S y  $71^{\circ} 23' 29,5''$  W a 465m., localidades pertenecientes al Valle de K'osñipata provincia de Paucartambo del Departamento del Cusco y la provincia de Manu perteneciente al Departamento de Madre de Dios, correspondientes a la zona dentro como la zona de amortiguamiento del Parque Nacional del Manu. (Figura. 1).

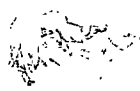
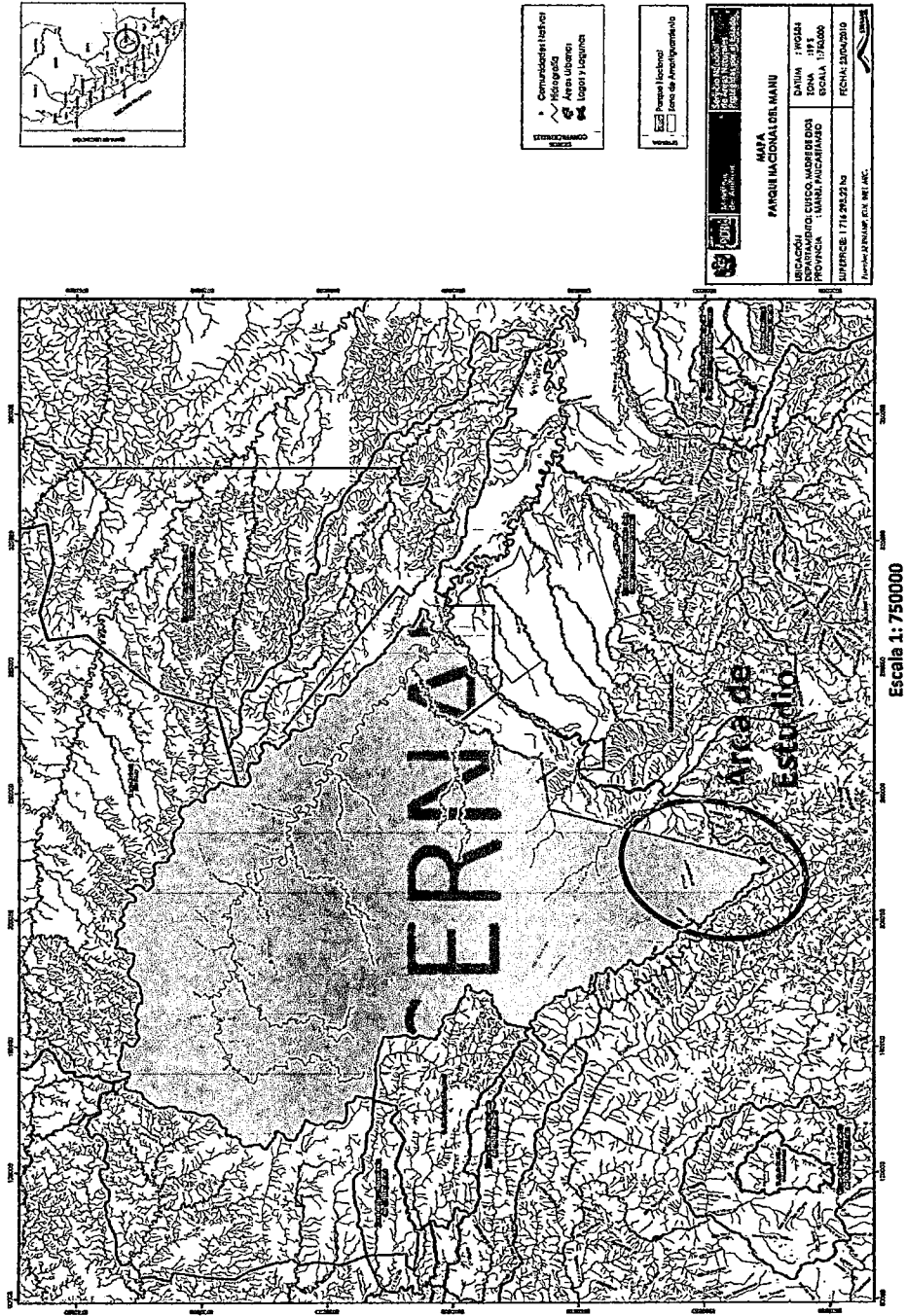




Figura 1. Mapa de ubicación del Área de Estudio en el Parque Nacional del Manu<sup>2</sup>.



<sup>2</sup> <http://www.sernanp.gob.pe/sernanp/bmapas.jsp>



## **1.3.2. GENERALIDADES DE LA ZONA DE ESTUDIO.**

### **1.3.2.1. PARQUE NACIONAL DEL MANU.**

Fue creado el 29 de mayo de 1973, mediante Decreto Supremo 0644-73-AG, con la finalidad de preservar su patrimonio natural y cultural en beneficio de las generaciones presentes y futuras; esa misma finalidad determinó para el reconocimiento por la Unesco de la Reserva de la Biósfera del Manú que hoy abarca un territorio de 1.881.200 Ha (18.812 km<sup>2</sup>) en las provincias de Paucartambo (departamento del Cusco) y Manú (departamento de Madre de Dios). De toda la extensión de área protegida, el 81.5% corresponde a la Zona Núcleo o Natural (Parque Nacional) que es un área intangible; el 13.5% a la Zona Experimental o de Amortiguación, que está destinada a investigaciones controladas y actividades turísticas y un 5% a la Zona Cultural o Humana Estable, donde existen asentamientos humanos.

El Parque Nacional del Manu es considerado como uno de los más grandes del mundo y es una muestra representativa de la megadiversidad amazónica, tiene una extensión de **1.532.806 ha** y presenta una variación altitudinal que va desde el llano amazónico a los 300 m, en la confluencia de los ríos Manu y Madre de Dios, pasando por bosques nublados de selva alta aproximadamente a los 1600 m y llegar hasta las frías punas que sobrepasan los 3800 m en la cumbre de la montaña Apu Kanahuay. Esta megadiversidad, se ve reflejada en todos los grupos taxonómicos con más de 20 000 especies de plantas, equivalente a 1/6 de toda la flora del mundo. Entre los vertebrados, tenemos 221 especies de mamíferos, 1 025 especies de aves, 150 especies de anfibios, 100 especies de reptiles, 210 especies de peces en los ríos y cochas del parque. Entre los invertebrados, se tienen 1 307 especies de mariposas, 136 especies de libélulas, 650 de coleópteros y más de 300 especies de hormigas descritas hasta la fecha. En total se estima que se pueden llegar a albergar más de 500 000 especies de organismos vivos<sup>3</sup>.

Las condiciones climáticas son altamente variables. El clima es generalmente muy lluvioso y las precipitaciones varían según la altitud. En la época lluviosa, que va de noviembre a marzo, en la zona sur (que es la más alta) se registra de 1500 a 2000 mm anuales, en la zona media se incrementa a 3000 - 3500 mm y el registro más alto se alcanza en el sector noroeste

---

<sup>3</sup> <http://www.visitmanu.com>



(zona más baja) con más de 8000 mm de precipitación anuales. En la época seca, que va de abril a setiembre, las precipitaciones disminuyen y la temperatura desciende. El régimen térmico también es muy variable, ya que la zona amazónica es cálida, con una temperatura media anual de 25.6° C, y la zona andina es fría con una temperatura media anual de 8° C.<sup>4</sup>

### **1.3.2.2. BOSQUE NUBLADO.**

Los Andes del Norte y Centrales o Andes Tropicales cubren una extensión de 1.543.000 km<sup>2</sup> desde el oeste de Venezuela hasta la frontera entre Bolivia, Chile y Argentina (Josse et al. 2009). Los ecosistemas de los Andes Tropicales son considerados como los de mayor riqueza y diversidad biológica en la Tierra. En su conjunto, albergan más de 45.000 plantas vasculares (20.000 endémicas) y 3.400 especies de vertebrados (1.567 endémicos), en apenas el 1% de la masa continental de la Tierra (Myers et al. 2000)

En los Andes tropicales existen 133 ecosistemas distintos, pudiendo ser caracterizados de manera sencilla en seis grandes paisajes: los páramos, las punas, los bosques montanos, los valles secos interandinos y los desiertos de altura o salares. (Josse et al. 2009). Dentro de éstos, los bosques montanos constituyen el paisaje matriz dominante que se extiende desde el piedemonte (500 ± 100 msnm) hasta el límite arbóreo, que varía de acuerdo a la latitud pero que generalmente se encuentra sobre los 3.200 m de elevación (Webster, 1995; Lauer, 1989), estos bosques montanos de los Andes, tienen una importancia global por ser reservorios de biodiversidad y por sus excepcionales funciones de regulación hídrica y mantenimiento de una alta calidad del agua (Bubb et al. 2004). Específicamente, los bosques montanos lluviosos (subandinos, andinos y altoandinos) presentan una dinámica hídrica poco convencional (Brujinzeel, 2001), donde la niebla y la lluvia, que es transportada por el viento, se convierten en un aporte adicional de agua al sistema (Tobón & Arroyave 2007).

La diversidad de estos bosques disminuye al incrementarse la elevación por encima de los 1.500 m. Debajo de este límite, los bosques montanos son tan diversos como los de tierras bajas y presentan patrones de composición florística similares a éstos (Gentry 1995).

Dentro del Parque Nacional del Manu, el Bosque de Nubes en Kosñipata ("kosñi": humo / "pata": lugar) es un ecosistema único, frágil y sumamente importante para la

---

<sup>4</sup> <http://www.deperu.com/areas-naturales-protégidas>

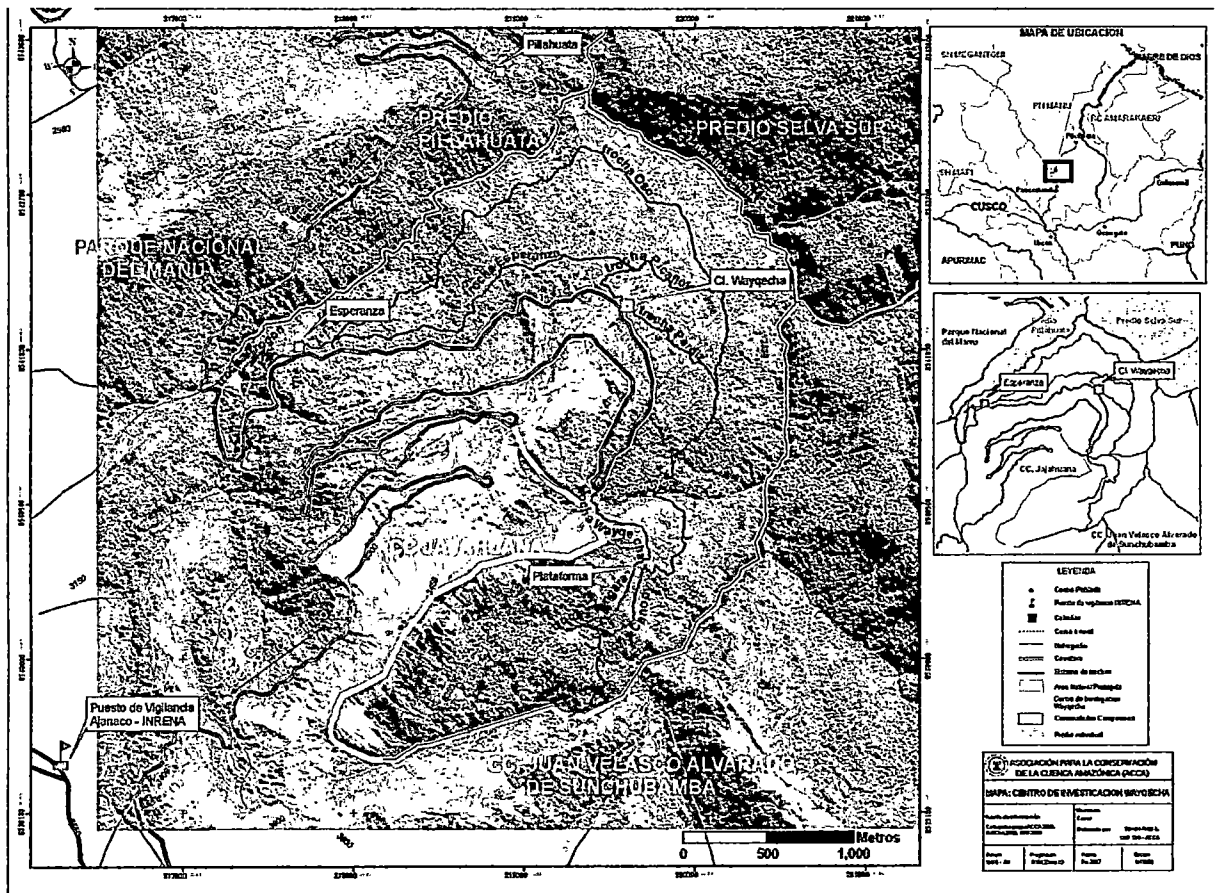


generación hídrica y los ciclos del agua, tienen tal importancia que, anualmente un promedio de 1000 milímetros de precipitaciones por lluvias son absorbidos por sus bosques, como si se trataran de esponjas naturales gigantes. Los árboles captan con sus ramas llenas de musgo y otras plantas parásitas, el agua que se necesita para generar únicas variedades de vida en sus laderas y quebradas, que finalmente encausan, el recorrido del agua por los ríos del valle de Kosñipata hacia la cuenca del río Madre de Dios.<sup>5</sup>

### 1.3.3.3. ZONAS DE ESTUDIO.

#### 1.3.3.3.1 CENTRO DE INVESTIGACIÓN WAYQECHA (CIW).

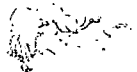
Figura 2. Mapa de ubicación del Ci. Wayqecha.<sup>6</sup>



Escala: 1:15000

<sup>5</sup> <http://www.acca.org.pe>

<sup>6</sup> a. <http://www.acca.org.pe>



Estación Biológica ubicada a 140 Km. de la ciudad del Cusco, en la carretera Cusco – Pilcopata, en el distrito de Kosñipata, provincia de Paucartambo, en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional del Manu. Sus coordenadas son: 13° 11' 00" S y 71° 31' 14" W y está a una altura de 2932m. Predio privado que pertenece a la Asociación para la Conservación de la Cuenca Amazónica (ACCA) (Figura 2). Los tipos de bosque que conforman el terreno de Wayqecha son “bosques montanos muy húmedos” conocidos comúnmente como “bosques de nubes, bosques nubosos lluviosos o yungas tropicales”. Se distinguen dos zonas periféricas denominadas sector Esperanza, en el límite norte y el sector Sunchubamba en el límite sur, colindante a la comunidad Juan Velasco Alvarado. El CI Wayqecha cuenta con un sistema de trochas que van a lo largo de toda la extensión del predio, desde la zona más alta (al nivel de la carretera) hasta el río Kosñipata (a unos 2500 m de altitud).

#### **1.3.3.3.2. LOCALIDAD DE SAN PEDRO.**

Localidad ubicada a 215 Km. de la ciudad del Cusco, en el distrito de Kosñipata, provincia de Paucartambo, en medio camino de la carretera Cusco – Pilcopata, pertenece al Parque Nacional de Manu, con coordenadas geográficas: 13° 03' 18" S y 71° 17' 48" y con una altitud entre los 1310 a 2000 m.

#### **1.3.3.3.3. MANU LEARNING CENTRE (MLC).**

Centro de Investigación y Turismo ubicado en el Distrito de Manu (Salvación), provincia de Manu en el departamento de Madre de Dios , con coordenadas geográficas: 12° 47' 22" S y 71° 23' 29,5" W y una altitud de 465 m. Conocido anteriormente como Fundo Mascoitania, lugar donde se practicaba la ganadería y agricultura. Actualmente es un predio privado de propiedad de la Fundación CREES (Conservation Research, Environmental Education towards Sustainability), en el cual, se realizan proyectos de investigación, así como turismo vivencial.



## CAPÍTULO II.

### MATERIALES Y MÉTODOS.

#### 2.1. MATERIALES.

##### 2.1.1. MATERIAL DE CAMPO.

- Aspirador entomológico manual.
- Etanol de 96°.
- Wincha de lona de 50 m.
- Tijeras telescópicas.
- Tijeras de podar pequeñas.
- Lupa entomológica 10x.
- Papel periódico.
- Viales de 10 ml.
- Bolsas de polietileno de 20 x 30.
- Bolsas de polietileno de 3 x 8 x 1.
- Bolsas de polietileno de 9 x 14.
- Tapers de plástico rectangulares medianos.
- Papel Toalla.
- Pinzas de punta fina.
- Pinzas feather weight.
- Pinceles finos.
- Libreta de campo.
- GPS.
- Cámara fotográfica digital.
- Cinta flagging.
- Plumones indelebles.
- Saquillos grandes.
- Tijeras de escritorio.
- Cartulina libre de ácido para etiquetas.



## **2.1.2. MATERIAL DE LABORATORIO.**

- Microscopio estereoscópico.
- Cámara fotográfica digital.
- Alfileres entomológicos.
- Pinzas de punta fina.
- Goma blanca.
- Puntillas.
- Planchas de tecnopor.
- Estiletes con mango de aluminio.
- Cajas entomológicas.
- Cartulina.
- Placas petri.
- Gradilla.
- Computadora portátil.

## **2.2 MÉTODOS.**

### **2.2.1 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.**

#### **2.2.1.2 REGISTRO DE DATOS.**

##### **2.2.1.2.1. FASE DE CAMPO.**

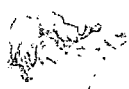
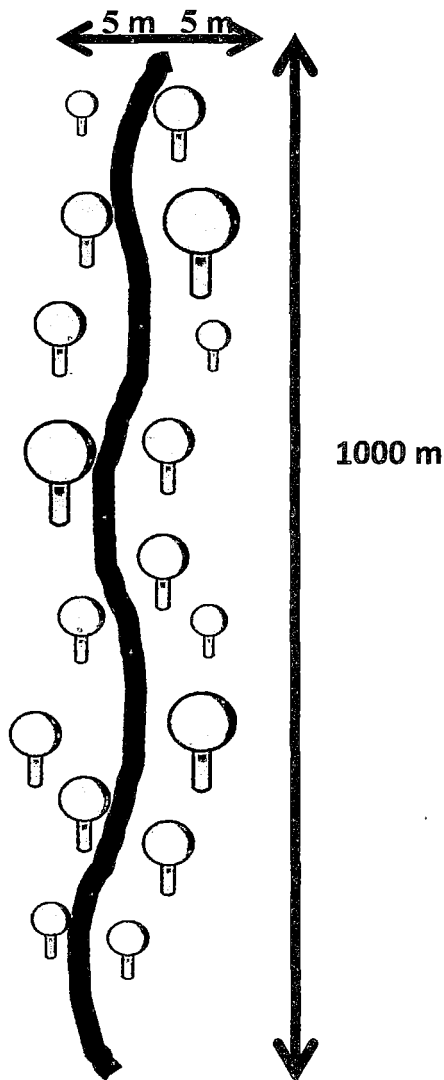
El registro de datos se realizó evaluando directamente posibles árboles mirmecófilos (Dei Val & Dirzo, 2004) a lo largo de la gradiente altitudinal en las 3 zonas de muestreo, adaptando el método de transectos Gentry modificados de 1000 x 10m, tomando como línea base las trochas aperturadas en las estaciones experimentales de MLC como el CI Wayqecha, así como la vía Paucartambo-Pilcopata en la localidad de San Pedro (Figura 3), teniendo en cuenta la característica de régimen de lluvia bimodal con épocas marcadas de secas entre los meses de Abril a Setiembre y la época de lluvias entre los meses de Octubre a Marzo. Posteriormente se colectaron muestras de 2 ramas de cada árbol e inmediatamente se procedió a coleccionar de manera directa las hormigas encontradas dentro de éstas con la ayuda



de un frasco aspirador y pinceles. Las muestras de hormigas fueron debidamente etiquetadas y colocadas en frascos viales con alcohol de 96° para su preservación y traslado.

La fase de campo tuvo una duración de 2 meses: El mes de Junio (Secas) y los meses de Noviembre – Diciembre (lluvias).

**Figura 3: Esquema del transecto utilizado para la colecta de las plantas a lo largo de las Trochas o en la carretera.**





#### **2.2.1.2.2. FASE DE LABORATORIO.**

Las muestras entomológicas fueron determinadas utilizando claves dicotómicas para géneros de hormigas neotropicales (E. E. Palacio & F. Fernández), así como claves para especies de Azteca (Ants of Costa Rica) por John T. Longino<sup>7</sup>, se realizaron también consultas con especialistas para la confirmación de géneros. Todas las muestras fueron montadas, etiquetadas y registradas en una base de datos, para luego ser depositadas en la colección entomológica del Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Biológicas, C – 333; de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Las muestras de plantas, fueron determinadas con ayuda de especialistas botánicos y depositadas en el Herbario Vargas de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Esta fase tuvo una duración de 6 meses: 2 meses de Revisión Bibliográfica y estructuración de la metodología previos a las entradas de Campo; y 4 meses de determinación de las muestras de hormigas, así como el montaje y etiquetado de las mismas.

#### **2.2.1.3 ANÁLISIS DE DATOS.**

Para el análisis de los datos obtenidos, se construyó una tabla de frecuencias tomando como base el número de especies registradas por evaluación en cada planta evaluada, estimándose los índices de diversidad de Shannon y Weaver y la riqueza de especies. Para determinar el efecto de las épocas y los rangos altitudinales sobre la diversidad de hormigas se realizó un ANAVA Factorial.

Por otra parte para observar la asociación y distribución de las hormigas en cada localidad evaluada, se realizó un Análisis Discriminante (AD) canónico y para determinar la asociación de las hormigas con sus plantas mirmecófilas se realizó un análisis de componentes Principales (ACP).

Para realizar todas las pruebas estadísticas, se hizo uso del programa InfoStat® para Windows.

---

<sup>7</sup> <http://academic.evergreen.edu>



# CAPÍTULO III.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 3.1 RESULTADOS.

En MLC, se registraron 9 géneros de hormigas (*Azteca*, *Brachymyrmex*, *Camponotus*, *Crematogaster*, *Myrmelachista*, *Pachycondyla*, *Pheidole*, *Pseudomyrmex* y *Solenopsis*) distribuidos en 5 sub familias. En San Pedro, se registraron 7 géneros de hormigas (*Azteca*, *Camponotus*, *Crematogaster*, *Myrmelachista*, *Paratrechina*, *Pheidole* y *Solenopsis*) distribuidos en 3 sub familias. Para el CI Wayqecha, se registró un género de hormiga (*Camponotus*) distribuido en una sub familia. Cabe resaltar que los géneros y especies encontrados constituyen reportes nuevos para la zona debido a que no se realizaron trabajos previos similares.

#### 3.1.1. DESCRIPCIÓN DE GÉNEROS.

##### **SUB- FAMILIA DOLICHODERINAE:**

##### **Género: *Azteca* Forel (1928).**

Altamente polimórficas. Las obreras mayores presentan ocelos y la escama del pecíolo se encuentra fuertemente inclinada hacia delante aunque es visible en vista dorsal ya que el primer tergo del gáster no llega a cubrirlo. En campo pueden reconocerse fácilmente por la forma acorazonada de la cabeza.

Se conocen cerca de 130 especies descritas, todas arborícolas. Algunas exhiben una asociación obligada con plantas del género *Cecropia*. No existe una revisión actualizada para el género y la única existente fue realizada por Emery (1893) abarcando sólo 25 especies. Longino (1989) propuso algunas sinonimias dentro del género. Ayala *et al.* (1996) sugieren un primer análisis filogenético basado en caracteres moleculares. El género se encuentra ampliamente distribuido en América Central y del Sur, desde la zona central de México hasta el noreste de la Argentina.



En la presente investigación, se registraron las siguientes especies: *Azteca alfari* (Figura 4: 1-a) ; *A. beltii* (Figura 4: 2-a,2-b); *A. brevis* (Figura 4: 3-a, 3-b); *A. forelii* (Figura 4: 4-a); *A. flavigaster cf* (Figura 5: 5-a, 5-b); *A. ovaticeps* (Figura 5: 6-a, 6-b); *A. pittieri* (Figura 5: 7-a, 7-b; Figura 6: 7-c); y *A. xanthochroa* (Figura 6: 8-a, 8-b, 8-c).

#### **SUB- FAMILIA FORMICINAE:**

##### **Género: *Brachymyrmex* Mayr (1868).**

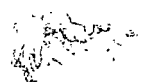
Pequeñas, habitantes de suelo y hojarasca. Antenas de 9 segmentos, sin maza antenal. Normalmente se coleccionan con trampas Winkler o embudos de Berlesse. Se conocen unas 35 especies (sin contar subespecies y variedades) ampliamente distribuidas en la región Neotropical. No hay revisiones modernas: Santschi (1923) ofrece una clave que, aunque muy antigua, es la única opción de identificación al momento.

Se registraron las siguientes especie: *Brachymyrmex sp1* (Figura 6: 9-a, 9-b).

##### **Género: *Camponotus* Mayr (1861).**

Tamaño variable, desde pequeñas hasta muy grandes. El margen posterior del cípeo está alejado de los alveólos antenales por una distancia igual o mayor al diámetro de estos alveólos. No hay abertura de la glándula metapleural. Estos dos rasgos separan este género de los demás formicinos. El mesosoma presenta variedad en las especies, sin espinas, con espinas y angulaciones, y el propodeo también presenta variación, desde cuadrado hasta angulado en vista dorsal. Algunas obreras y soldados tienen la cabeza modificada para obstruir las entradas a los nidos.

*Camponotus* es un género enorme con casi 1.000 especies, subespecies y variedades descritas para la Región Neotropical. Hay revisiones de los subgéneros *Myrmothrix* (Hashmi 1973), *Myrmentoma* (MacKay y MacKay 1997), *Myrmostenus* (MacKay 1997) y *Dendromyrmex* (Fernández 2002). MacKay está actualmente revisando el género para la región Neotropical, cuyo número real se aproxima a las 400 especies.



En nuestro estudio, registramos las siguientes especies: *Camponotus abscisus* cf. (Figura 9: 10-a, 10-b, 10-c); *C. balzani* (Figura 7: 11-a, 11-b, 11-c; Figura 8: 11-d); *C. sp1*. (Figura 8: 12-a); *C.sp2* (Figura 8: 13-a); y *C. sp3* (Figura 8: 14-a).

**Género: *Myrmelachista* Roger (1863).**

Único género de la tribu Myrmelachistini, limitado a la región Neotropical. Hormigas pequeñas, habitantes de copas de los árboles en los bosques bajos. Se distinguen por un mazo antenal visible, característica ausente en las demás formicinas neotropicales. Antenas de menos de 12 segmentos. Cuerpo más o menos alargado.

Amplia distribución en la región Neotropical. No existen revisiones ni claves para este grupo. En Wheeler (1934) se describen numerosas especies.

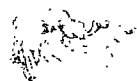
En el presente estudio se registraron las especies: *Myrmelachista sp1* (Figura 10: 18-a, 18-b, 18-c); *M. sp2* (Figura 10: 19-a, 19-b, 19-c); y *M. sp3* (Figura 11: 20-a).

**Género: *Paratrechina* Motschoulsky (1863).**

Hormigas pequeñas, generalmente asociadas al suelo en sitios naturales y con disturbios. Se separan de las demás formicinas por los pelos gruesos y erectos en la cabeza y promesonoto, así como la típica dentición. En América ninguna otra hormiga posee estas dos características juntas. Una especie, *P. longicornis* es muy común y abundante localmente. *P. fulva*, la "hormiga loca" es una plaga importante en algunas partes (Zenner 1990).

*Paratrechina* es un género cosmopolita taxonómicamente difícil, con numerosas especies y subespecies descritas. El género solamente se ha revisado para el Neártico (Trager 1984).

Se registró una sola especie: *Paratrechina sp1* (Figura 11: 22-a).



## **SUB- FAMILIA MYRMICINAE:**

### **Género: *Crematogaster* Lund (1831).**

La inserción del pospeciólo con el gaster (articulación con la superficie dorsal del tergo abdominal) permite reconocer a este género (y la tribu) de los demás Myrmicinae. En vista dorsal el gaster en forma de corazón. En la naturaleza muchas obreras andan con el gaster alzado y proyectado hacia adelante. Se han descrito más de 200 especies, subespecies y variedades para la región Neotropical, las cuales demandan urgentemente una revisión. Longino (2003) revisa las especies de Costa Rica, proponiendo sinonimias y nuevas especies. Varias de las especies tratadas en esta revisión tienen amplia distribución.

Registramos las siguientes especies: *Crematogaster sp1* (Figura 8: 15-a, 15-b; Figura 11: 15-c); *C. sp2* (Figura 9: 16-a, 16-b); y *C. victima cf* (Figura 9: 17-a, 17-b, 17-c).

### **Género: *Pheidole* Westwood (1839).**

Uno de los géneros más comunes de la región Neotropical, habitantes principalmente del estrato epígeo. Además de las características dadas para la tribu, las antenas son de 12 segmentos con una maza muy clara de 3 segmentos. Mandíbulas con numerosos dientes y dentículos. Obreras normalmente dimórficas. Wilson (1984) discute parasitismo social en algunas especies tropicales del género. *Pheidole* puede ser localmente muy abundante (Benson y Brandão 1987; Fowler 1993) con hasta 70 especies por localidad (obs. per.). Wilson (2003) revisa las casi 500 especies de la región Neotropical.

Se registraron las siguientes especies: *Pheidole bicornis* (Figura 11: 23-a, 23-b, 23-c); *P. sp1* y *P. sp2* (Figura 12: 24-a, 24-b).

### **Género: *Solenopsis* Westwood (1840).**

Hormigas pequeñas, monomórficas a dimórficas, habitantes muy comunes en la hojarasca. Antenas de 10 segmentos con mazo de 2. Propodeo sin dientes o espinas. Trager (1991) revisa las hormigas del fuego (*S. grupo geminata*) y Taber (2000) revisa la extensa literatura sobre *S. invicta*, importante plaga en EEUU y uno de los insectos más estudiados, y otras *Solenopsis* del grupo *geminata*. Las especies pequeñas y monomórficas (antes subgénero



"*Diplorhoptum*") forman un grupo muy conspicuo en la hojarasca, en urgente necesidad de revisión. Se han descrito alrededor de 90 especies para la región Neotropical.

Se registraron las siguientes especies: *Solenopsis sp1* (Figura 12: 27-a; Figura 13:27-b); *S. sp2* (Figura 13: 28-a) y *S. sp3* (Figura 13: 29-a, 29-b).

#### **SUB- FAMILIA PONERINAE:**

##### **Género: *Pachycondyla* F. Smith (1858).**

Estas hormigas tienen mandíbulas triangulares, a veces bien largas pero sin modificaciones especializadas y con dos espuelas en el ápice de la meso y metatibia. Examine bien este carácter ya que a veces hay una segunda espuela algo pequeña que puede ser difícil de observar y entonces se podrían confundir a los miembros más pequeños de este grupo con *Hypoponera*, que tiene una sola. No existe una revisión reciente de este grupo. Es el género neotropical de ponerinas que ocupa el segundo puesto en cuanto a su diversidad de especies (57) y es décimoprimeros para toda la familia en el ámbito regional. El Dr. William Brown, Jr. tenía una revisión de la fauna mundial bien avanzada pero no la pudo terminar antes de su muerte en 1997. Hay una revisión para la fauna brasileña de Kempf (1962), la cual puede ser útil para identificar algunas especies, por lo menos las más comunes y ampliamente distribuidas en Sudamérica.

Este grupo es común y fácil de observar, especialmente en bosques húmedos cuando cazan sobre el suelo o la vegetación, sin embargo también habitan bosques secos y de galería en zonas de sabana. Hay especies desde muy pequeñas hasta bien grandes, de hecho entre las más grandes de América. Su diversidad también se refleja en su biología como en la variedad de hábitats que ocupan y sus preferencias alimenticias. Hacen sus nidos en el suelo, hojarasca y madera podrida sobre el suelo, sin embargo también hay especies arbóreas con nidos en epifitas y en el suelo suspendido. Todas son depredadoras, con algunas generalistas, pero otras son especialistas como la grande y llamativa *P. laevigata* de cutícula negra y pulida que caza termitas, especialmente del género *Syntermes*. Algunas de las especies, como la arbórea *P. unidentata*, son imitadas por arañas y hay hasta una especie especializada en recolectar semillas (Brown 2000).



El género tiene una distribución cosmopolita y en nuestra parte del mundo se encuentra desde el sur de los Estados Unidos hasta el norte de Argentina pero el grueso de las especies son tropicales.

Se registró la especie *Pachycondyla luteola* (Figura 11: 21-a).

#### **SUB- FAMILIA PSEUDOMYRMECINAE:**

##### **Género: *Pseudomyrmex* Lund (1831).**

Obreras con antenas de 12 segmentos, escapo relativamente corto, menos de  $\frac{3}{4}$  de la longitud de la cabeza. Ojos grandes y conspicuos, longitud usualmente más de  $\frac{1}{4}$  la longitud de la cabeza. Lóbulos medios de los escleritos antenales visibles en vista frontal. Pronoto y mesonoto no fusionados. Abertura de la glándula metapleurar localizada en el margen extremo posteroventral de la metapleura. Pospecíolo bien desarrollado. Aguijón bien desarrollado. Alrededor de 180 especies confinadas a la región Neotropical, unas pocas llegan hasta EEUU. Ward (1985, 1989, 1992, 1993, 1996, 1999) revisa el género o grupos de especies del mismo, así como algunos aspectos de filogenia, asociación con plantas y parasitismo.

Se registraron las siguientes especies: *Pseudomyrmex dendroicus* (Figura 12: 25-a, 25-b) y *P. sp1* (Figura 12: 26-a).



Figura 4: Especies de hormigas registradas en las tres zonas de muestreo.

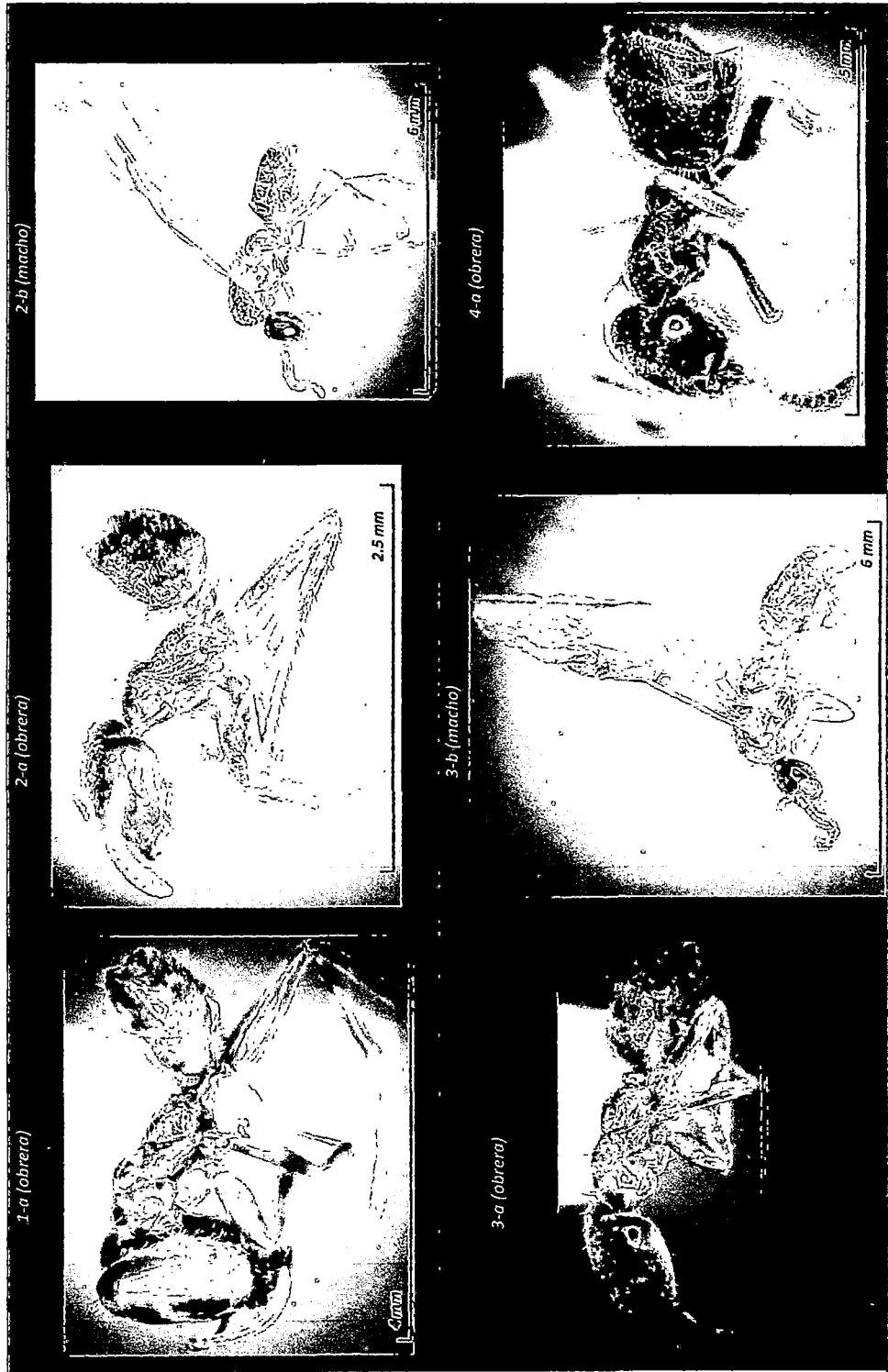




Figura 5: Especies de hormigas registradas en las tres zonas de muestreo.

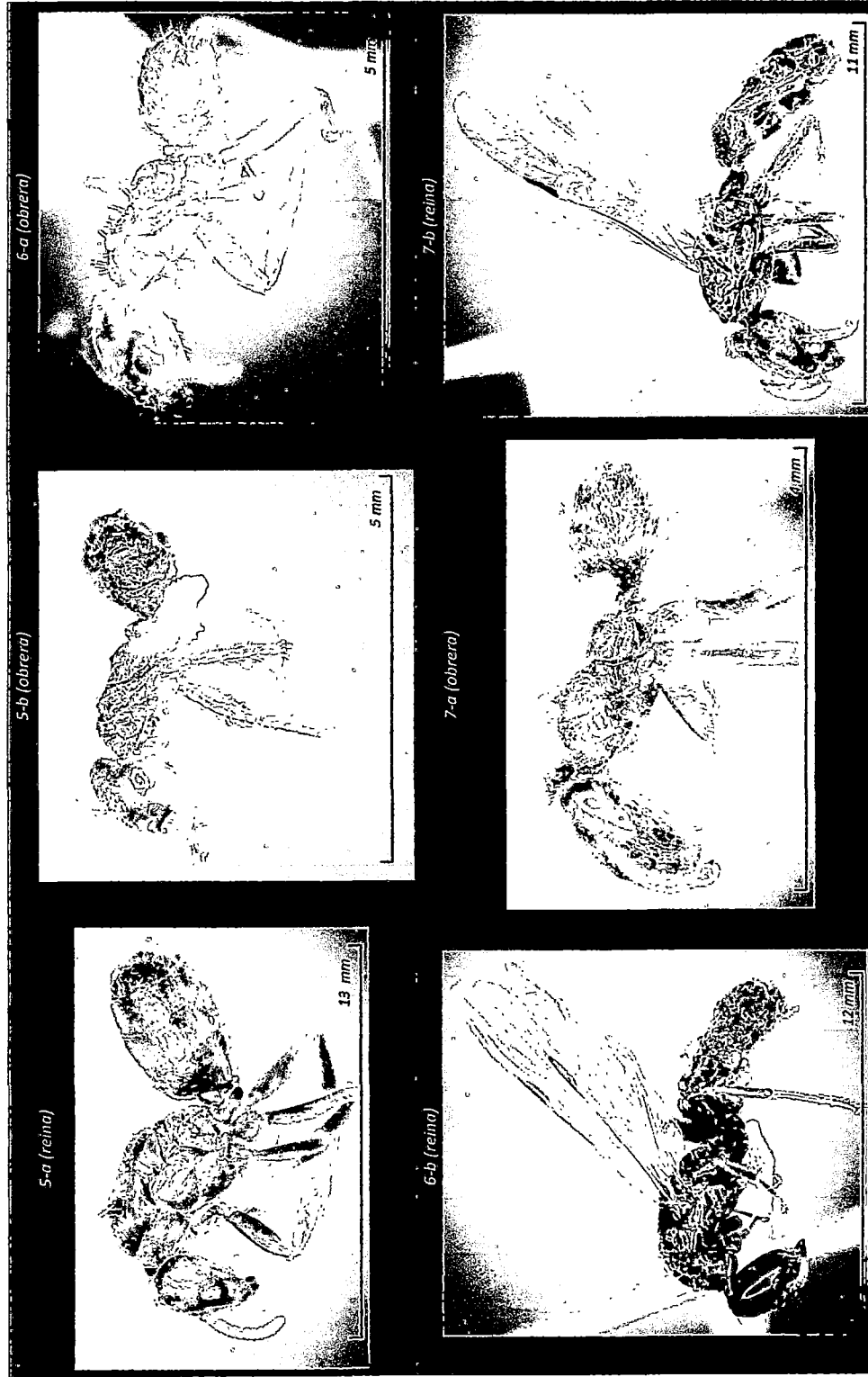


Figura 6: Especies de hormigas registradas en las tres zonas de muestreo.

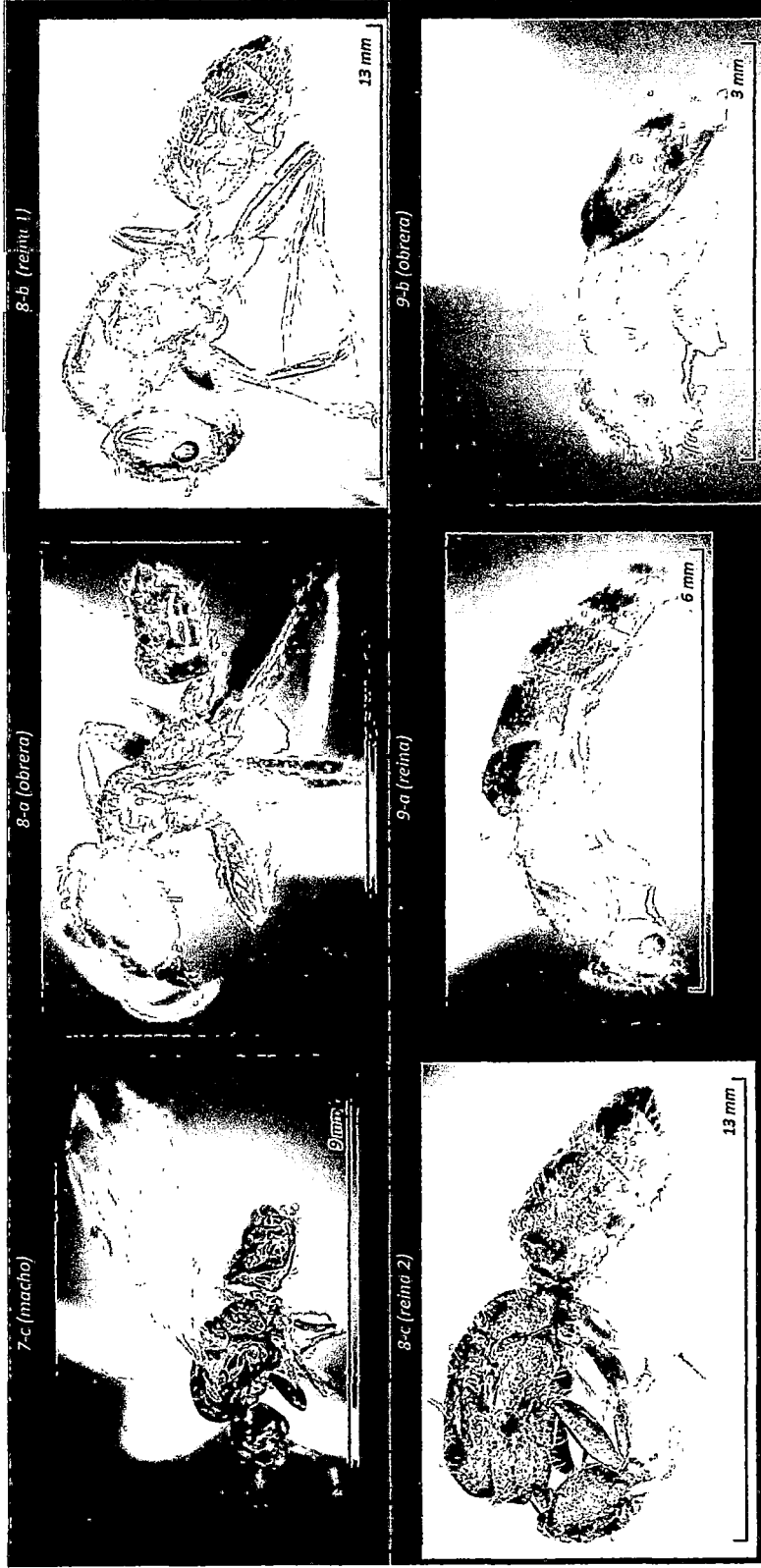


Figura 7: Especies de hormigas registradas en las tres zonas de muestreo.

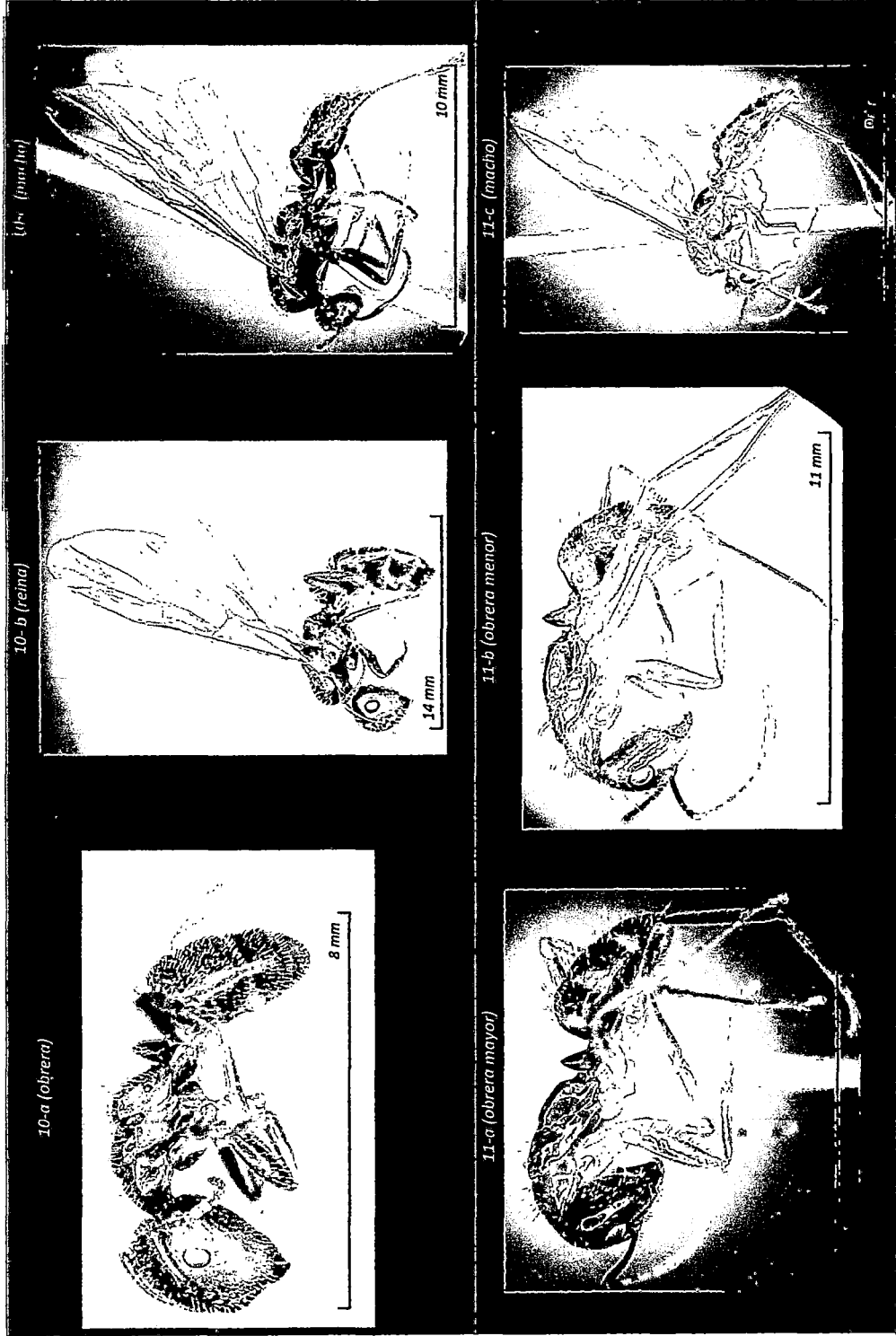


Figura 8: Especies de hormigas registradas en las tres zonas de muestreo.

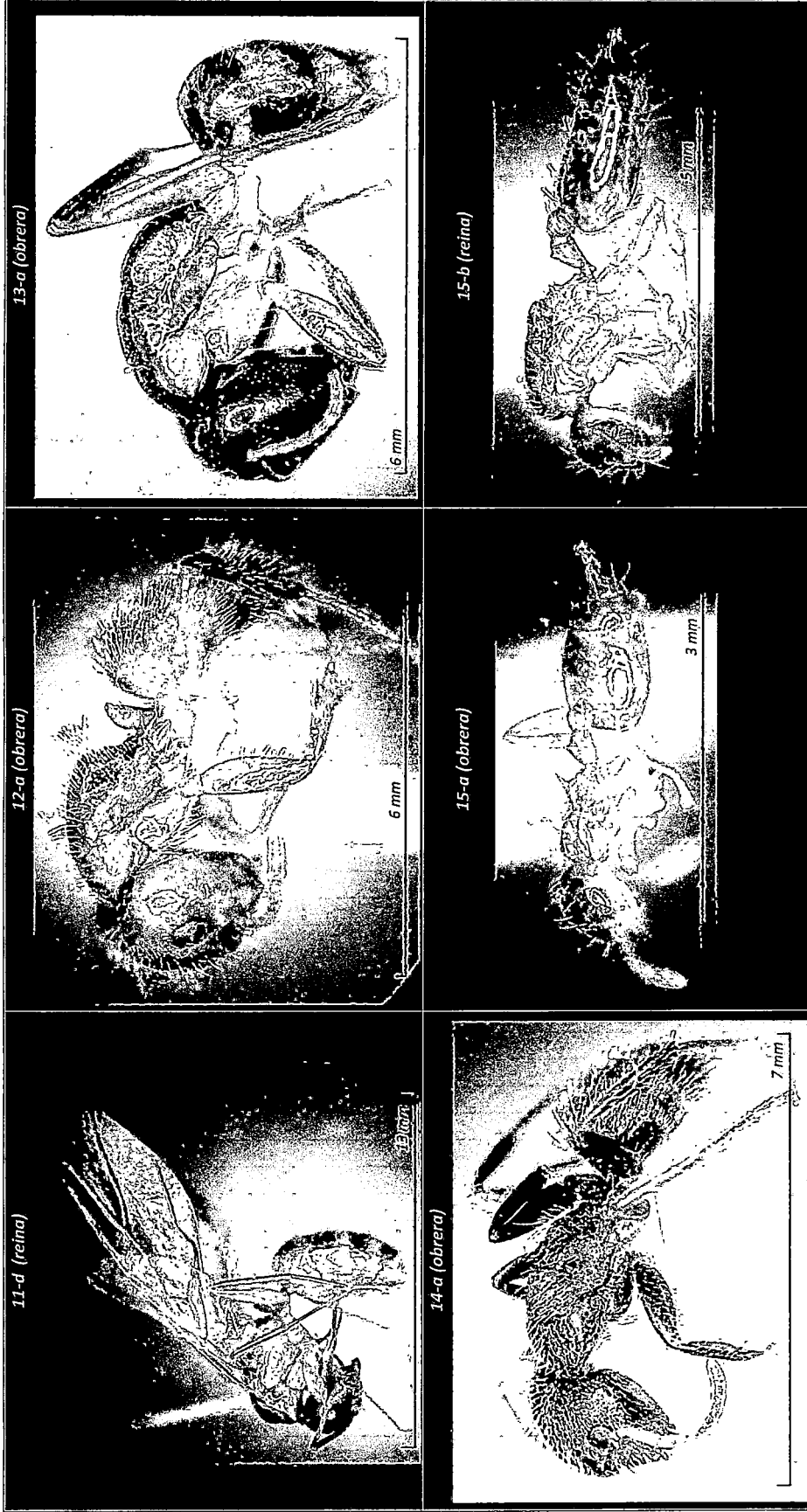


Figura 9: Especies de hormigas registradas en las tres zonas de muestreo.

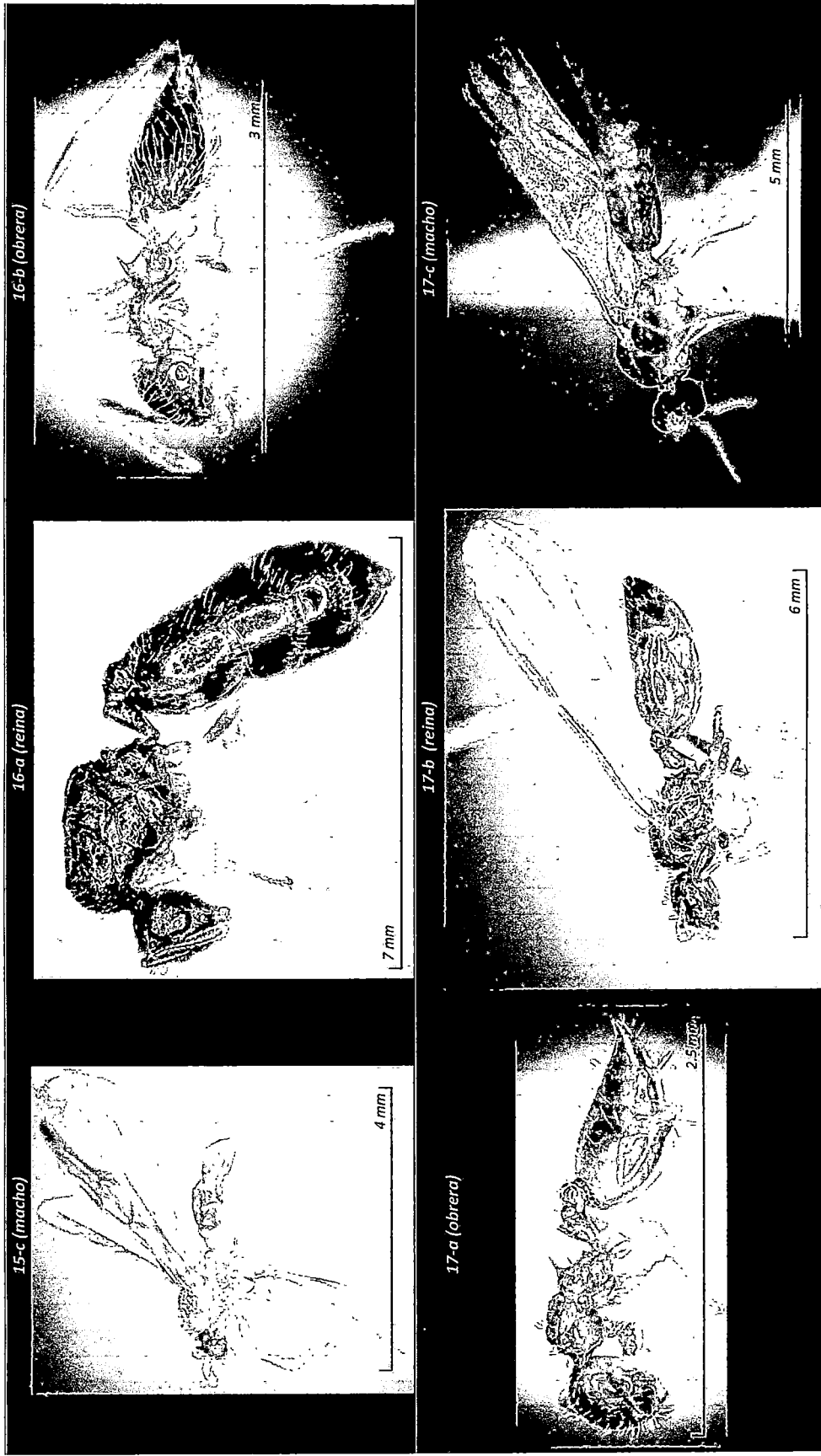


Figura 10: Especies de hormigas registradas en las tres zonas de muestreo.

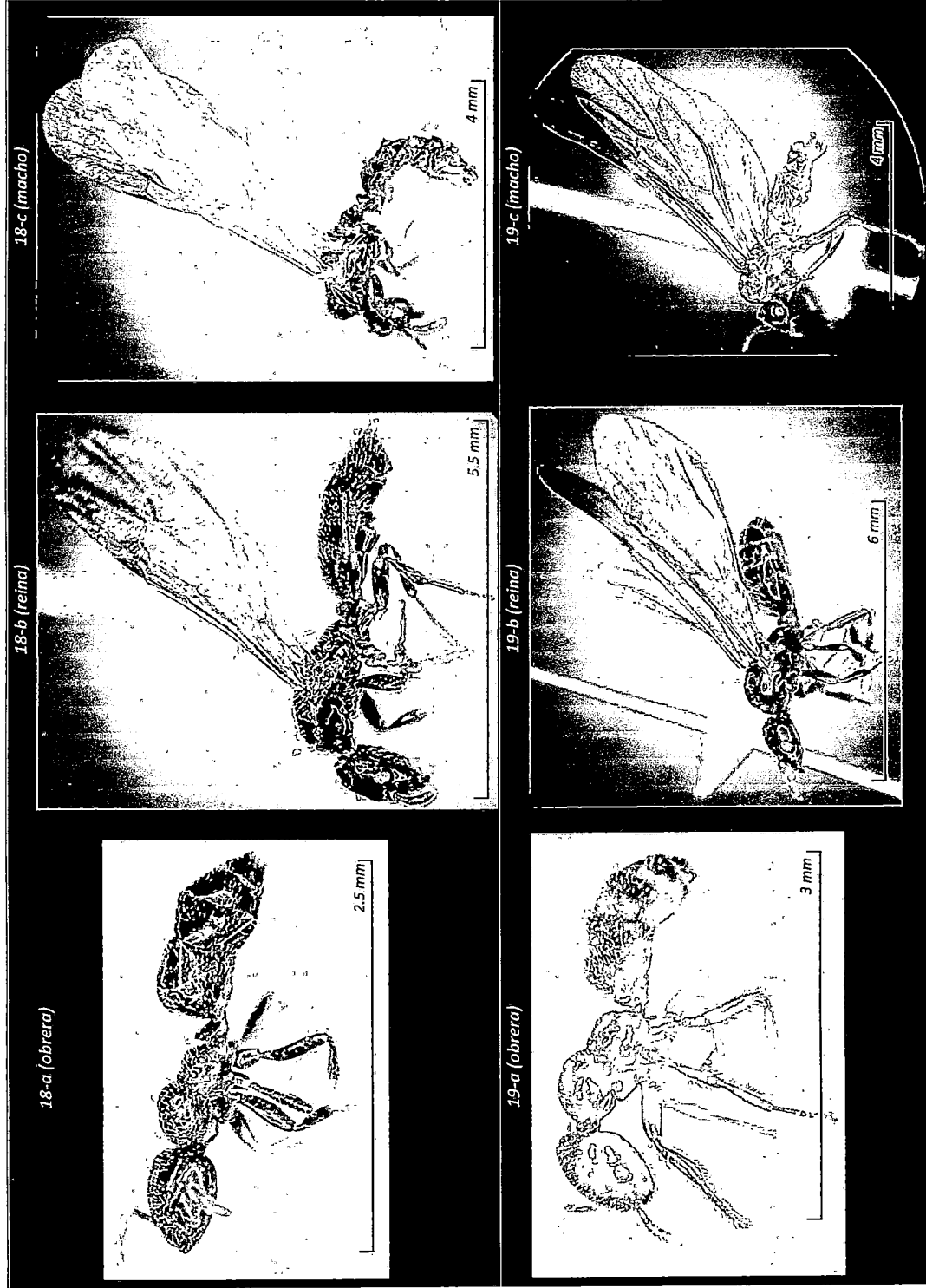


Figura 11: Especies de hormigas registradas en las tres zonas de muestreo.

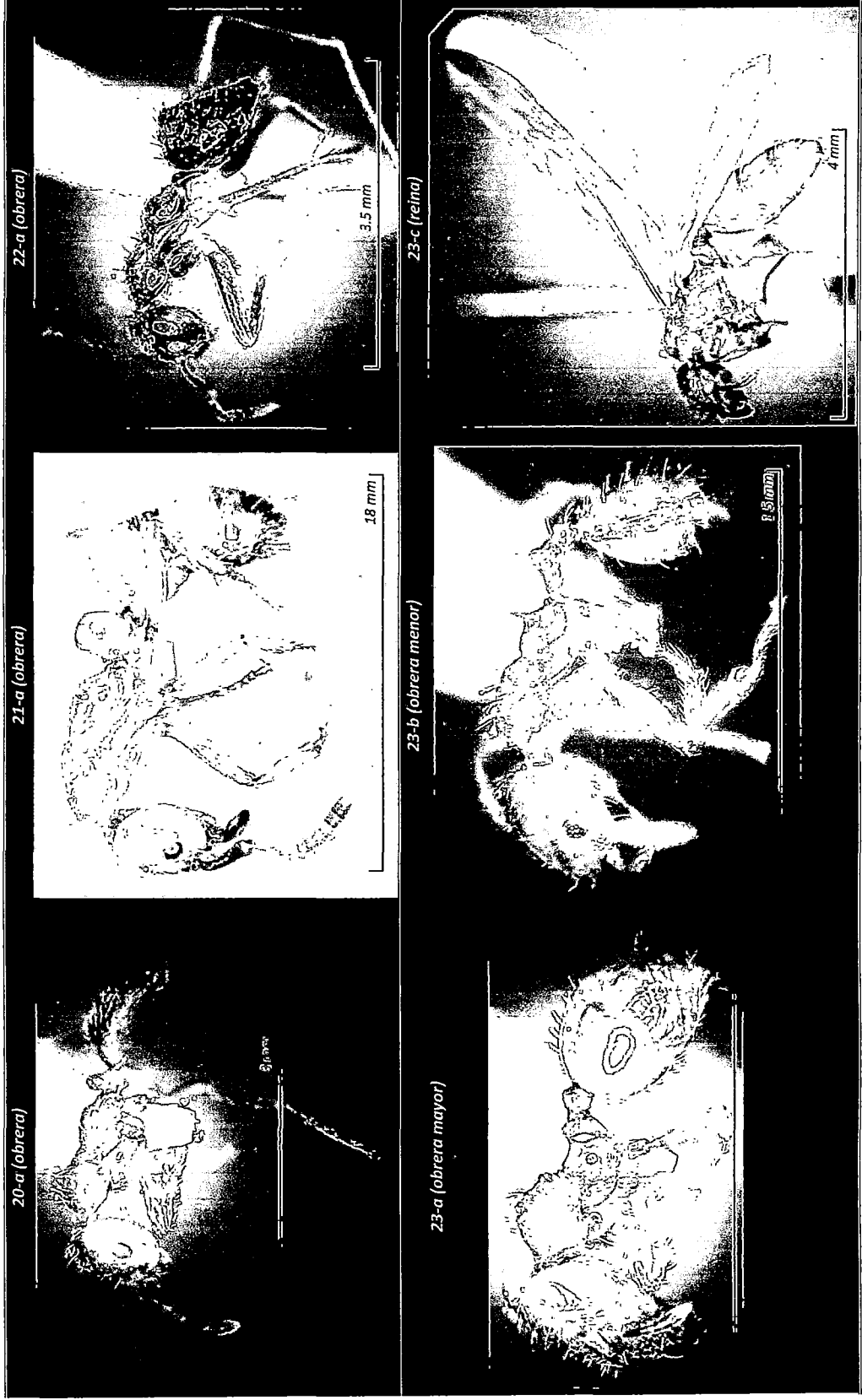


Figura 12: Especies de hormigas registradas en las tres zonas de muestreo.

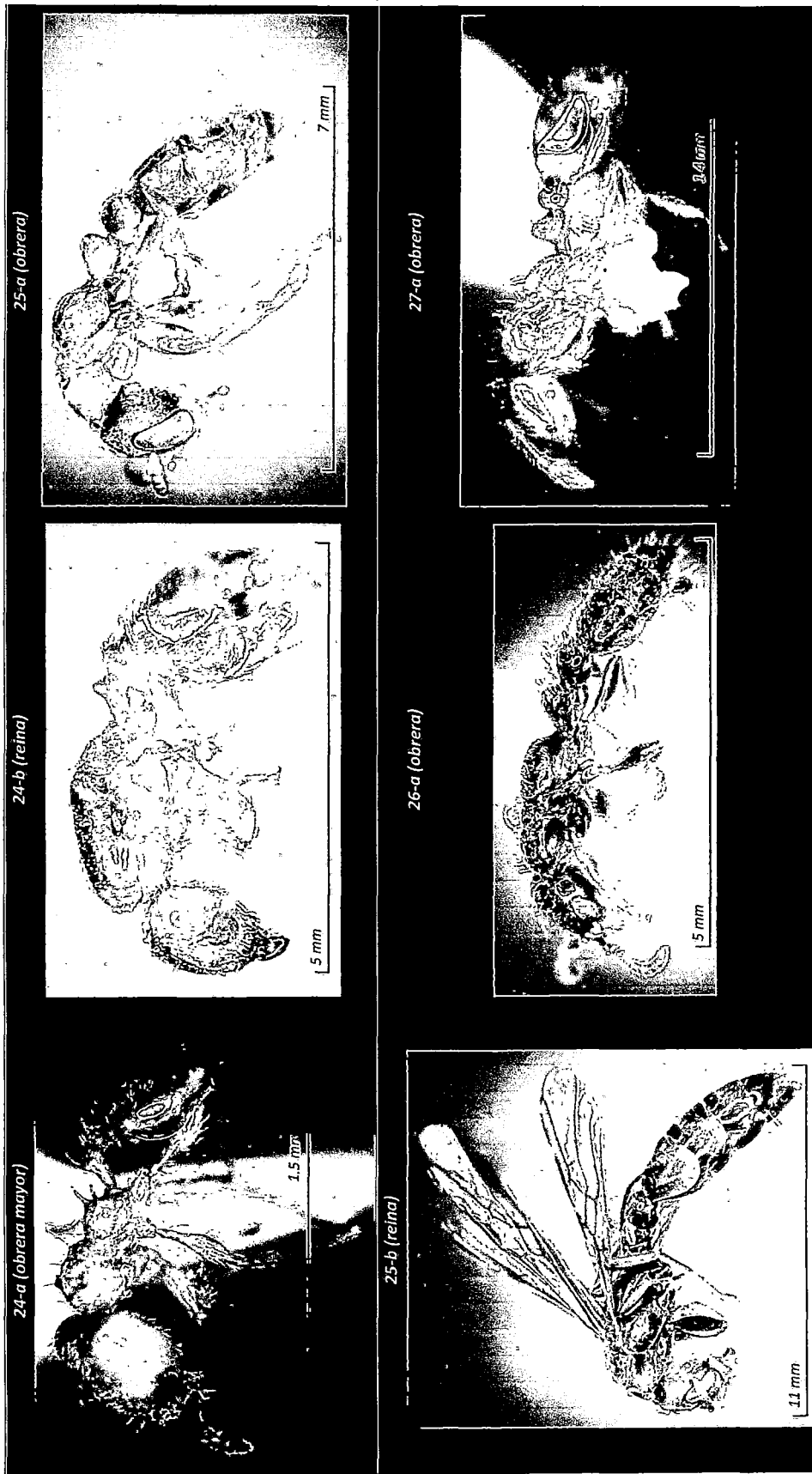
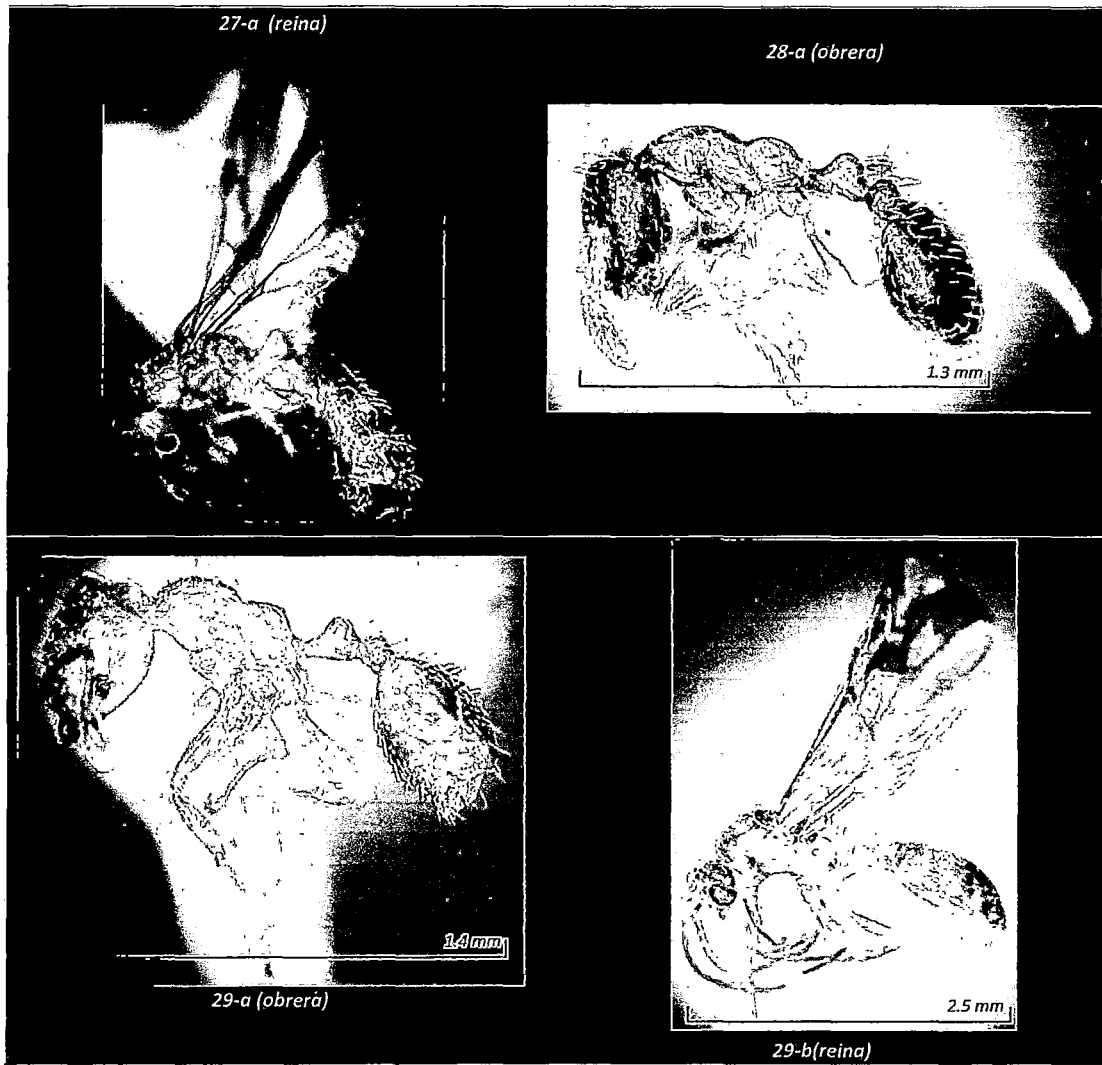




Figura 13: Especies de hormigas registradas en las tres zonas de muestreo.



### 3.1.2. DIVERSIDAD Y COMPOSICIÓN DE ESPECIES.

#### 3.1.2.1 ÍNDICES DE DIVERSIDAD SHANON WEAVER.

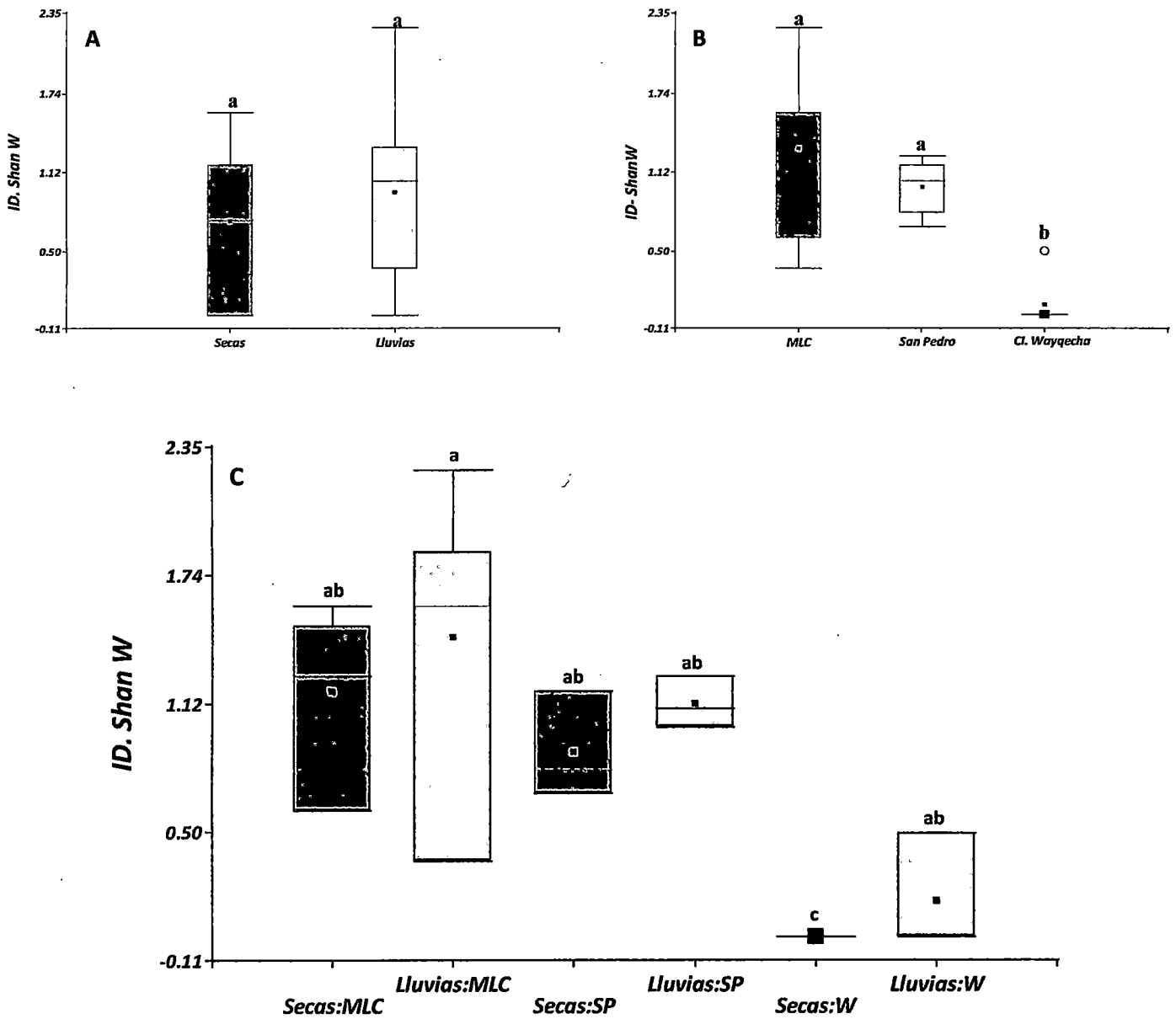
El ANAVA factorial realizado para observar diferencias en los índices de diversidad obtenidos (Shan- W) entre las épocas evaluadas, localidad y la interacción entre la localidad x época (Tabla 1), nos indica que la diversidad no se ve afectada por la época evaluada ( $p \geq 0.05$ ), sin embargo se puede indicar que esta es mayor en la época de lluvias ( $0.91 \pm 0.15$ ) con respecto a la época seca ( $0.69 \pm 0.15$ ), (Figura 14 - A). Por otra parte, se puede observar que el índice de diversidad se ve afectado por la localidad evaluada ( $p \leq 0.05$ ), donde el análisis muestra que la mayor diversidad se encuentra en la localidad de MLC ( $1.31 \pm 0.09$ ), seguida de San Pedro ( $1.01 \pm 0.19$ ) y finalmente Wayqecha ( $0.08 \pm 0.16$ ). (Figura 14- B). La interacción *Época x localidad* no muestra diferencias es decir que esta no afecta la diversidad en los distintas localidades evaluadas ( $p \geq 0.05$ ), observándose que la menor diversidad se encuentra en la época de secas en la localidad de Wayqecha (0.00) seguida de Wayqecha en la época de lluvias ( $0.17 \pm 0.26$ ), San Pedro en la época de secas ( $0.89 \pm 0.26$ ), San Pedro en la época de lluvias ( $1.12 \pm 0.26$ ), MLC en la época de secas ( $1.18 \pm 0.23$ ) y finalmente MLC en época de lluvias que es la que presenta mayor diversidad ( $1.44 \pm 0.23$ ). En todas las interacciones se puede observar que la mayor diversidad se encuentra en la época de lluvias sin embargo estas no son estadísticamente diferentes. (Figura 14- C).

Tabla 1: ANOVA Factorial para la diversidad Shanon-Weaver entre época de evaluación, localidad evaluada y la interacción época por evaluación.

| F.V.                   | SC   | GL | CM       | F     | P-VALOR       |
|------------------------|------|----|----------|-------|---------------|
| <b>Modelo.</b>         | 5.63 | 5  | 1.13     | 5.37  | 0.0058        |
| <b>Época</b>           | 0.24 | 1  | 0.24     | 1.14  | 0.3037        |
| <b>Localidad</b>       | 5.36 | 2  | 2.68     | 12.81 | <b>0.0007</b> |
| <b>Época*Localidad</b> | 0.01 | 2  | 4.20E-03 | 0.02  | 0.9803        |
| <b>Error</b>           | 2.93 | 14 | 0.21     |       |               |
| <b>Total</b>           | 8.56 | 19 |          |       |               |



Figura 14: ANOVA Factorial para el Índice de Diversidad Shannon-Weaver para la época de evaluación, localidad evaluada y la interacción época x localidad.



La figura muestra las diferencias existentes en los valores de Índice diversidad de Shan-W para: A: Época de evaluación; B: Localidad de evaluación y C: Interacción Época x Evaluación, letras señalan diferencias pruebas pos hoc de Tukey a un intervalo de confianza del 95% ( $p < 0.05$ ).



### 3.1.2.2. RIQUEZA DE ESPECIES.

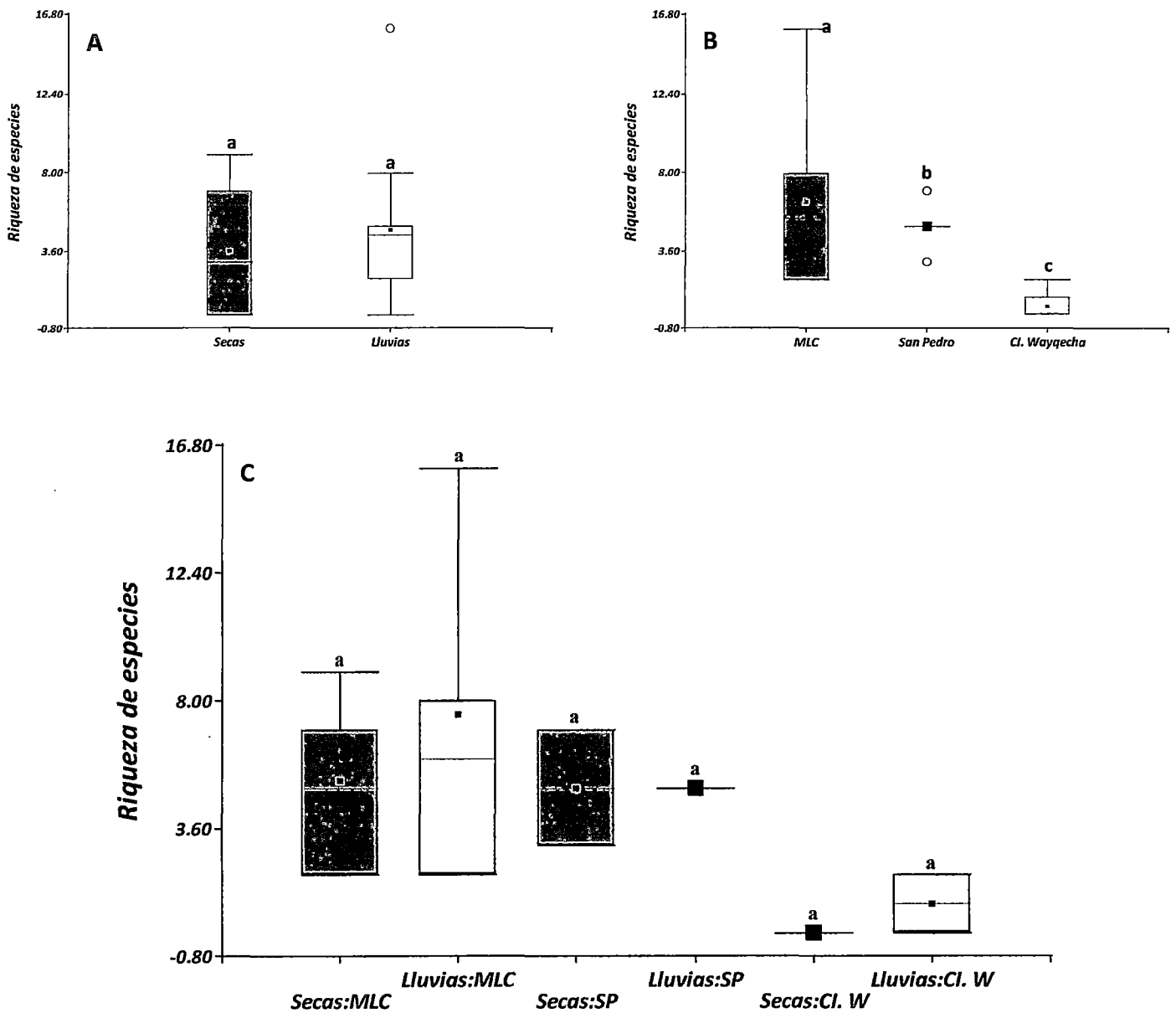
El ANAVA factorial realizado para determinar las diferencias en la riqueza de especies de hormigas asociadas a plantas mirmecófilas, nos muestra que la época no influye en la riqueza de especies ( $p \geq 0.05$ ), sin embargo se puede señalar que la mayor riqueza se da en época de lluvias con 24 especies registradas ( $4.5 \pm 1.07$ ) y en época de secas se registró un total de 23 especies ( $3.42 \pm 1.07$ ) (Figura 15-A). Por otro lado, se observa que la riqueza si se ve afectada por la localidad evaluada donde la mayor riqueza se da en la localidad de MLC con 24 especies registradas ( $6.38 \pm 1.19$ ) seguida de San Pedro con 15 especies registradas ( $5 \pm 1.37$ ) y finalmente Wayqecha con solo 2 especies registradas ( $0.5 \pm 1.37$ ) (Figura 15-B). La interacción *Época x localidad* no muestra diferencias es decir que la riqueza no se ve afectada por la época y el lugar de evaluación ( $p \geq 0.05$ ), en donde se puede señalar que la mayor riqueza se da en la localidad de MLC con 15 especies registradas en la época seca y 18 en la época de lluvias, 9 especies en la época seca y 10 en la época de lluvias para san Pedro y ninguna especie registrada en la época seca en Wayqecha y 02 especies registradas en la época de lluvias respectivamente (Figura 15-C) (TABLA. 2)

Tabla 2: ANOVA Factorial para la riqueza de especies de hormigas asociadas a plantas mirmecófilas entre época de evaluación, localidad evaluada y la interacción época por evaluación.

| F.V.            | SC     | GL | CM    | F    | P-VALOR       |
|-----------------|--------|----|-------|------|---------------|
| Modelo.         | 135.45 | 5  | 27.09 | 2.4  | 0.0899        |
| Época           | 5.76   | 1  | 5.76  | 0.51 | 0.4863        |
| Localidad       | 123.83 | 2  | 61.91 | 5.49 | <b>0.0173</b> |
| Época*Localidad | 4.42   | 2  | 2.21  | 0.2  | 0.8239        |
| Error           | 157.75 | 14 | 11.27 |      |               |
| Total           | 293.2  | 19 |       |      |               |



Figura 15: ANOVA Factorial para la riqueza de especies para la época de evaluación, localidad evaluada y la interacción época x localidad.



La figura muestra las diferencias existentes la riqueza de especies para: A: Época de evaluación; B: Localidad de evaluación y C: Interacción Época x Evaluación, letras señalan diferencias pruebas pos hoc de Tukey a un intervalo de confianza del 95% ( $p < 0.05$ ).

### 3.1.3 COMPOSICIÓN DE ESPECIES DE HORMIGAS ASOCIADAS A ÁRBOLES.

#### 3.1.3.1 REGISTRO DE HORMIGAS Y SUS ÁRBOLES MIRMECÓFILOS.

En MLC se registraron 8 familias de plantas: Lauraceae, con 8 especies asociadas a 8 especies de hormigas; Rubiaceae, 2 especies de plantas asociadas a 3 especies de hormigas; Urticaceae, 8 especies asociadas a 6 especies de hormigas; Melastomataceae, 7 especies asociadas a 4 especies de hormigas; Boraginaceae, 2 especies de plantas asociadas a 8 especies de hormigas; Fabaceae, 4 especies de plantas asociadas a 8 especies de hormigas; 1 especie de Piperaceae asociada a 2 especies de hormigas; 1 especie de Siparunaceae asociada a 1 especie de hormiga y 2 especies de Polygonaceae asociadas a 2 especies de hormigas.

En San Pedro, se registraron 4 familias de plantas: 6 especies de Urticaceae asociadas a 9 especies de hormigas, 5 especies de Lauraceae asociadas a 3 especies de hormigas; 2 especies de Piperaceae asociadas a 5 especies de hormigas y 1 especie de Melastomataceae asociada a 1 especie de hormiga.

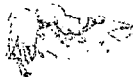
En el CI Wayqecha, se registró una especie de planta de la familia Urticaceae asociada a 2 especies de hormigas. (Tabla 3.)

Tabla 3: Registro de Hormigas asociadas a Plantas Mirmecófilas.

| Mirmecófita                      | Familia    | Hormiga (s) asociada(s)   | Lugar |
|----------------------------------|------------|---|-------|
| <i>Aniba sp1</i>                 | Lauraceae  | <i>Azteca alfari</i><br><i>Myrmelachista sp1</i>  | MLC   |
| <i>Bathysa aff. obovata</i>      | Rubiaceae  | <i>Pheidole sp</i><br><i>Solenopsis sp1</i>   | MLC   |
| <i>Cecropia polystachya</i>      | Urticaceae | <i>Azteca alfari</i><br><i>A. ovaticeps</i><br><i>A. xanthochroa</i><br><i>Camponotus balzani</i> | MLC   |
| <i>Cecropia aff. engleriana</i>  | Urticaceae | <i>Azteca alfari</i><br><i>A. ovaticeps</i><br><i>A. xanthochroa</i><br><i>Camponotus balzani</i> | MLC   |
| <i>Cecropia ficifolia</i>        | Urticaceae | <i>Azteca xanthochroa</i>   | MLC   |
| <i>Cecropia aff. putumayonis</i> | Urticaceae | <i>Pachycondyla luteola</i>   | MLC   |
| <i>Cecropia multiflora</i>       | Urticaceae | <i>Azteca xanthochroa</i><br><i>Camponotus balzani</i>  | MLC   |

|                                    |                 |   |     |
|------------------------------------|-----------------|---|-----|
| <i>Cecropia sp2</i>                | Urticaceae      | <i>Azteca xanthochroa</i>                             | MLC |
| <i>Clidemia allardii</i>           | Melastomataceae | <i>Crematogaster sp1</i>                              | MLC |
| <i>Cordia alliodora</i>            | Boraginaceae    | <i>Azteca alfari</i>                                  | MLC |
| <i>Cordia nodosa</i>               | Boraginaceae    | <i>Azteca flavigaster cf</i><br><i>A. xanthochroa</i> | MLC |
|                                    |                 | <i>Crematogaster sp2</i>                              |     |
|                                    |                 | <i>Myrmelachista sp1</i>                              |     |
|                                    |                 | <i>M. sp2</i>   |     |
|                                    |                 | <i>Solenopsis sp1</i>                                 |     |
|                                    |                 | <i>S. sp3</i>   |     |
| <i>Fabacea sp1</i>                 | Fabaceae        | <i>Azteca pittieri</i>                                | MLC |
|                                    |                 | <i>Brachymyrmex sp1</i>                               |     |
| <i>Fabacea sp2</i>                 | Fabaceae        | <i>Pseudomyrmex sp1</i>                               |     |
| <i>Maieta guianensis</i>           | Melastomataceae | <i>Crematogaster sp2</i>                              | MLC |
| <i>Miconia aureoides</i>           | Melastomataceae | <i>Pheidole sp2</i>                                   | MLC |
| <i>Nectandra sp1</i>               | Lauraceae       | <i>Azteca beltii</i>                                  | MLC |
| <i>Nectandra sp2</i>               | Lauraceae       | <i>Camponotus sp1</i>                                 | MLC |
| <i>Nectandra sp3</i>               | Lauraceae       | <i>Azteca forelii</i>                                 | MLC |
| <i>Ocotea sp1</i>                  | Lauraceae       | <i>Camponotus sp2</i>                                 | MLC |
| <i>Ocotea sp2</i>                  | Lauraceae       | <i>Myrmelachista sp1</i>                              | MLC |
| <i>Palicourea aff. punicea</i>     | Rubiaceae       | <i>Myrmelachista sp1</i>                              | MLC |
| <i>Piper longifolium</i>           | Piperaceae      | <i>Brachymyrmex sp1</i>                               | MLC |
|                                    |                 | <i>Azteca alfari</i>                                  | MLC |
| <i>Pleurothyrium parviflorum</i>   | Lauraceae       | <i>Pheidole bicornis</i>                              |     |
|                                    |                 | <i>Azteca pittieri</i>                                | MLC |
|                                    |                 | <i>Crematogaster victima cf</i>                       |     |
|                                    |                 | <i>Myrmelachista sp1</i>                              |     |
|                                    |                 | <i>Pseudomyrmex dendroicus</i>                        |     |
| <i>Pleurothyrium poeppigii</i>     | Lauraceae       | <i>Azteca pittieri</i>                                | MLC |
| <i>Pourouma aff. tomentosa</i>     | Urticaceae      | <i>Crematogaster sp2</i>                              | MLC |
| <i>Pourouma mollis spp triloba</i> | Urticaceae      | <i>Crematogaster sp2</i>                              | MLC |
| <i>Siparuna bifida</i>             | Siparunaceae    | <i>Crematogaster sp1</i>                              | MLC |
| <i>Tachigali guianensis</i>        | Fabaceae        | <i>Azteca xanthochroa</i>                             | MLC |
|                                    |                 | <i>Crematogaster sp2</i>                              |     |
|                                    |                 | <i>Solenopsis sp1</i>                                 |     |
| <i>Tachigali macbridei</i>         | Fabaceae        | <i>Azteca pittieri</i>                                | MLC |
|                                    |                 | <i>Crematogaster sp1</i>                              |     |
|                                    |                 | <i>Solenopsis sp1</i>                                 |     |
| <i>Tococa caquetana</i>            | Melastomataceae | <i>Azteca beltii</i>                                  | MLC |
|                                    |                 | <i>Crematogaster sp1</i>                              |     |
| <i>Tococa aff. stenoptera</i>      | Melastomataceae | <i>Azteca xanthochroa</i>                             | MLC |
|                                    |                 | <i>Crematogaster sp1</i>                              |     |
|                                    |                 | <i>Pheidole sp2</i>                                   |     |
| <i>Tococa parviflora</i>           | Melastomataceae | <i>Crematogaster sp1</i>                              | MLC |
| <i>Tococa sp1</i>                  | Melastomataceae | <i>Crematogaster sp1</i>                              | MLC |
| <i>Triplaris americana</i>         | Polygonaceae    | <i>Pseudomyrmex dendroicus</i>                        | MLC |
| <i>Triplaris poeppigiana</i>       | Polygonaceae    | <i>Azteca brevis</i>                                  | MLC |

|                                   |                 |  |             |
|-----------------------------------|-----------------|--|-------------|
| <i>Cecropia angustifolia</i>      | Urticaceae      | <i>Azteca alfari</i><br><i>A. xanthochroa</i><br><i>Pheidole sp1</i>   | San Pedro   |
| <i>Cecropia hertae</i>            | Urticaceae      | <i>Azteca xanthochroa</i>  | San Pedro   |
| <i>Cecropia membranacea</i>       | Urticaceae      | <i>Azteca ovaticeps</i><br><i>A. xanthochroa</i><br><i>Crematogaster victima cf</i>  | San Pedro   |
| <i>Cecropia multiflora</i>        | Urticaceae      | <i>Azteca xanthochroa</i><br><i>Camponotus balzani</i><br><i>C. sp3</i><br><i>Crematogaster victima cf</i><br><i>Paratrechina sp1</i><br><i>Solenopsis sp2</i> | San Pedro   |
| <i>Cecropia polystachya</i>       | Urticaceae      | <i>Azteca xanthochroa</i>  | San Pedro   |
| <i>Cecropia sp1</i>               | Urticaceae      | <i>Azteca xanthochroa</i><br><i>Crematogaster victima cf</i>   | San Pedro   |
| <i>Lauracea sp1</i>               | Lauraceae       | <i>Myrmelachista sp1</i>   | San Pedro   |
| <i>Lauracea sp2</i>               | Lauraceae       | <i>Pheidole bicornis</i>   | San Pedro   |
| <i>Lauracea sp3</i>               | Lauraceae       | <i>Myrmelachista sp2</i>   | San Pedro   |
| <i>Miconia aff. brachybothrya</i> | Melastomataceae | <i>Pheidole bicornis</i>   | San Pedro   |
| <i>No determinada</i>             | NN              | <i>Azteca xanthochroa</i><br><i>Crematogaster victima cf</i>   | San Pedro   |
| <i>Piper bellidifolium</i>        | Piperaceae      | <i>Myrmelachista sp3</i><br><i>Pheidole bicornis</i>   | San Pedro   |
| <i>Piper crassinervium</i>        | Piperaceae      | <i>Crematogaster victima cf</i><br><i>Pheidole sp2</i><br><i>Solenopsis sp1</i>  | San Pedro   |
| <i>Pleurothyrium intermedium</i>  | Lauraceae       | <i>Myrmelachista sp1</i>   | San Pedro   |
| <i>Pleurothyrium parviflorum</i>  | Lauraceae       | <i>Myrmelachista sp2</i>   | San Pedro   |
| <i>Cecropia tacuna</i>            | Urticaceae      | <i>Camponotus abscisus cf</i><br><i>C. balzani</i>   | CI Wayqecha |





### **3.1.3.2 COMPOSICIÓN DE HORMIGAS POR LOCALIDAD Y ÁRBOL MIRMECÓFILO.**

El análisis discriminante realizado para observar la relación existente entre las hormigas registradas por localidad señala la conformación de dos grupos que comparten diversas hormigas para las localidades de San Pedro y MLC, donde la prueba de homogeneidad de matrices de covarianzas arroja un valor  $p=0.73$  señalando la existencia de que muchas de las especies registradas en San Pedro también pueden ser encontradas en MLC para la época de secas, esto se debe a que en la localidad de Wayqecha no se registró hormiga alguna para esta época, explicando a partir de los autovalores que el eje canónico 1 explica el 52% de la variación entre grupos. Por otra parte, se puede observar que para la época de lluvias si existe diferencias, donde la prueba de homogeneidad de matrices de covarianza presenta un valor  $p=0.04$  y que el canónico 1 explican el 88% de la variación entre grupos a partir de los autovalores generados observándose que Wayqecha forma un grupo diferente a los otros dos biotopos evaluados como son San Pedro y MLC que también comparten hormigas en la época de lluvias. (Figura. 16).

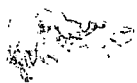
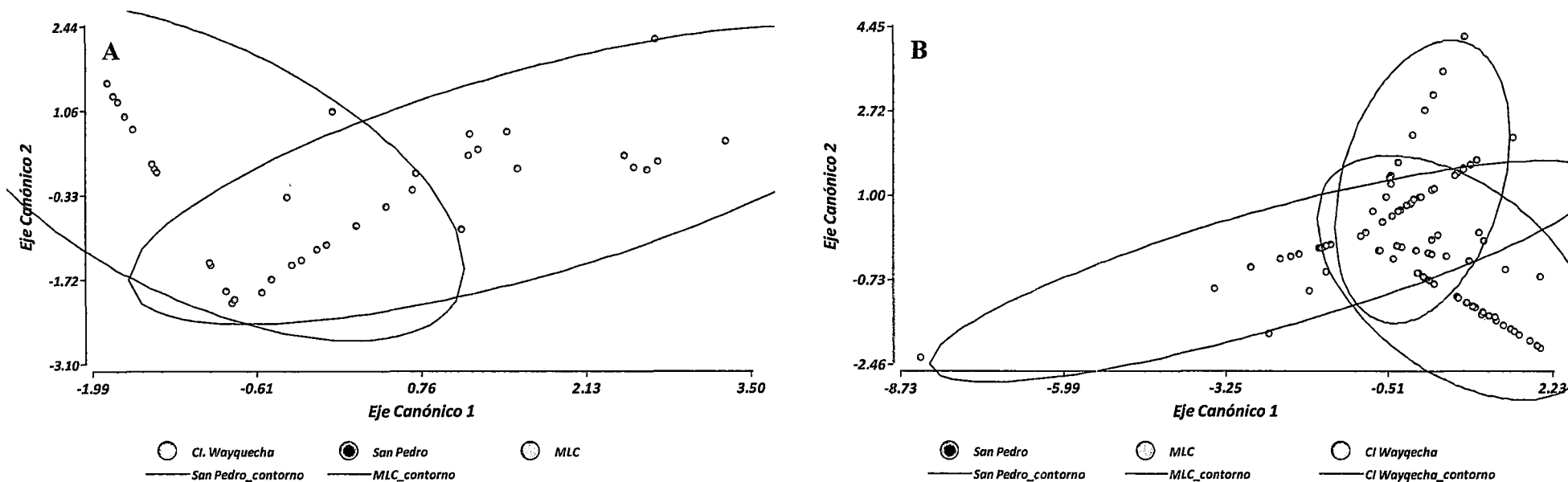


Figura 16: Análisis discriminante para observar la variación entre localidades evaluadas y su composición de hormigas asociadas a árboles mirmecófilos.



La figura muestra los grupos obtenidos a partir del espacio discriminante conformado para los ejes canónicos 1 y 2 para la asociación de grupos de hormigas en las diferentes localidades evaluadas: A: Agrupamiento para los Biotopos de MLC y San Pedro; B: Agrupamiento para los Biotopo de MLC, San Pedro y Wayquecha. Contornos corresponden a las elipses de Predicción.



La composición de hormigas de acuerdo a los géneros registrados y sus asociación con plantas mirmecófilas nos indica que para la época de secas existe una relación de 61.40% de la relación existente observándose que el género *Myrmelachista* está íntimamente relacionado con las especies de la familia Lauraceae y las especies pertenecientes a los demás géneros registrados pueden compartir asociación con las demás especies de plantas evaluadas en la época seca. Por otra parte la asociación existente ente las especies de hormigas registradas en la época de lluvias nos registra un porcentaje de relación del 64.10% con las especies pertenecientes a los géneros *Azteca*, *Paratrechina*, *Pachycondyla* y *Camponotus* íntimamente relacionadas con la familia Urticaceae, mientras que los otros géneros de hormigas registradas pueden compartir asociaciones con las otras especies de plantas registradas (Figura. 17).

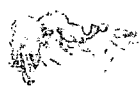
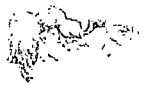
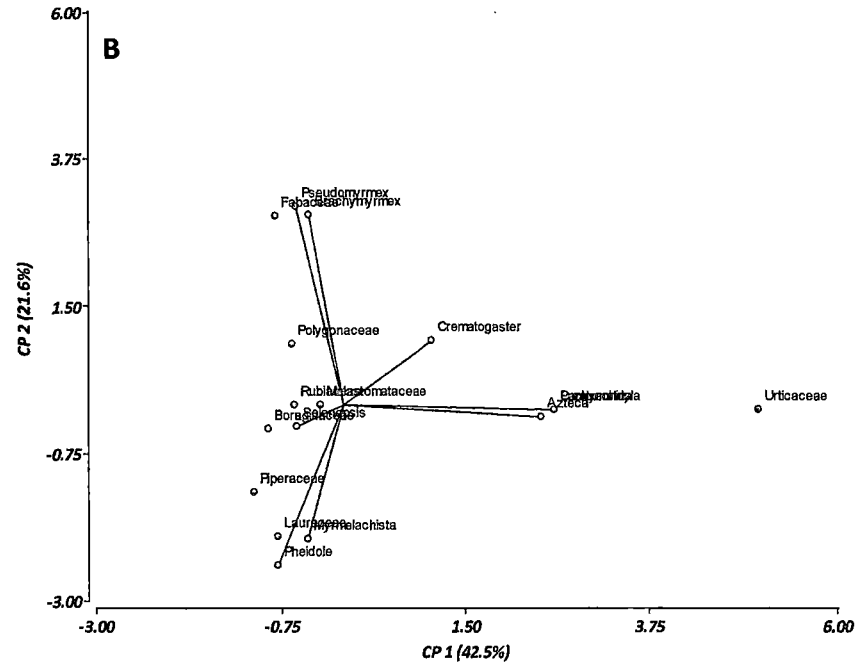
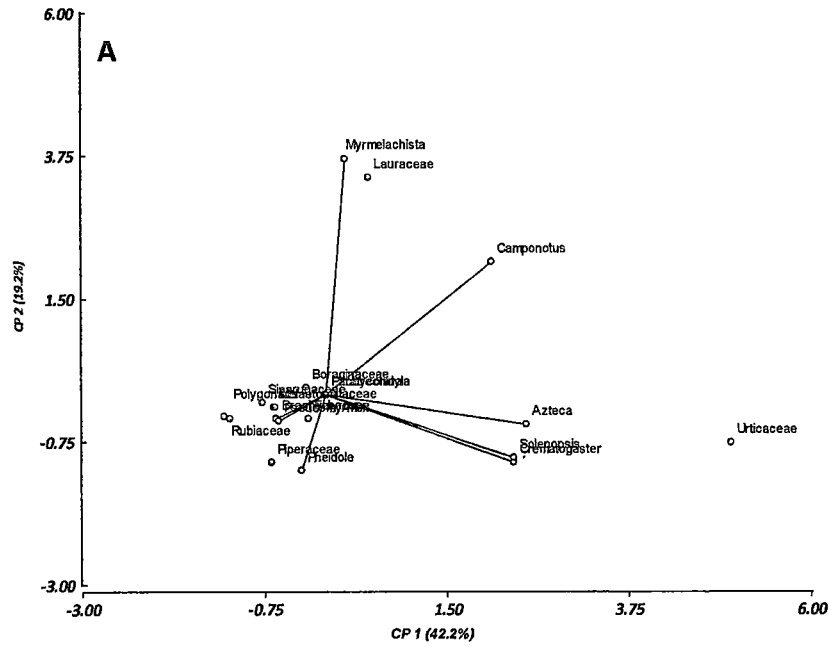


Figura 17: Análisis de Componentes Principales para la relación de géneros de hormigas registradas y sus árboles mirmecófilas.



### 3.2 DISCUSIÓN.

Las hormigas son uno de los grupos de insectos con mayor diversidad específica y ecológica en las latitudes tropicales, cumplen funciones importantes en todos los ecosistemas y constituyen alrededor del 15% de la biomasa animal total (Villareal *et al.*, 2006). En los sistemas tropicales, la heterogeneidad del hábitat y la disponibilidad de recursos han sido reportados como factores importantes que impulsan la riqueza de especies de hormigas y su composición (Neves *et al.*, 2010). Nuestros resultados señalan la existencia de patrones marcados en el rango altitudinal evaluado donde la distribución y el número de especies de hormigas encontradas son afectados por la elevación altitudinal. Se conoce que las altitudes óptimas para la diversidad de hormigas en los trópicos se encuentran alrededor de 800 msnm (Brown, 1973), nuestros resultados pueden confirmar este hecho debido a que MLC es el biotopo con el mayor número de especies y con la menor elevación, seguida de San Pedro y finalmente el CI Wayqecha, donde la altitud afecta la diversidad de hormigas así como la diversidad de las plantas; este resultado podría explicarse por el hecho de que los bosques de mayor altitud no presentan plantas mirmecófilas. El grupo de plantas más común para los tres biotopos evaluados pertenece a la familia de las Cecropiaceas ( ant .Cecropiaceae, ahora Urticaceae), además, se conoce que la riqueza de especies es mayor a bajas altitudes y disminuye exponencialmente con el incremento de la altitud (Brühl *et al.*, 1999) , encontrándose también que tanto la abundancia relativa como la riqueza de especies se maximizan en altitudes medias, en un rango que va de los 400 a los 800m; y que disminuyeron con el aumento de la altitud. (Samson *et al.*, 1997, Sanders *et al.*, 2003), siendo estos, resultados concordantes con la distribución de especies para otros invertebrados en diferentes altitudes donde el rango óptimo para encontrar mayor número de especies es de 800 m.(Olson, 1994). Patrones similares fueron encontrados en una gradiente de los Andes Venezolanos (Keeler, 1979; Janzen *et al.*, 1976) y esta distribución puede estar relacionada también a los factores ambientales que afectan diversos parámetros ecológicos, tales como la temperatura. A mayores altitudes, los bosques húmedos tienden a tener un mayor dosel cerrado, manteniendo condiciones de poca luz en el suelo, afectando así a la tasa de crecimiento de las plantas pequeñas (Kursar & Coley, 1992). Las condiciones climáticas en altitudes más altas parecen reducir las poblaciones de varias especies de hormigas (Olson, 1994; Fisher, 1999).



Por otra parte, la estacionalidad es otro factor importante que determina la composición y diversidad de especies, nuestros resultados señalan que la diversidad de especies no se ve afectada por la variación bimodal presente en la zona de estudio (época de lluvias y secas); sin embargo, se puede señalar que nuestro estudio mostró más abundancia y mayor riqueza de especies en la época de lluvias, donde los períodos húmedos son los que presentan mayor abundancia y diversidad de insectos (Fuentes-Medina *et al.*, 2006). Por otra parte se ha registrado menor cantidad de especies de hormigas y de interacciones en los hábitats más secos y fríos (Rico-Gray *et al.*, 1998), resultados que concuerdan con los nuestros ya que estos parámetros se encuentran en la época seca en nuestro área de estudio, sin embargo resultados contrarios se encontraron para el efecto de la estacionalidad en un estudio sobre mariposas (Lepidóptera) donde la mayor diversidad se encontró en épocas secas (Camero & Calderón, 2007)

En cuanto a la composición de hormigas y su asociación con plantas mirmecófilas, nuestros resultados señalan la presencia de 8 familias de plantas: Lauraceae, (8 especies asociadas a 8 especies de hormigas); Rubiaceae, (2 especies de plantas asociadas a 3 especies de hormigas); Urticaceae, (8 especies asociadas a 6 especies de hormigas); Melastomataceae (7 especies asociadas a 4 especies de hormigas); Boragináceae (2 especies asociadas a 8 especies de hormigas); Fabaceae, (4 especies asociadas a 8 especies de hormigas); Piperaceae (1 especie asociada a 2 especies de hormigas); Siparunaceae (1 especie asociada a 1 especie de hormiga) y Polygonaceae (2 especies asociadas a 2 especies de hormigas) para el bitopo de MLC. En San Pedro, se registró 4 familias de plantas: 6 especies de Urticaceae asociadas a 9 especies de hormigas, 5 especies de Lauraceae asociadas a 3 especies de hormigas; 2 especies de Piperaceae asociadas a 5 especies de hormigas y 1 especie de Melastomataceae asociada a 1 especie de hormiga. Finalmente, en el CI Wayqecha, se registró una especie de planta de la familia Urticaceae asociada a 2 especies de hormigas. Se conoce que estas plantas ofrecen muchas veces espacios para la construcción de nidos para hormigas y son llamadas así plantas mirmecófilas.(Jolivet, 1996), además que las obreras sin alas pueden penetrar fácilmente en cavidades diminutas y la población de hormigas puede mantener su densidad poblacional, sostenidos por su gran variedad de glándulas y secreciones que permite una comunicación química sofisticada, de tal manera que, rápidamente pueden defender su colonia, especialmente con soldados y obreras que pican e incluso son capaces de someter a las grandes presas (Hölldobler y Wilson, 1990). En los trópicos, se han registrado 13 géneros mirmecófilos de Melastomatáceas (Jolivet, 1996) y estas están asociadas a hormigas de los géneros *Pheidole* y *Azteca* además que son las más abundantes (Alvarez *et al.*, 2001; Cabrera &



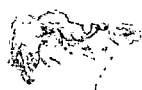
Jaffee, 1994; Fowler, 1993), en nuestro estudio se registra la presencia de *A. xanthochroa*, *A. beltti*, *Pheidole* sp2 y *Crematogaster* sp1 como hormigas asociadas a melastomatáceas principalmente a *Tococa caquetana*, *T. aff stenoptera*, *T. parviflora*, y *T. sp.1* y *Clidemia allardii*, *Maieta guianensis*, *Miconia auereoides* y *M. aff brachybothrya*. En cuanto a la familia Urticaceae (Anteriormente Cecropiaceae), nuestros resultados muestran el registro de *A. alfari*, *A. ovaticeps*, *A. xanthochroa*, *Camponotus balzani*, *C. sp.3*, *Pachycondyla luteola*, *Crematogaster victima* cf, *Paratrechina* sp.1 y *Solenopsis* sp.2 asociados a las especies de *Cecropia* y *Pourouma* registradas. Estas especies de hormigas pueden colonizar una o muchas especies de *Cecropia*, ya que las hormigas asociadas a estas plantas presentan una evidente especialización sobre estas. Estos resultados concuerdan con los registrados en 6 especies de *Cecropia* en el sur este del Perú (Tambopata y Cosha Cashu) (Davidson *et al.*, 1989), sin embargo nuestros resultados reportan a las especies de los géneros *Solenopsis*, *Paratrechina* y *Crematogaster* como nuevos registros sobre *Cecropia*, y existen algunas especies de plantas que no fueron registradas en nuestro estudio como *C. membranacea* y *C. tessmanni*, además estas plantas presentan una asociación con un amplio rango de género de hormigas que incluyen: *Heteroponera*, *Gnamptogenys*, *Pachycondyla*, *Pseudomyrmex*, *Wasmannia* y *Zacryptocerus*. Muchas de estas hormigas coexisten en árboles jóvenes fundados por reinas de *Azteca*. Por el contrario, la coexistencia de hormigas en árboles maduros nunca fue encontrada, y las hormigas “no obligatorias” fueron encontradas muy raramente (Longino, 1989).

Por otra parte, individuos del género *Myrmelachista*, persisten principalmente como colectores generalizados que construyen sus nidos sobre ramas muertas en bosques montanos, este tipo de bosques están muy bien representados en los trópicos americanos y se encuentran fuera de los dominios de especies más dominantes como *Azteca* y *Crematogaster*. Sin embargo, en elevaciones más bajas en los bosques montanos de Centro América, algunas especies de *Myrmelachista* ocupan regularmente especies del género *Ocotea* (Lauraceae) (Ibarra-Manríquez & Dirzo, 1990) de hojas glabras o sin pelos pero que no cortan hierbas malas que rodean la planta; y aún a elevaciones más bajas, en las costas Atlánticas, *Ocotea* alberga otra especie de *Myrmelachista*, que si realiza esta limpieza. (Davidson & Mckey 1993). En nuestro estudio, se ha observado la presencia de esta especie asociada a esta planta además de *Aniba* sp, *Pleurothyrium parviflorum* y otra especie no identificada, además de las especies de *Crematogaster* sp.2 y *C. sp.4* que también están asociadas a *Ocotea*. Así mismo las boragináceas (Boraginaceae) se asocian principalmente con hormigas de los géneros *Allomerus* (1 especie), *Azteca* (3 especies), *Myrmelachista* (1 especie) y *Wasmannia*



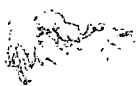
*auropunctata* (Goitía & Jaffé 2009), estas viven dentro de estructuras especializadas (tallos engrosados), denominadas Domacios, formados por un brote axilar en la rama. Nuestros registros señalan a la especie *Cordia nodosa* asociada a hormigas del género *Azteca* (2 especies), *Crematogaster* (1 especie), *Myrmelachista* (2 especies), *Solenopsis* (2 especies), no registrando a especies del *Allomerus* que si está registrado para los bosques de Cosha Cashu en el sur del Perú (Davidson *et al.*, 1988); estos resultados pueden sugerir que esta especie puede estar restringida a elevaciones más bajas.

Una asociación importante es la que conforman las especies del género *Triplaris* (Polygonaceae) que presentan ramas y troncos huecos y se le conoce comúnmente como Palo Santo y Tangarana (Perú) pau-de-novato, pau-formiga, formigueiro (Brasil), esta planta presenta asociación con hormigas del género *Pseudomyrmex*, siendo la especie *P. triplarinus* como la principal especie que vive dentro de estos árboles (Kempf, 1958) así como las especies *Azteca forelii*, *Pseudomyrmex symbioticus* (Goitía & Jaffé, 2009) y *Pseudomyrmex dendroicus* registrado para el sur del Perú (Davidson *et al.*, 1988). Nuestros resultados señalan la presencia de las hormigas de la especie *Pseudomyrmex dendroicus* y *Azteca spp* principalmente. Dentro de la Familia Fabaceae se evaluó la relación existente entre el árbol mirmecófilo *Tachigali myrmecophila*, y su hormiga asociada *Pseudomyrmex concolor*, estos árboles se caracterizan por ser tolerantes a la sombra ya que viven en los sotobosques por largos periodos de tiempo; y presentan el raquis y peciolo de las hojas huecos, espacios donde habitan sus hormigas (Fonseca, 1994), nuestro estudio señala la presencia principalmente del género *Azteca* y *Crematogaster* asociado a *Tachigali* y *Pheidole* y *Pseudomyrmex* asociados a plantas del género *No determinado*. Nuestros resultados también señalan la presencia de la especies del género *Azteca* y *Solenopsis* asociados a la especie *Piper longifolium* y *Myrmelachista* asociada a la especie *Piper bellidifolium*. En este tipo de asociación, la planta además del beneficio de protección por parte de las hormigas pueden absorber hasta el 25% del nitrógeno transferido por las hormigas (Fischer *et al.*, 2003), caso observado en la asociación mutualista entre las mirmecofilas *Piper fimbriulatum* C.DC y *P. obliquum* Riuz & Pavon (Piperaceae) y su hormiga asociada *Pheidole bicornis* que viven en las ramas huecas de las plantas (Tepe *et al.*, 2009).





Finalmente, nuestro trabajo refleja una clara distribución de especies de hormigas asociadas a plantas mirmecófilas, observando que la diversidad de hormigas está influenciada por la altitud más no así por la estacionalidad, a la vez se observa un complejo de asociaciones hormigas-plantas donde se puede señalar que pueden encontrarse individuos de plantas no ocupados por hormigas o bien (Alvarez , 2009 *obs pers.*) existen ciertas especies de hormigas asociadas a diferentes especies de árboles o, incluso diferentes especies de plantas asociadas a una especie particular de hormiga; estas dos últimas situaciones podrían ser un indicador del grado de desarrollo alcanzado por la interacción mirmecófila, esta interacción entre hormigas y plantas es un fenómeno principal en nuestros bosques tropicales .



## CONCLUSIONES.

1. La diversidad hormigas asociadas a árboles mirmecófilos varía de acuerdo a las gradientes altitudinales en el Parque nacional del Manu, observándose que a menores altitudes la diversidad y riqueza de especies es mayor.
2. La época bimodal (época de secas y lluvias) presente en el área de estudio, no afecta la composición, ni diversidad de hormigas asociadas a árboles mirmecófilos.
3. Se registra la presencia de 8 familias de plantas: Lauraceae, (8 especies asociadas a 8 especies de hormigas); Rubiaceae, (2 especies de plantas asociadas a 3 especies de hormigas); Urticaceae, (8 especies asociadas a 6 especies de hormigas); Melastomataceae (7 especies asociadas a 4 especies de hormigas); Boragináceae (2 especies asociadas a 8 especies de hormigas); Fabaceae, (4 especies asociadas a 8 especies de hormigas); Piperaceae (1 especie asociada a 2 especies de hormigas); Siparunaceae (1 especie asociada a 1 especie de hormiga) y Polygonaceae (2 especies asociadas a 2 especies de hormigas) para el bitopo de MLC. En San Pedro, se registró 4 familias de plantas: 6 especies de Urticaceae asociadas a 9 especies de hormigas, 5 especies de Lauraceae asociadas a 3 especies de hormigas; 2 especies de Piperaceae asociadas a 5 especies de hormigas y 1 especie de Melastomataceae asociada a 1 especie de hormiga. Finalmente, en el CI Wayqecha, se registró una especie de planta de la familia Urticaceae asociada a 2 especies de hormigas.
4. Las especies de hormigas registradas distribuidas en los 10 géneros determinados, indican la un grado de especialización de los géneros *Azteca* (algunas especies), *Pachycondyla* y *Paratrechina* sobre plantas de la Familia Urticaceae (*Cecropia*), mas los otros géneros registrados *Azteca*, *Brachymyrmex*, *Camponotus*, *Crematogaster*, *Myrmelachista*, *Pheidole*, *Pseudomyrmex* y *Solenopsis* pueden compartir otros habitats y nichos dentro de las demás familias de plantas registradas.



## **RECOMENDACIONES.**

1. Se recomienda realizar estudios de interacciones y comportamiento entre las hormigas registradas y sus árboles mirmecófilos, que nos permita conocer de mejor manera la asociación existente entre estos organismos, ya que por lo general la información existente se basa y sustenta en el registro taxonómico de estas especies.
2. Por otra parte se recomienda realizar una colecta mucho más exhaustiva con un tamaño de muestra mayor que nos permita conocer de mejor manera la composición de especies de hormigas asociadas a árboles mirmecófilos y nos confirmen la presencia de nuestros registros.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

**Alonso L.E. & Agosti D. 2000.** Biodiversity Studies, Monitoring and Ants: An Overview. *In:* D. Agosti J.D. Majer L. Alonso & T. Shultz (Eds.) *Ants, Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity.* Smithsonian Institution Press. Capítulo 1: 1-8.

**Alvarez, G., I. Armbrecht, E. Jiménez, H. Armbrecht & P. Ulloa-Chacon. 2001.** Association in Two *Tococa* Species from a Primary Rain Forest of Colombian Choco (Hymenoptera: Formicidae) *Sociobiology* Vol. 38, No. 38,585-602.

**Beattie, A. 1985.** The evolutionary ecology of ant-plant mutualisms. Cambridge University Press, Cambridge, Gran Bretaña, 192pp.

**Beattie, A. J., & L. Hughes. 2002.** Ant-plant interactions. Pages 211–235 in C. M. Herrera and O. Pellmyr, editors. *Plant-animal interactions. An evolutionary approach.* Blackwell Science, Oxford, UK.

**Bronstein, J.L., R. Alarcon & M. Geber. 2006.** The evolution of plant-insects mutualisms. *New Phytologist* 172(3): 412-428.

**Brothers, D.J. & J.M. Carpenter. 1993.** Phylogeny of Aculeata: Chrysoidea and Vespoidea. *J. Hym. Res.*, 2: 227-302.

**Brown Jr, W. L. 1973.** A comparison of the hylean and Congo- West African rain forest ant faunas, p.161-185. In Meggers B J, Ayensu E S, Duckworth E S (eds) *Tropical forest ecosystems in Africa and South America*, Washington, Smithsonian Institution Press, 350p.

**Brown K. 1991.** Conservation of Neotropical Environments: Insects as Indicators. *En:* Collins N, Thomas J, editors. *The Conservation of Insects and Their Habitats;* p. 350-423.

**Brühl C.A., M. Mohamed & K.E. Linsenmair, 1999.** Altitudinal distribution of leaf litter ants along a transect in primary forest on Mount Kinabalu, Sabah, Malaysia. *Journal of Tropical Ecology.*15: 265-267.



**Bruijnzeel, L. A. 2001.** Hydrology of tropical montane cloud forests: A reassessment. *Land Use and Water Resources Research* 1: 1.1-1.8.

**Bruna E.M., D.M. Lapola & H.L. Vasconcelos, 2004.** Interspecific variation in the defensive responses of obligate plant-ants: experimental tests and consequences for herbivory. *Oecologia* 138: 558-565.

**Bubb, P., I. May, L. Miles, & J. Sayer, 2004.** *Cloud forest Agenda*. UNEP-WCMC. Cambridge, UK.

**Camero E. 1999.** Estudio comparativo de la fauna de coleópteros (Insecta: Coleoptera) en dos ambientes de bosque húmedo tropical colombiano. *Rev Colomb Entomol*; 25(3-4):131-136.

\_\_\_\_\_ **2003.** Caracterización de la fauna de carábidos (Coleoptera: Carabidae) en un perfil altitudinal de la Sierra Nevada de Santa Marta-Colombia. *Rev Acadm Colomb Cienc.* 2003 ; 27(105):491-516.

**Camero, E. & A. Calderón, 2007.** Comunidad de Mariposas Diurnas (Lepidoptera:Rhopalocera) en un gradiente altitudinal del Cañon del Río Combeima-Tolima, Colombia. *Acta biol. Colomb.*, Vol. 12 No. 2, 95 – 110.

**Clausing, G. 1998.** Observations on ant-plant interactions in *Pachycentria* and other genera of the Dissochaeteae (Melastomataceae) in Sabah and Sarawak. *Flora* 193:361-368.

**Cuesta F., M. Peralvo & N. Valarezo, 2009.** Los bosques montanos de los Andes Tropicales. Una evaluación regional de su estado de conservación y de su vulnerabilidad a efectos del cambio climático. Serie Investigación y Sistematización # 5. Programa Regional ECOBONA – INTERCOOPERATION. Quito.

**Cushman, J. H. & J. F. Addicott. 1991.** Conditional interactions in ant-plant herbivore mutualisms. Págs. 92-103 *en*: Huxley, e.R. & D.F. Cutler(eds.) *Ant-Plant Interactions*. Oxford University Press, NewYork.

**Davidson D.W., J. Longino & R.R. Snelling, 1988.** Pruning of host plant neighbors by ants: An experimental approach. *Ecological Society of America. Ecology.* 69(3), 801-808.



**Davidson D.W., R.R. Snelling & J. Longino. 1989.** Competition among ants for myrmecophytes and the significance of plant trichomes. *Biotropica* 21: 64-73.

**Davidson, D.W. & D. McKey, 1993a.** The evolutionary ecology of symbiotic ant-plant relationships. *J. Hym. Res.* 2:13-83.

**Davidson, D.W. & D. McKey, 1993b.** Ant-Plant Symbioses. Stalking the Chuyachaqui. *Trends in Ecology & Evolution*, Volume 8, Issue 9, 326-332, *J. Hym. Res.* 2:13-83.

**Davidson, D.W. 1997.** The role of resource imbalances in the evolutionary ecology of tropical arboreal ants. *Biological Journal of the Linnean Society* 61(2): 153-181.

**Del-Claro, K. 2004.** Multitrophic Relationships, Conditional Mutualisms, and the Study of Interaction Biodiversity in Tropical Savannas. *Neotropical Entomology* 33(6):665-672.

**Del Val, E.K. & R. Dirzo, 2004.** Mirmecofilia: Las Plantas con Ejército Propio. *Interciencia* 29(12): 673-679.

**Diaz-Castelazo, C., V. Rico-Gray, P.S. Oliveira & M. Cuatle, 2004.** Extrafloral nectary-mediated antplant interactions in the coastal vegetation of Veracruz, México: richness, occurrence, seasonality and ant foraging patterns. *Ecoscience* 11: 472-481.

**Elias T.S. 1983.** Extrafloral nectaries: their structure and distribution. In: Bentley B, Elias T, eds. *The biology of nectaries*. New York: Columbia University Press, 174-203.

**Douglas, Y. & N. Pierce, 1998.** A castration parasite of an ant-plant mutualism. *The Royal Society* 265: 375-382.

**Erwin T.L. 1982.** Tropical Forest: Their Richness in Coleoptera and other Arthropod Species. *The Coleopterist Bulletin.* 36(1):74-75.

**Escurre E. 1990.** ¿Por qué hay tantas especies raras?, la riqueza y la rareza biológicas en las comunidades naturales. *Ciencias (Biotrópica N° Especial)* 4:82-88.



**Fernández F. (ed.). 2003.** Introducción a las Hormigas de la región Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. XXVI + 398 pp.

**Fernández, F. & S. Sendoya. 2004.** List of Neotropical Ants (Hymenóptera: Formicidae). *Revista Biota Colombiana* 5(1): 3-93.

**Fernández, F. & J. Sharkey, M. 2006.** Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical. Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., xxx+894 pp.

**Fisher, B.L. 1999.** Ant diversity patterns along an elevation gradient in the reserve naturelle integrale d'Andohahela, Madagascar. *Fieldiana Zool* (n s) 94: 129-147.

**Fischer, R.C., W. Wanek, A. Richter & V. Mayer, 2003.** Do ants feed plants? A N labelling study of nitrogen fluxes from ants to plants in the mutualism of Pheidole and Piper. *Journal of Ecology* 2003 91, 126–134.

**Folgarait P.J. 1998.** Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. *Biodiversity and Conservation*.7: 1221-1244.

**Fonseca, C.R. 1994.** Herbivory and the long-lived leaves an Amazonian ant-tree. *J. Ecol.* 82: 833-842.

**Fonseca, C.R. & G. Ganade, 1996.** Asymetries, compartments and null interactions in an Amazonian ant-plnat community. *Journal of Animal Ecology*, 65:339-347.

**Fowler, H.G. 1993.** Herbivory and assemblage structure of myrmecophytous understory and their associated ants in the central Amazon. *Insectes Sociaux* 40: 137- 145.

**Fuentes P.V. 2004.** Composición y distribución espacio-temporal de escarabajos coprófagos (Coleoptera:Scarabeidae:Scarabaeinae) en el bosque municipal de Mariquita-Tolima [trabajo de grado]. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia.



**Fuentes P.V. & E. Camero-Rubio, 2006.** Estudio de la fauna de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en un Bosque Húmedo Tropical de Colombia. *Entomotropica* 21(3): 133-143. Gaston K.J. 1992. The Magnitude of Global Insect Species Richness. *Conserv Biol.* 5(3):283-296.

**Gaume, L., D. McKey & M.C. Anstett, 1997.** Benefits conferred by 'timid' ants: active anti-herbivore protection of the rainforest tree *Leonardoxa africana* by the minute ant *Petalomyrmex phylax*. *Oecologia*, 112, 209–216.

**Gentry, A. 1981.** Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75:1–34.

**Goitía, W. & K. Jaffé. 2009.** Ant-plant associations in different forests in Venezuela. *Neotropical Entomology* 38(1): 753-777.

**Guerrero, R. & C. Sarmiento, 2010.** Distribución Altitudinal de Hormigas (Hymenoptera, Formicidae) en la Vertiente Noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia). *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 26(2): 279-302.

**Grytnes, J.A. & C.M. McCain, 2007.** Elevational Trends in Biodiversity. *Encyclopedia of Biodiversity*. 2: 1-8.

**Halfter, G. 1998.** A Strategy for Measuring Landscape Biodiversity. *Biology International*. 36:3-17.

**Heil, M., B. Fiala, U. Maschwitz & K.E. Linsenmair, 2001.** On benefits of indirect defence: short- and long-term studies of antiherbivore protection via mutualistic ants. *Oecologia*, 126, 395–403.

**Heil, M. & D. Mckey, 2003.** Protective ant-plant interactions as model systems in ecological and evolutionary research. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 2003. 34:425–53.

**Hodkinson, I.D. 1992.** Global Insect Diversity Revisited. *J Trop Ecol*; 8:505-508.





**Hölldobler, B., & E. O. Wilson. 1990.** The Ants. Cambridge, MA: Harvard University Press; 732pp.

**Huxley, C.R. & D.F. Cutler, 1991.** Ant-Plant Interactions. Oxford University Press, Oxford, UK.

**Ibarra-Manriquez G., & R. Dirzo. 1990.** Plantas mimecófilas arbóreas de la estación de Biología Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical* 38: 79-82.

**Janzen, D., M. Ataroff, M. Fariñas, S. Reyes, N. Rincon, A. Soler, P. Soriano & M. Vera, 1976.** Changes in the arthropod community along an elevational transect in the Venezuelan andes. *Biotropica* 8: 193-203.

**Janzen, D. H. 1966.** Coevolution of mutualism between ants and acacias in Central America. *Evolution* 29:249-275.

\_\_\_\_\_ **1967.** Interaction of the bull's-horn acacia (*Acacia cornigera* L.) with an ant inhabitant (*Pseudomyrmex ferruginea* F. Smith) in eastern Mexico. *University of Kansas Sci. Bull.* 47: 315-558.

\_\_\_\_\_ **1969.** Allelopathy by mirmecophytes: The ant *Azteca* as an allelopathic agent of *Cecropia*. *Ecology* 50: 147-153.

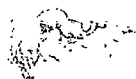
\_\_\_\_\_ **1991.** Insectos. Págs. 631-653 en: D. H. Janzen (ed.). *Historia Natural de Costa Rica*. Editorial de la Universidad de Costa Rica.

\_\_\_\_\_ **1993.** Sweep Samples of Tropical Foliage Insects: Effects of Seasons, Vegetation Types, Elevation, Time of Day and Insularity. *Ecology*; 54(3):119-130.

**Jolivet, P. 1986.** Les fourmis et les plantes, um exemple de coévolution. Boubée, Paris, 249pp.

\_\_\_\_\_ **1987.** Nouvelles observations sur les plantes a fourmis Réflexions sur la myrmécophilie. *L'Entomologiste* 43: 39-52.

\_\_\_\_\_ **1996.** Ants and Plants. An example of coevolution. (enlarged edition). Backhuys Publishers Leiden. 303pp.



\_\_\_\_\_1998. Interrelationship between insects and plants. CRC. EEUU. 309 pp.

**Josse, C., F. Cuesta, G. Navarro, V. Barrena, E. Cabrera, E. Chacon-Moreno, W. Ferreira, M. Peralvo, J. Saito, & A. Tovar, 2009.** Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. Secretaria General de la Comunidad Andina, Programa Regional ECOBONA-Intercooperation, CONDESAN- Proyecto Paramo Andino, Programa BioAndes, EcoCiencia, NatureServe, IAvH.

**Kattan, G., C. Murcia, R. Aldana & S. Usma, 2008.** Relaciones entre Hormigas y melastomatáceas en un Bosque Lluvioso del Pacífico Peruano. Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle 9(1): 1-10.

**Keeler, K. 1979.** Distribution of plants with extrafloral nectaries and ants at two elevations in Jamaica. Biotropica 11: 52-154.

**Kempf, W.W. 1958.** Estudios sobre Pseudomyrmex. III. Studia Entomológica 4: 369-408.

**Koptur S. 1992.** Extrafloral nectary-mediated interactions between insects and plants. En: E. Bernays Boca Raton (Edit). Insect-plant interactions, FL: CRC Press. Pp. 81-129.

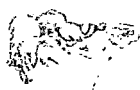
**Krebs C.J. 1985.** Ecología: estudio de la distribución y la abundancia. Segunda edición. Editorial Harla. México, 753pp.

**Kursar, T., P. Coley 1992a.** Delayed development of the photosynthetic apparatus in tropical rain forest species. Functional Ecol 6: 411-422.

**Lauer, W. (1989).** Ecoclimatological conditions of the páramo belt in the tropical high mountains. Mountain Research and Development 1: 209-221.

**Longino J. 1989.** Geographic Variation and Community Structure in an Ant-Plant Mutualism: Azteca and Cecropia in Costa Rica Biotropica, Vol. 21, No. 2 (Jun., 1989), pp. 126-132.

**Longino, J. & P. Hanson. 1995.** The ants (Formicidae), pp. 588-620 in P. Hanson y I. Gauld, eds., The Hymenoptera of Costa Rica. Oxford University Press, N.Y., EEUU, 893 pp.



**Magurran A. E. 1989.** Diversidad ecológica y su medición. Barcelona, España: Ediciones Vedral; 200 pp.

**Martín-Piera F. 1998.** Apuntes sobre la diversidad y conservación de insectos: dilemas, ficciones y ¿soluciones? Bol SEA; 20:25-55.

**Michelangeli, F.A. 2003.** Ant protection against herbivory in three species of *Tococa* (Melastomataceae) occupying different environments. Biotropica 35: 181-188.

**Moreno Brush M. 2011.** Cuantificación de metabolitos defensivos en la planta hormiguera *Tococa quadrialata* (Melastomatacea) en presencia y ausencia de sus hormigas protectoras: Tesis para optar por el Título de Licenciado en Química. Pontificia Universidad Católica del Perú.

**Muñoz, A. & A. Amarillo-Suárez, 2010.** Variación altitudinal en diversidad de Arctiidae y Saturniidae (Lepidoptera) en un bosque de niebla Colombiano. Revista Colombiana de Entomología 36 (2): 292-299.

**Murase, K., T. Itioka, M. Nomura & S. Yamane, 2003.** Intraspecific variation in the status of ant symbiosis on a myrmecophyte *Macaranga bancana*, between primary and secondary forests in Borneo. Popular. Ecol. 45: 221- 226.

**Neves F, R. Braga, M. Do Espírito, J. Delabie, W. Fernandes & A. Sanchez-Azofeifa, 2010.** Diversity of Arboreal Ants in a Brazilian Tropical Dry Forest: Effects of Seasonality and Successional Stage. Sociobiology Vol. 56, No. 1, 1-18.

**Niklas, K. J. 1997.** The evolutionary biology of plants. Chicago: University of Chicago Press: Howe HF, Westley LC (1989) *Ecological relationships of plants and animals*. Oxford University Press. RU. 273 pp.

**Oliveira, P.S. & M.R. Pie. 1998.** Interaction between ants and plants bearing extrafloral nectaries in cerrado vegetation. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil. 27: 161-176.



**Olson, D.M. 1994.** The distribution of leaf litter invertebrates along a Neotropical altitudinal gradient. *Journal of Tropical Ecology* 10, 129–50.

**Rabeling, C.; J.M., Brown. & M. Verhaagh. 2008.** Newly discovered sister lineage sheds light on early ant evolution. *Proceeding of The National Academy of Sciences of the USA*. 105(39):14913-7.

**Rahbek C. 1995.** The elevational gradient of species richness: a uniform pattern?. *Ecography*. 18 (2): 200- 205.

**Raven, P. H., R. F. Evert, & S. E. Eichhorn. 1986.** *Biology of plants*. New York: 6th ed. W.H. Freeman and Company/Worth Publishers. New York. 944 p.

**Rickson, F. R. 1971.** Glycogen plastids in Mullerian body cells of *Cecropia peltata* - a higher green plant. *Science* 173:344-347.

\_\_\_\_\_ **1980.** Developmental anatomy and ultrastructure of the ant-food bodies (Beccarian bodies) of *Macaranga triloba* and *M. hypoleuca* (Euphorbiaceae). *American Journal of Botany* 67(3):285-292.

**Rico-Gray, V., J. Garcia-Franco, M. Palacios-Rios, C. Diaz- Castelazo, V. Parra-Tabla & J. Navarro, 1998.** Geographical and Seasonal Variation in the Richness of Ant-Plant Interactions in Mexico. *Biotropica*, Vol. 30, No. 2, pp. 190-200.

**Rico-Gray, V. & P.S. Oliveira, 2007.** *The Ecology and Evolution of Ant-Plant Interactions*. Chicago Press, USA. 320 pp.

**Risch J. & F. R. Rickson. 1981.** Mutualism in which ants must be present before plants produce food bodies. *Nature* 291(5811):149-150.

**Samson, D.A., E.A. Rickart, & P.C. Gonzales, 1997.** Ant diversity and abundance along an elevational gradient in the Philippines. *Biotropica* 29, 349–63.



**Sánchez-Galván, I. R. & V. Rico-Gray, 2011.** La fuerza del amor en el Neotrópico: contraste en la eficiencia defensiva de dos especies de hormigas del género *Pseudomyrmex* sobre plantas de *Acacia cornigera*. (Parte II). Cuadernos de Biodiversidad. N. 36, ISSN 1575-5495, pp. 10-16.

**Sanders, N.J. 2002.** Elevational gradients in ant species richness: area, geometry, and Rapoport's rule. *Ecography* 25, 25–32.

**Sanders, N.J., J. Moss & D. Wagner, 2003.** Patterns of antspecies richness along elevational gradients in an arid ecosystem. *Global Ecology and Biogeography*. 12: 93-102.

**Sanders, N.J., J.P. Lessard, R.R. Dunn & M.C. Fitzpatrick, 2007.** Temperature, but not productivity or geometry, predicts elevational diversity gradients in ants across spatial grains. *Global Ecology and Biogeography*. 16(5):640-649.

**Schneider, H., E. Schuettpeiz, K. M. Pryer, R. Cranfi II, S. Magallón, & R. Lupia. 2004.** Ferns diversified in the shadow of angiosperms. *Nature* 428:553–57.

**Schoonhoven, L., J. Van Loon. & M. Dicke, 2005.** *Insect-Plant Biology*. New York: Oxford University Press. pp. 48 – 65.

**Schupp, E.W. 1986.** *Azteca* protection of *Cecropia*: ant noccupation benefits juvenile trees. *Oecologia* 70:379- 385.

**Schupp E.W. & D.H. Feener, 1990.** Phylogeny, life form and habitat dependence of ant-defended plants in a Panamian forest. En Huxley CR, Cutler DF (Eds.) *Ant-Plant interactions*. Oxford Science Publications. New York, EEUU. pp. 250-259.

**Stork N.E. 1993.** How Many Species are There? *Biodivers Conserv*; 2:215-232.

**Tepe, E.J., W.A. Kelley, G. Rodriguez-Castañeda, L.A. Dyer, 2009.** Characterizing the cauline domatia of two newly discovered Ecuadorian ant plants in *Piper*: an example of convergent evolution. 9pp. *Journal of Insect Science* 9:27, available online: [insectscience.org/9.27](http://insectscience.org/9.27)



**Terbourgh J. 1971.** Distribution on Environmental Gradients: Theory and Preliminary Interpretation of Distributional Patterns in the Avifauna of the Cordillera Vilcabamba, Perú. *Ecology*; 52(1):23-40.

**Tobón C., & P.F. Arroyave, 2007.** Inputs by fog and horizontal precipitation to the páramo ecosystems and their contribution to the water balance. Proceedings of the fourth international conference of fog, fog collection and dew; La Serena, Chile, pp. 233-236.

**Treseder, K.K., D.W. Davidson & J.R. Ehleringer, 1995.** Absorption of ant-provided carbon dioxide and nitrogen by a tropical epiphyte. *Nature*, 375, 137–139.

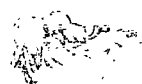
**Vasconcelos, H. 1991.** Mutualism between *Maieta guianensis* Aubl., a myrmecophytic melastome, and one of its ant inhabitants: ant protection against insect herbivores. *Oecologia* 87(2): 295-298.

**Verhaagh, M. 1990.** The Formicidae of the rain forest in Panguana, Peru: the most diverse local ant fauna ever recorded. Págs 217-218. *En*: G.K. Veeresh, B. Mallick & C.A. Viraktamath, (Eds). *Social insects and the environment*. Oxford and IBH Publishing, New Delhi.

\_\_\_\_\_ **1991.** Clearing a tropical rain forest effects on the ant fauna. Págs 59- 68. *In*: W. Erdelen, N. Ishwaran & P. Miiller (Eds). *Proceedings of the International and Interdisciplinary Symposium on Tropical Ecosystems*. Margraf Scientific, Weikersheim, Germany.

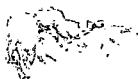
**Villarreal H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A.M. Umaña, 2006.** Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Segunda edición. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.

**Weber, N.A. 1943.** The ants of the Imatong Mountains, Anglo-Egyptian Sudan. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 93, 263–389.



**Webster, G. L. (1995).** The panorama of Neotropical cloud forests. En: Churchill, S.P., Balslev, H., Forero, E. and Luteyn, J. (eds.). Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests. Proceedings of the Neotropical Montane Forest Biodiversity and Conservation Symposium, The New York Botanical Garden, 21-26 June 1993. The New York Botanical Garden, pp 53-77.

**Wheeler , W.M. 1965.** Ants, Their Structure, Development and Behavior. Columbia University Press New York and London. 663pp.



## **ANEXOS.**



## **Anexo 1: Abstract.**

Ants (Hymenoptera, Formicidae) are one of the most diverse families with complex intra-and inter-specific relationships with other organisms, mainly plants, forming a system test to reveal the complexity of the evolutionary process in nature. The aim of this study was to determine the composition and diversity of ants associated with myrmecophiles trees in an altitudinal gradient of the Manu National Park, as well as their distribution and their association with different species of trees. We evaluated three sampling areas: The Manu Learning Centre (MLC), San Pedro and Wayqecha Research Center (CIW), between 465 and 3000m. altitude in 3 of 1000 x 10m transects in two seasonal periods of the year (dry and wet season) recorded 35 species of plants associated with 22 species of ants in MLC, 15 species of plants, 14 species of ants in San Pedro and 01 species plant with two species of ants for the CI. Wayqecha. These ant species were distributed in 10 genera and 4 subfamilies, showing that the composition of ants has a replacement according to the variation in altitudinal gradient where the greatest diversity is seen in the biotope of MLC, followed for San Pedro and finally CI Wayqecha, but this is not affected by the seasonal period of evaluation. While there is a complex of ant-plant associations where individuals of plants not occupied by ants or some species of ants are associated with different tree species or even different plant species associated with a particular species of ant. The latter two situations could be an indicator of the level of development achieved by the myrmecophytic interaction. This interaction between ants and plants is a major phenomenon in our tropical forests.

**Key words:** Association, myrmecophilous plants, ants, gradient.

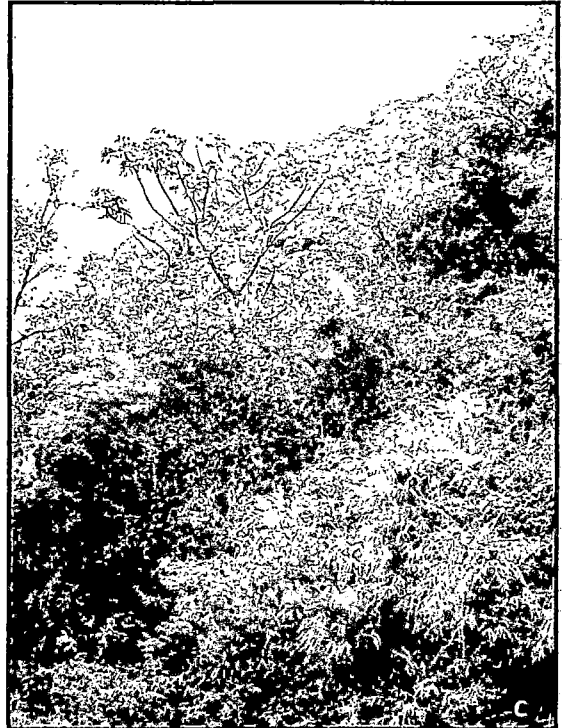
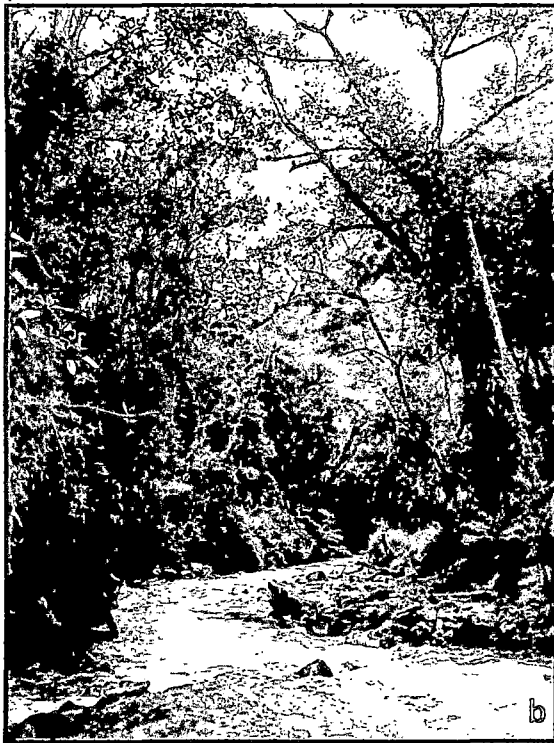
**Anexo 2: Primera Zona de Estudio: Manu Learning Centre (MLC), donde se observan las trochas donde fueron colectadas las muestras tanto de plantas como de sus hormigas asociadas (a,b y c).**



**Anexo 3: Segunda Zona de Estudio: San Pedro (SP), se observan las trochas y carretera donde se realizó la colecta de muestras (a, b y c).**



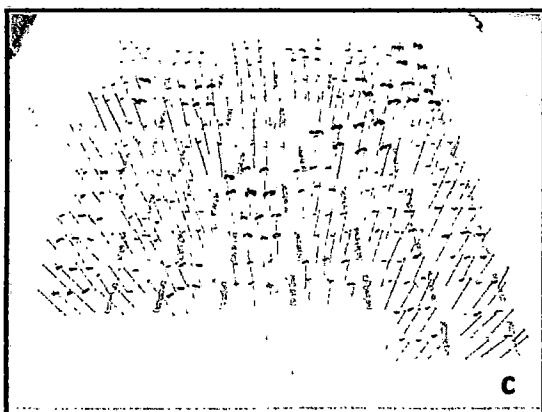
**Anexo 4: Tercera Zona de Estudio: Centro de Investigación Wayqecha (CIW), se observan zonas donde se tomaron las muestras (a, b y c).**



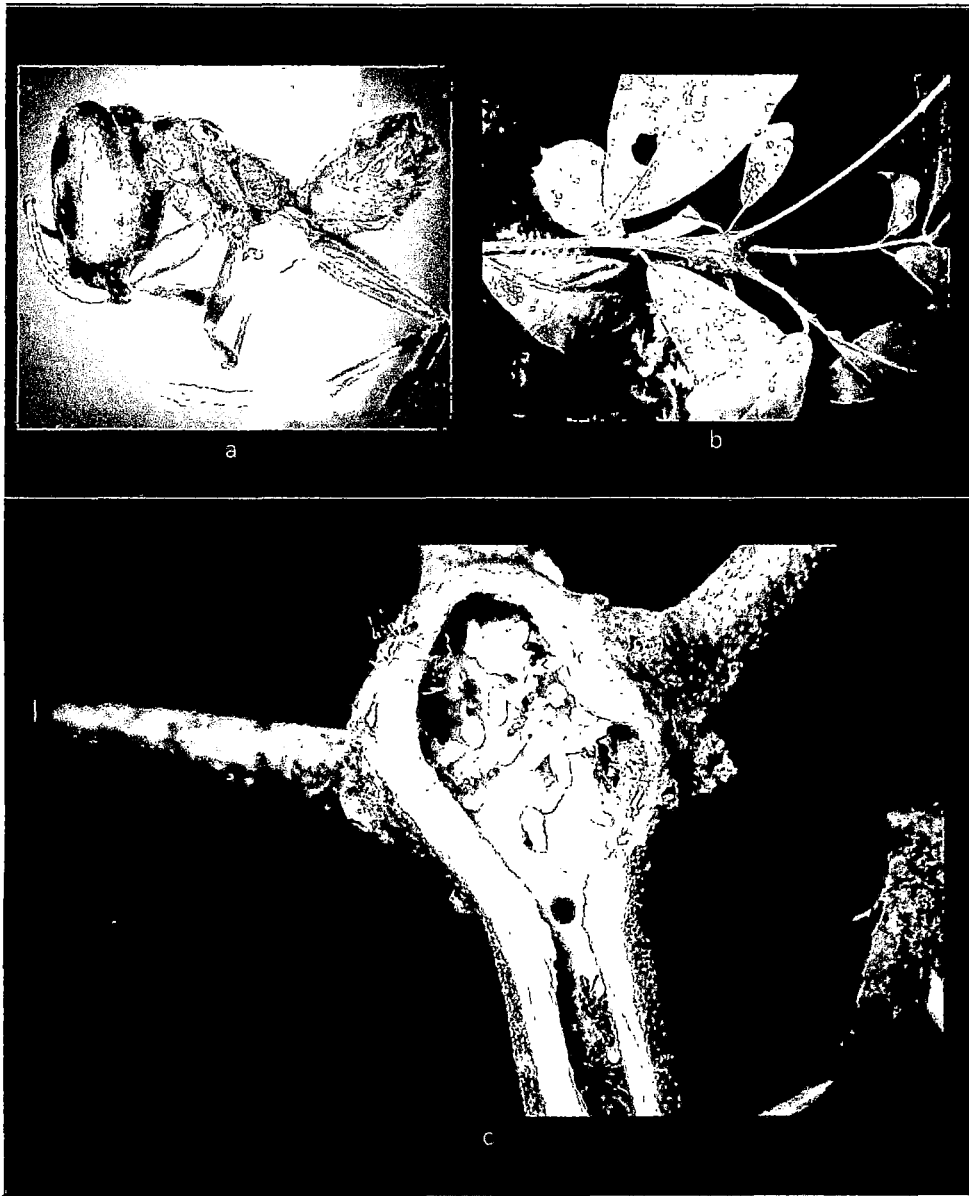
Anexo 5: Toma de muestras: a) Colecta de plantas; b y c) Colecta de hormigas dentro de las plantas.



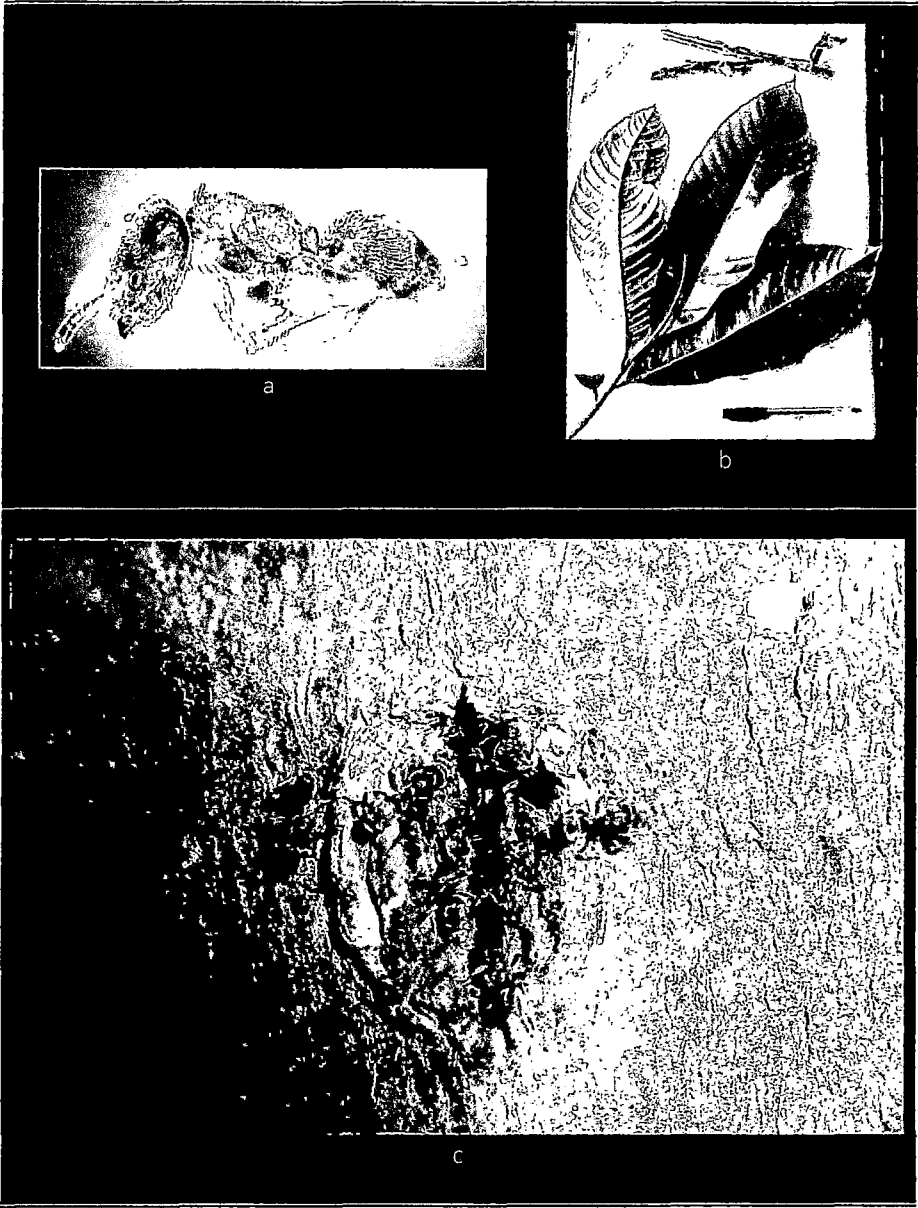
**Anexo 6: a) Determinación; b) y c) montaje y etiquetado de muestras de hormigas en Laboratorio.**



**Anexo 7: *Azteca alfari* en *Cordia alliodora* a) Obrera de *A. alfari* ; b) Espécimen de *C. alliodora* ; c) Corte transversal de domacio de *C. alliodora* mostrando el nido de hormigas *A. alfari* con sus huevos y pupas.**



**Anexo 8: *Azteca brevis* en *Triplaris poeppigiana* a) Obrera de *A. brevis*; b) Espécimen de *T. poeppigiana*; c) Tronco de *T. poeppigiana* mostrando obreras de *A. brevis* saliendo de la apertura del domacio.**





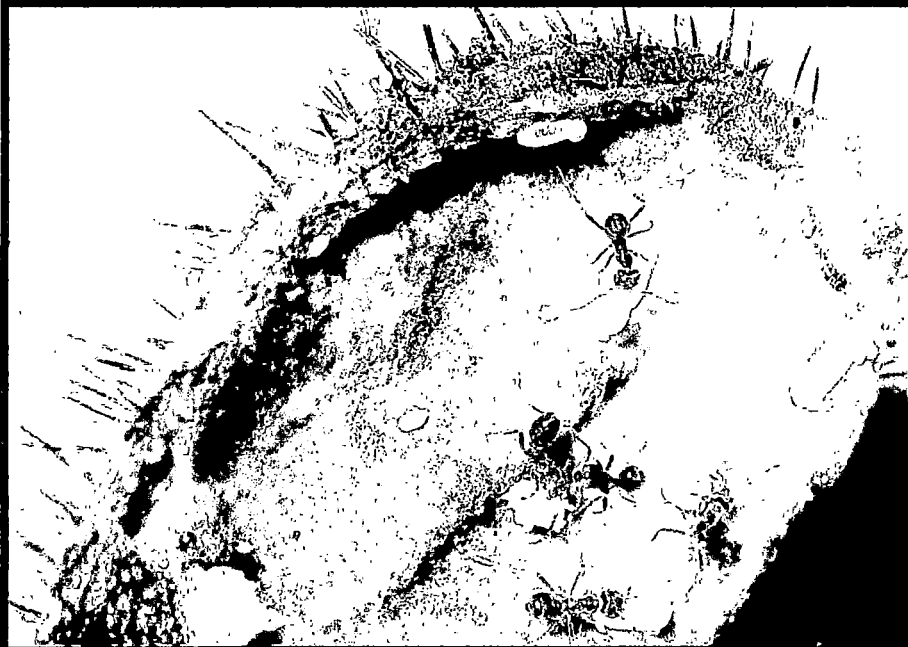
Anexo 9: *Azteca flavigaster* cf en *Cordia nodosa* a) Obrera de *A. flavigaster*; b) Ejemplar de *C. nodosa*; c) Corte transversal del domacio de *C. nodosa* donde se muestran obreras de *A. flavigaster* cargando a sus pupas.



a

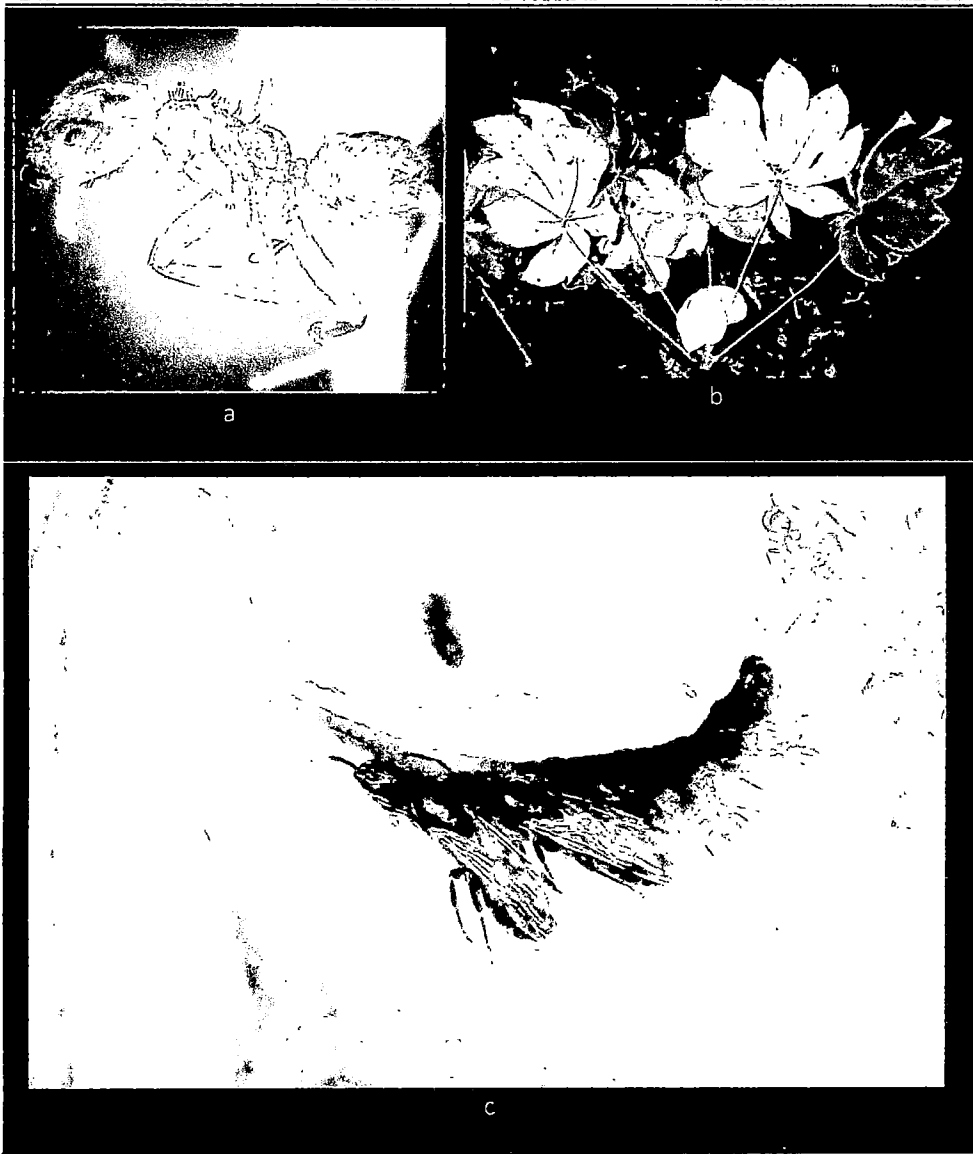


b

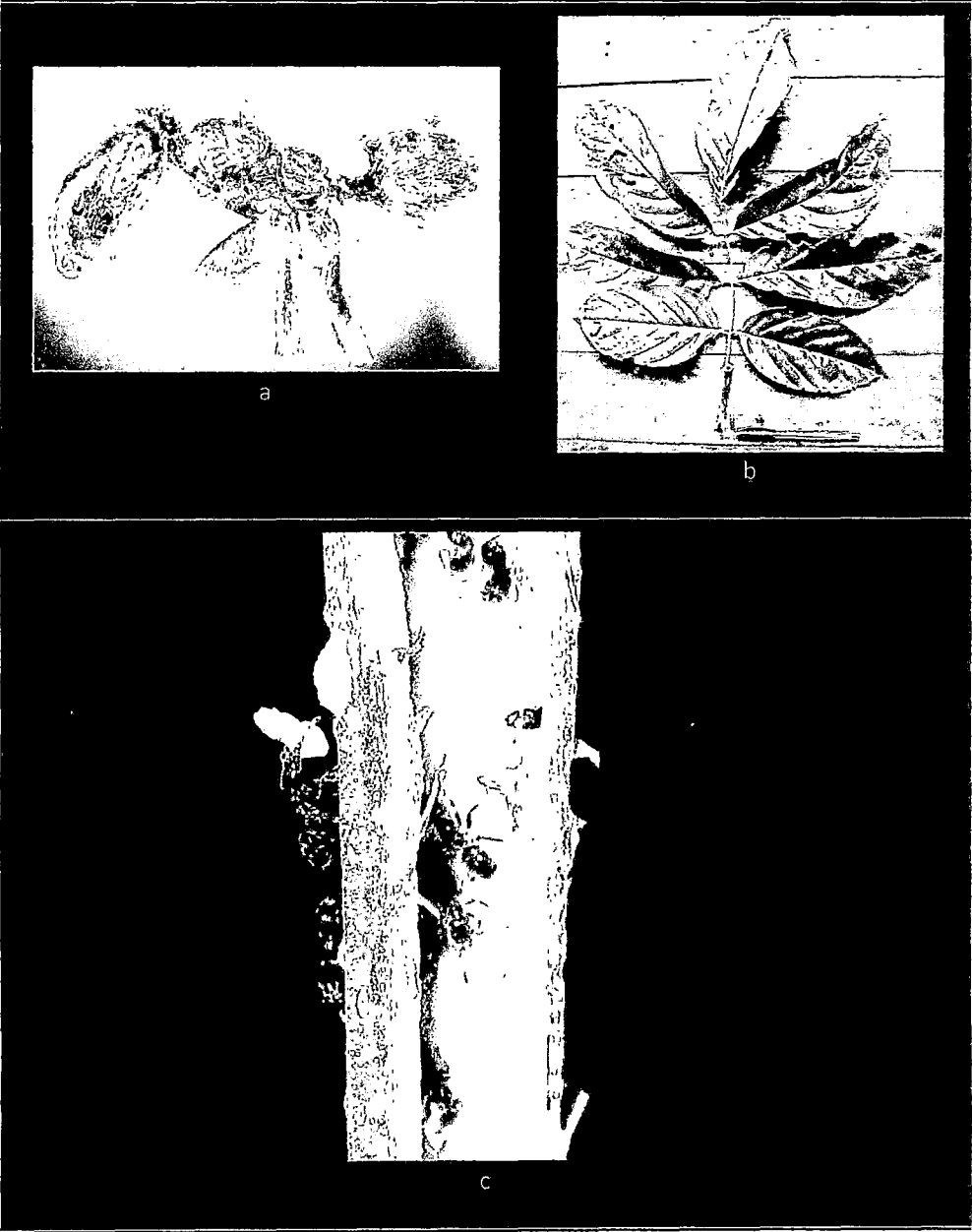


c

**Anexo 10: *Azteca ovaticeps* en *Cecropia aff engleriana* a) Obrera de *A. ovaticeps*; b) Ejemplar de *Cecropia aff engleriana*; c) Corte transversal de la rama de *C. aff engleriana* mostrando reinas de *A. ovaticeps* siendo protegidas por sus obreras.**



**Anexo 11: *Azteca pittieri* en *Fabacea sp.1* a) Obrera de *A. pittieri* b) Ejemplar de *Fabaceae sp.1*; c) Corte transversal de la rama de *Fabaceae sp.1* mostrando obreras de *A. pittieri* trasladando sus pupas.**



**Anexo 12: *Azteca pittieri* en *Pleurothyrium poeppigii*. a) Obrera de *A. pittieri* b) Ejemplar de *Pleurothyrium poeppigii* con frutos; c) Corte transversal de la rama de *Pleurothyrium poeppigii* mostrando obreras de *A. pittieri* trasladando sus pupas.**



a



b

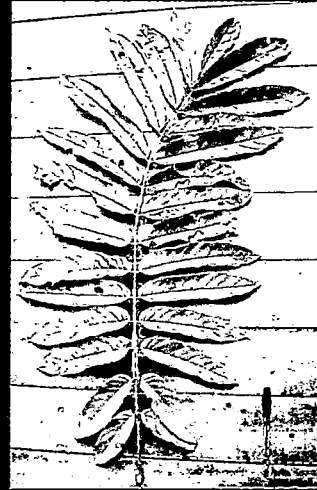


c

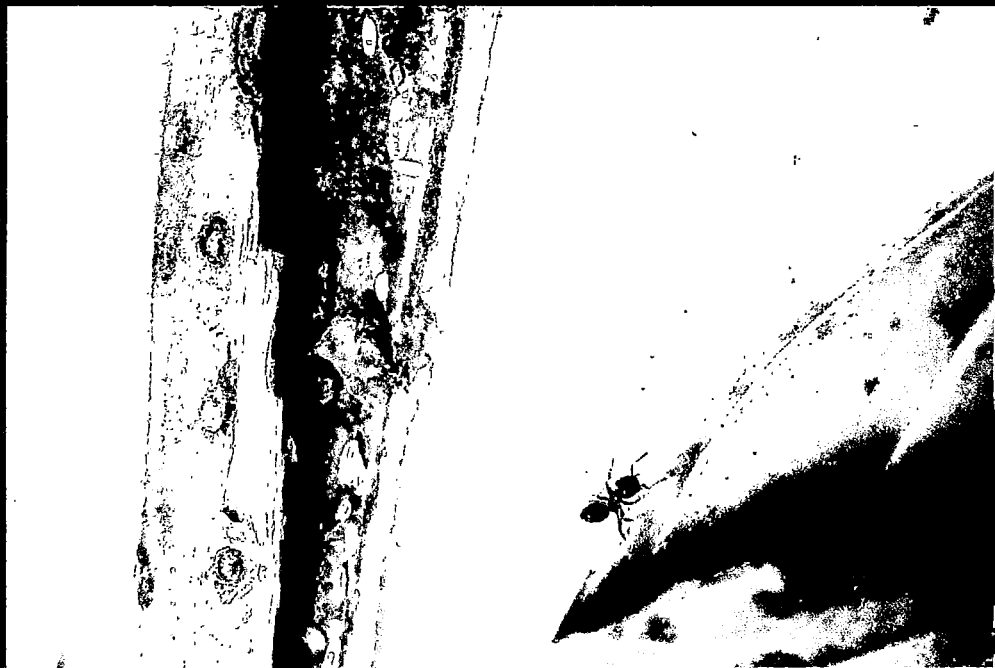
**Anexo 13: *Azteca pittieri* en *Tachigali macbribei* a) Obrera de *A. pittieri* b) Ejemplar de *Tachigali macbribei*; c) Corte transversal del peciolo de la hoja de *Tachigali macbribei* mostrando obreras de *A. pittieri* trasladando sus pupas.**



a



b

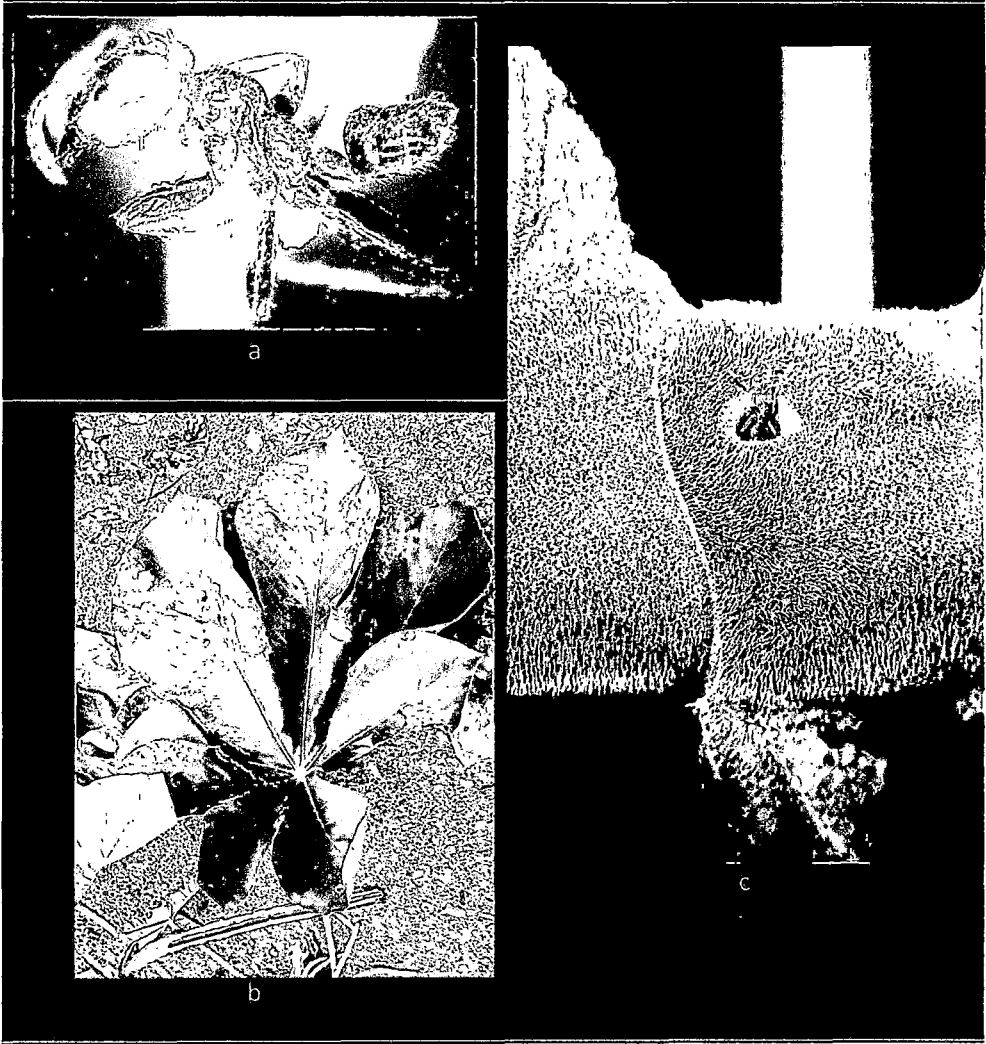


c

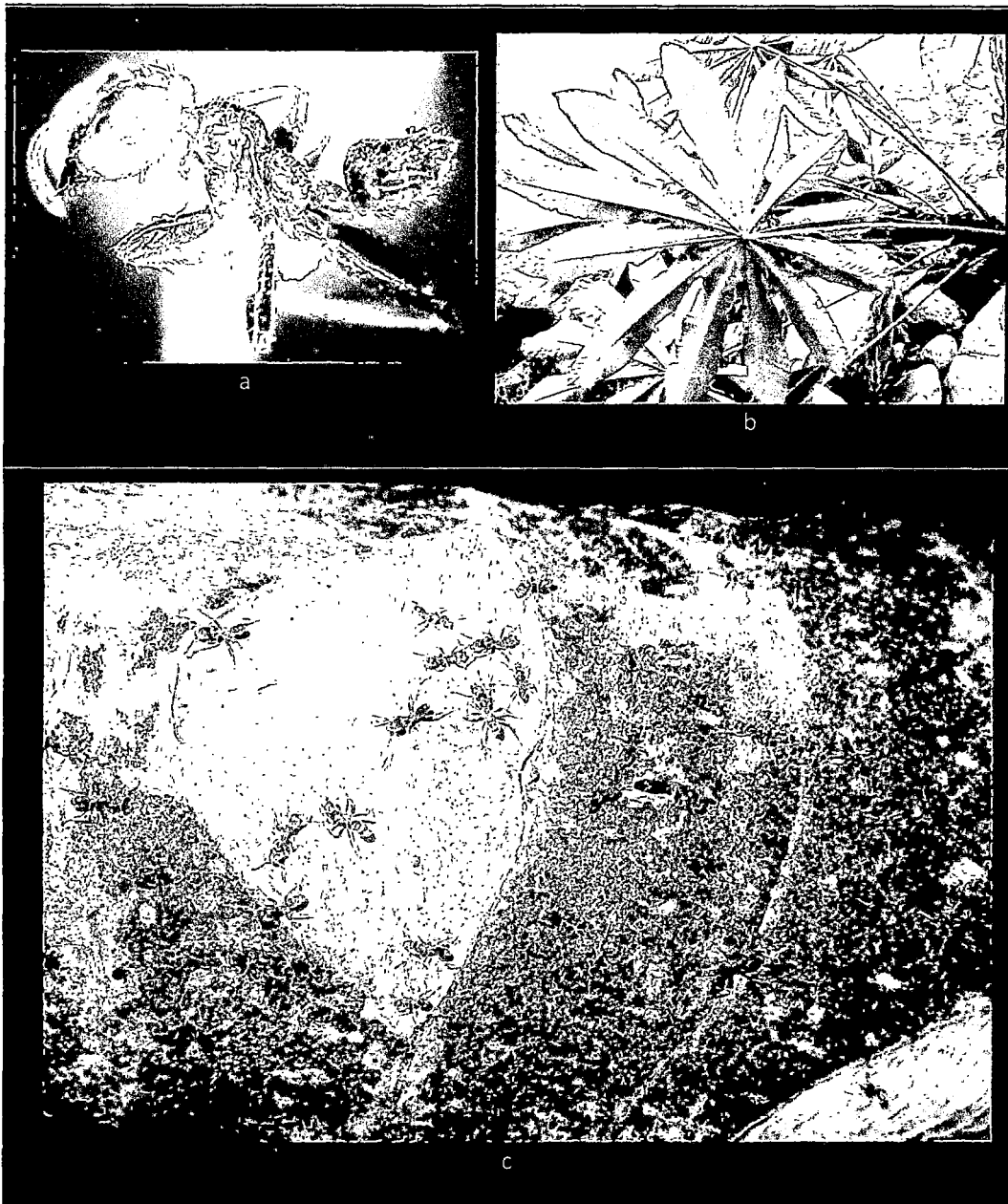
**Anexo 14: *Azteca xanthochroa* en *Cecropia aff. engleriana* a) Obrera de *A. xanthochroa* b) Ejemplar joven de *Cecropia aff. engleriana*.; c) Tallo joven de *Cecropia aff. engleriana* mostrando obreras de *A. xanthochroa* patrullando a lo largo del tallo.**



**Anexo 15: *Azteca xanthochroa* en *Cecropia angustifolia* a) Obrera de *A. xanthochroa* b) Ejemplar de *C. angustifolia*.; c) Tallo de *C. angustifolia* mostrando una obrera de *A. xanthochroa* saliendo por el agujero de entrada del nido.**



Anexo 16: *Azteca xanthochroa* en *Cecropia membranacea* a) Obrera de *A. xanthochroa*; b) Ejemplar de *C. membranacea*; c) Tronco de *C. membranacea* mostrando muchas obreras de *A. xanthochroa* circulando sobre este.

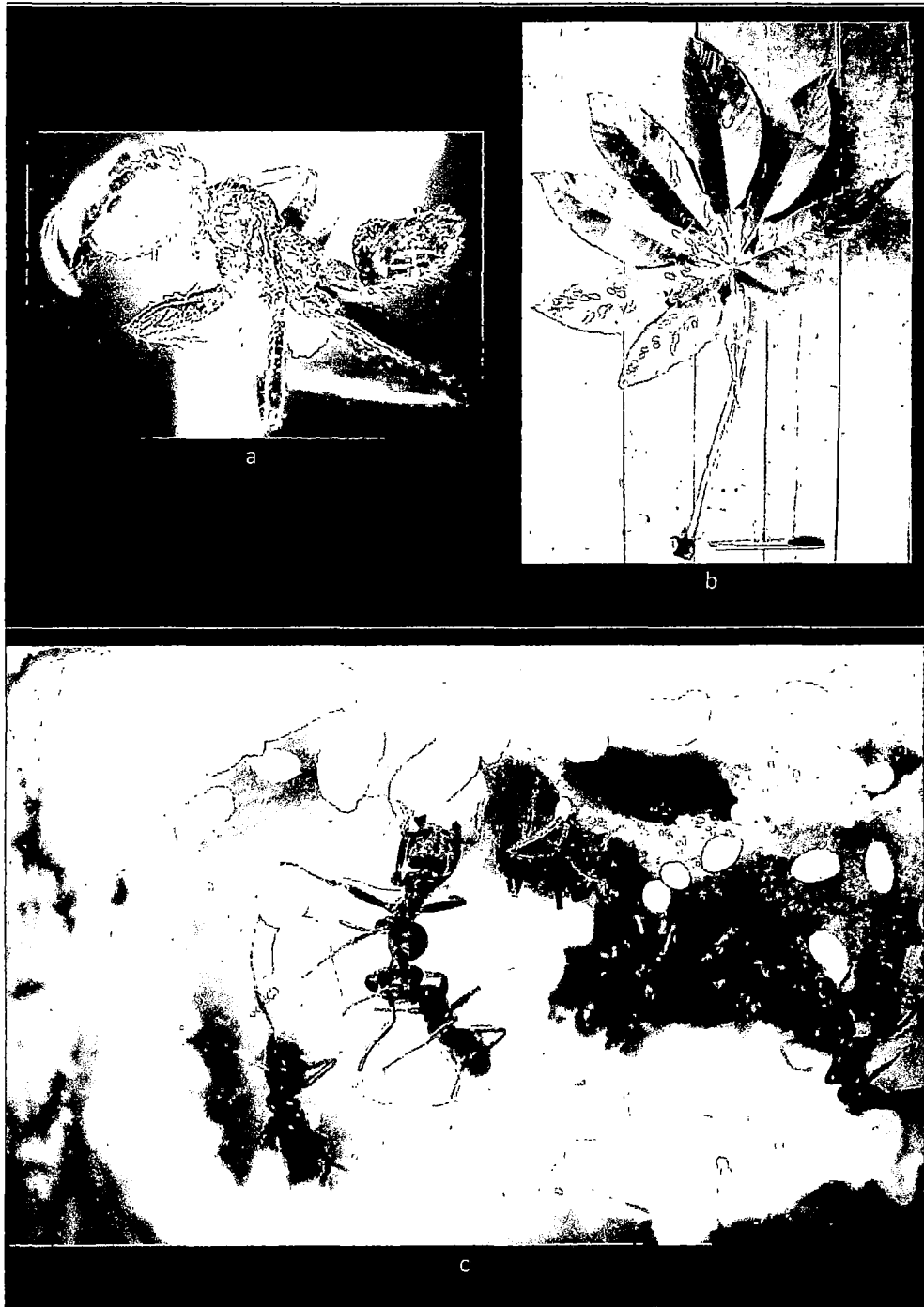




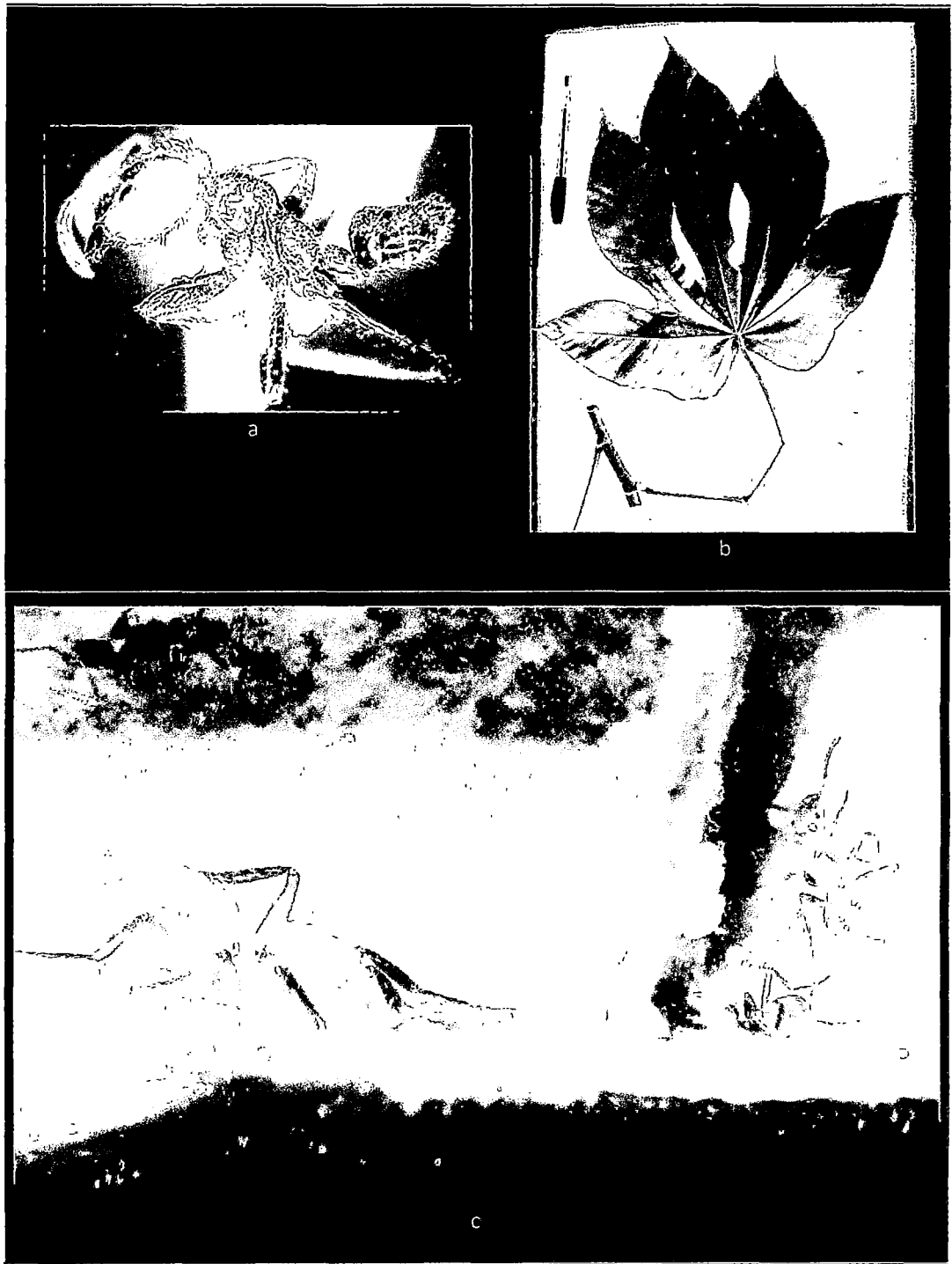
**Anexo 17: *Azteca xanthochroa* en *Cecropia multiflora*** a) Obrera de *A. xanthochroa*; b) Ejemplar de *C. multiflora* con flor y fruto; c) Corte transversal de una rama de *C. multiflora* mostrando: Una reina de *A. xanthochroa* ; obreras adultas protegiendo a sus juveniles y obreras saliendo del agujero de apertura del nido.



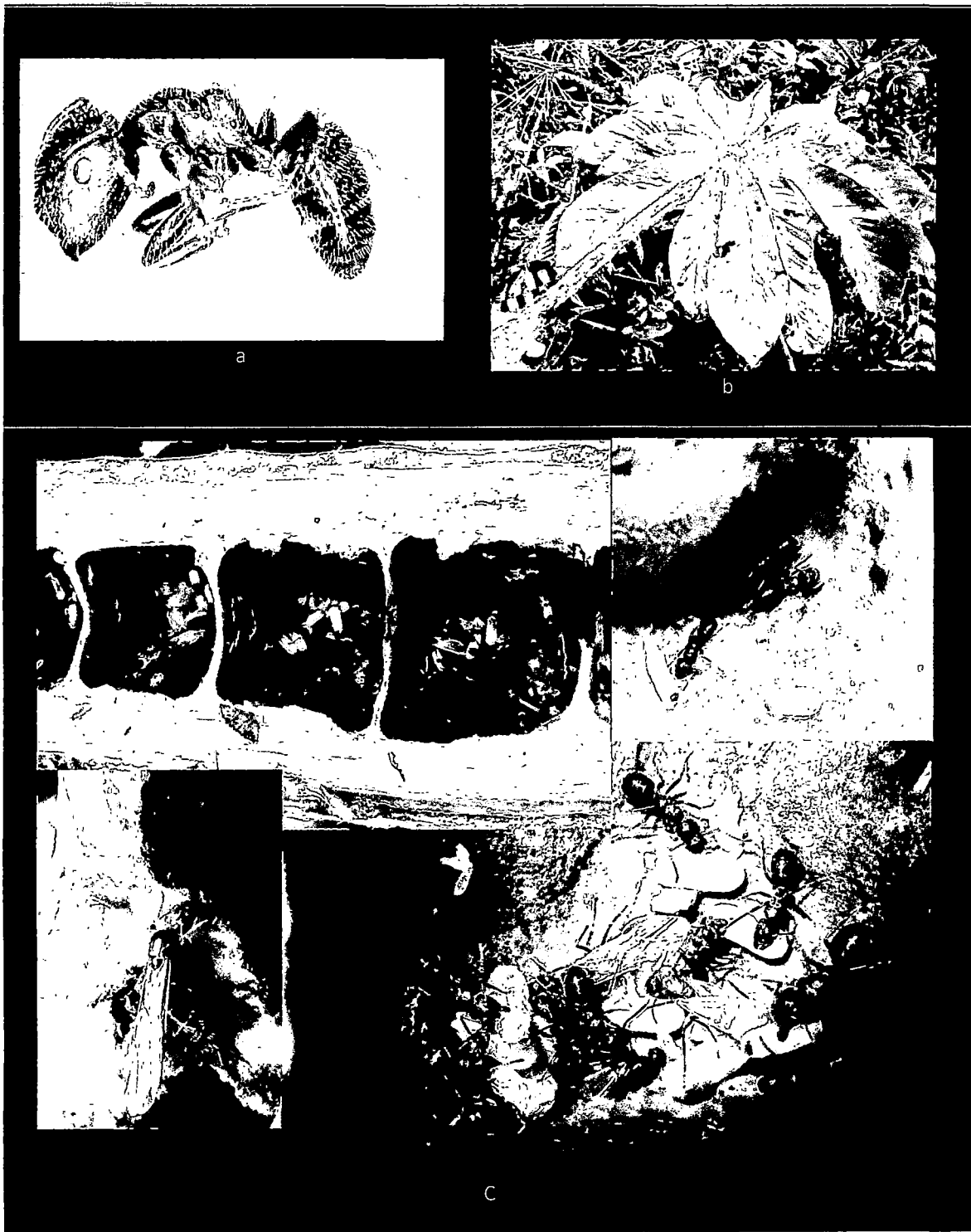
Anexo 18: *Azteca xanthochroa* en *Cecropia sp.1* a) Obrera de *A. xanthochroa*; b) Ejemplar de *C. multiflora*; c) Corte transversal de una rama de *C. sp.1* mostrando una celda en la que se observan obreras de *A. xanthochroa* protegiendo y tratando de llevarse sus pupas y huevos.



Anexo 19: *Azteca xanthochroa* en *Cecropia sp.2* a) Obrera de *A. xanthochroa*; b) Ejemplar de *C. sp.2*; c) Corte transversal de una rama de *C. sp.2* mostrando una reina de *A. xanthochroa* escondiéndose y obreras llevándose sus pupas y huevos.



**Anexo 20: *Camponotus abscisus cf.* en *Cecropia tacuna* a) Obrera de *Camponotus abscisus cf.*; b) Ejemplar de *C. tacuna*; c) Corte transversal de una rama de *C. tacuna* mostrando obreras de *Camponotus abscisus cf.* dentro de galerías protegiendo a las reinas, sus pupas y huevos.**



Anexo 21: *Camponotus balzani* en *Cecropia tacuna* a) Obrera de *Camponotus balzani*; b) Árbol de *C. tacuna*; c) Corte transversal de una rama de *C. tacuna* mostrando obreras de *Camponotus balzani* saliendo de las rama a explorar.



**Anexo 22: *Camponotus balzani* en *Cecropia multiflora* a) Obrera de *Camponotus balzani*; b) Ejemplar de *Cecropia multiflora*; c) Corte transversal de una rama de *C. tacuna* mostrando obreras de *Camponotus balzani* saliendo de la rama.**



a



b

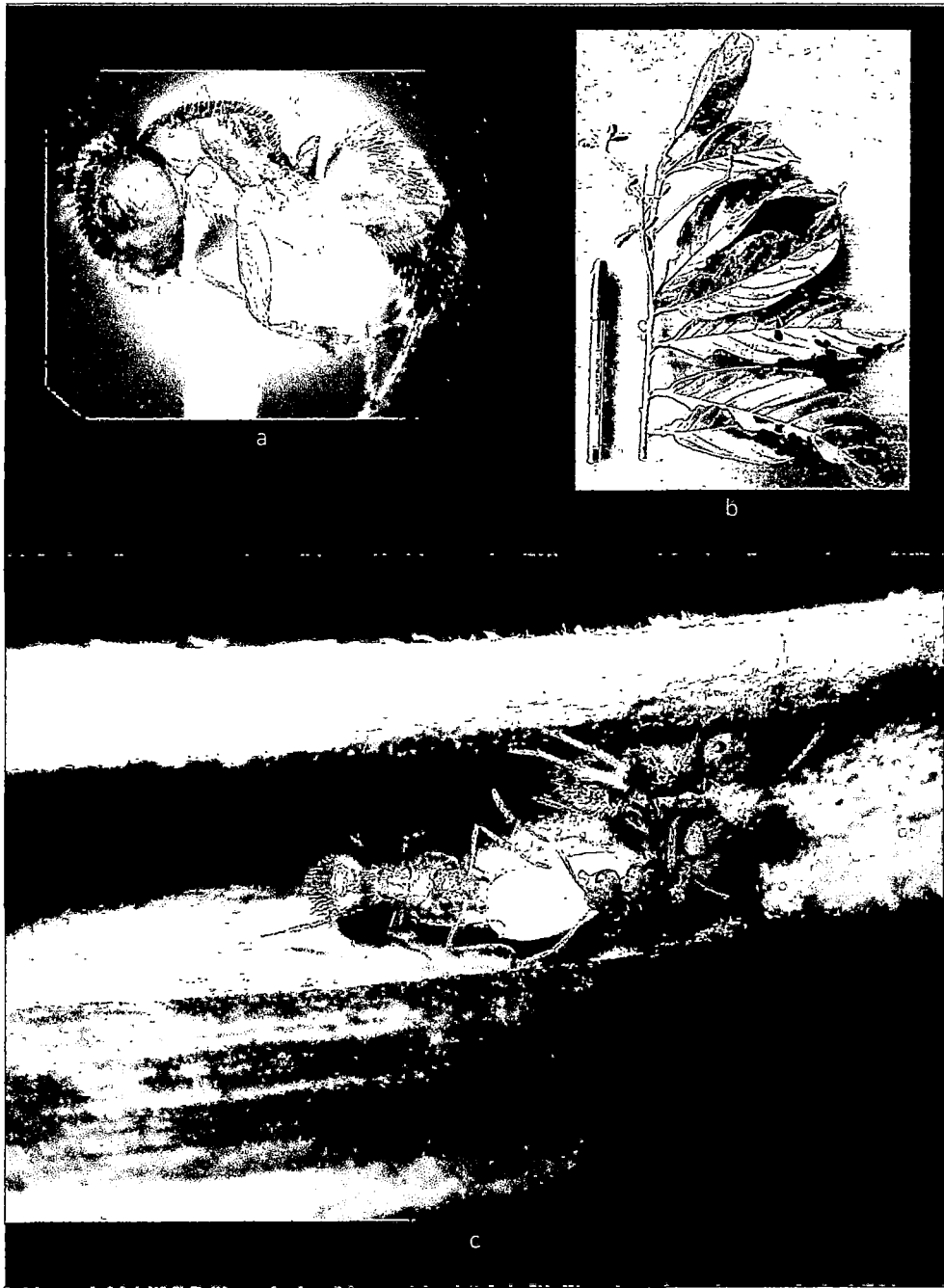


c

Anexo 23: *Camponotus balzani* en *Cecropia polystachya* a) Obrera de *Camponotus balzani*; b) Ejemplar de *Cecropia polystachya*; c) Corte transversal de una rama de *Cecropia polystachya* mostrando obreras de *Camponotus balzani* saliendo de la rama.

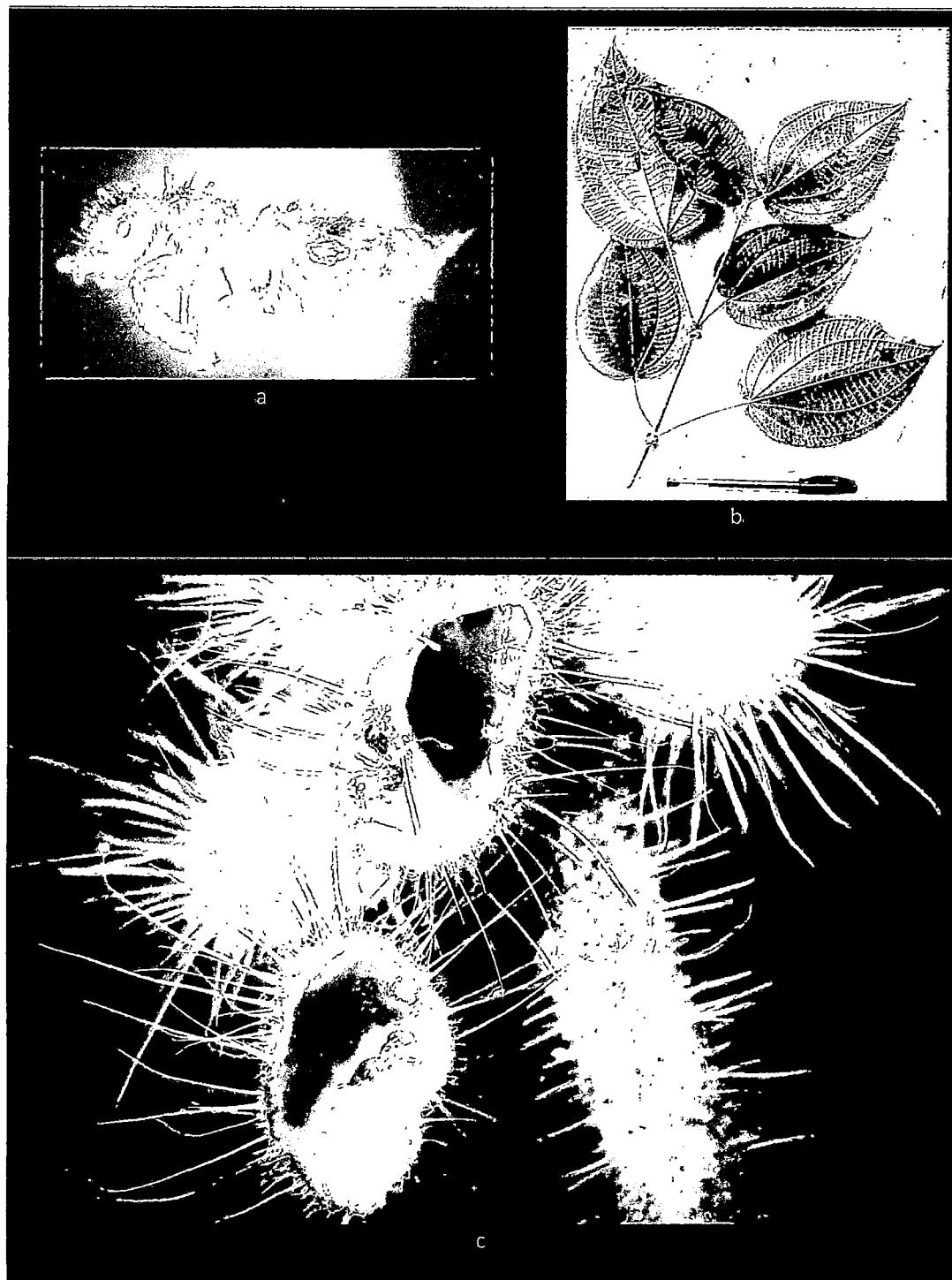


Anexo 24: *Camponotus sp.1* en *Nectandra sp.1* a) Obrera de *Camponotus sp.1*; b) Ejemplar de *Nectandra sp.1* con frutos; c) Corte transversal de una rama de *Nectandra sp.1* mostrando tres obreras de *Camponotus sp.1* protegiendo y tratando de llevarse una pupa.





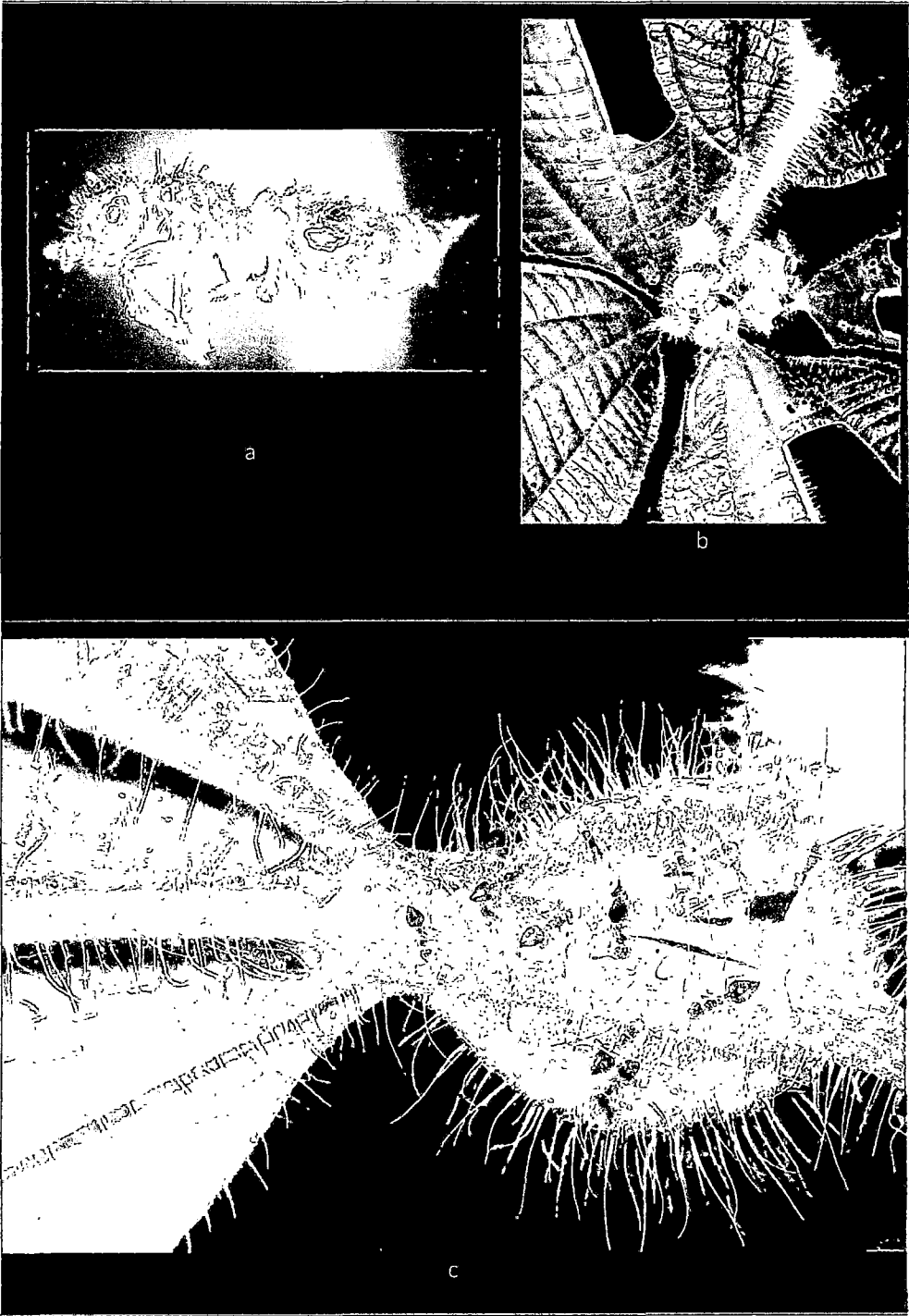
Anexo 25: *Crematogaster sp.1* en *Clidemia allardii* a) Obrera de *Crematogaster sp.1*; b) Ejemplar de *Clidemia allardii* ; c) Corté transversal de los domacios en la base del peciolo de las hojas y que muestra a obreras de *Crematogaster sp.1* patrullando y recuperando los huevos.



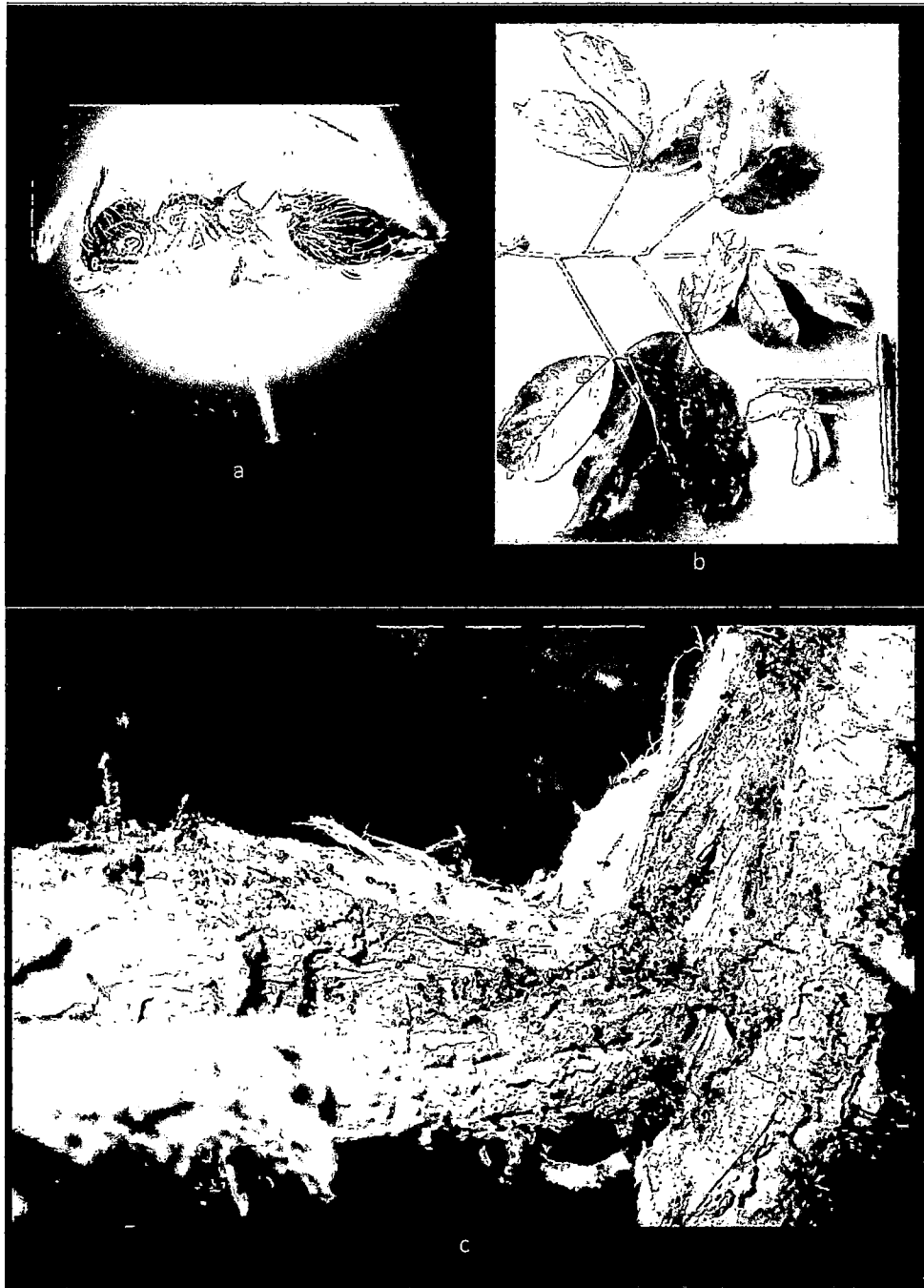
**Anexo 26: *Crematogaster sp1* en *Tachigali macbridei*. a) Obrera de *Crematogaster sp.1*; b) Ejemplar de *Tachigali macbridei*; c) Momento en que se realiza un corte transversal del raquis de la hoja de *Tachigali macbridei* y se muestra el interior del domacio con algunas obreras de *Crematogaster sp.1* escondiéndose en los agujeros.**



**Anexo 27: *Crematogaster sp.1* en *Tococa caquetana* a) Obrera de *Crematogaster sp.1*; b) Ejemplar de *Tococa caquetana*; c) Domacio en la base del peciolo de la hoja de *Tococa caquetana* donde se observan obreras de *Crematogaster sp.1* explorando el área.**



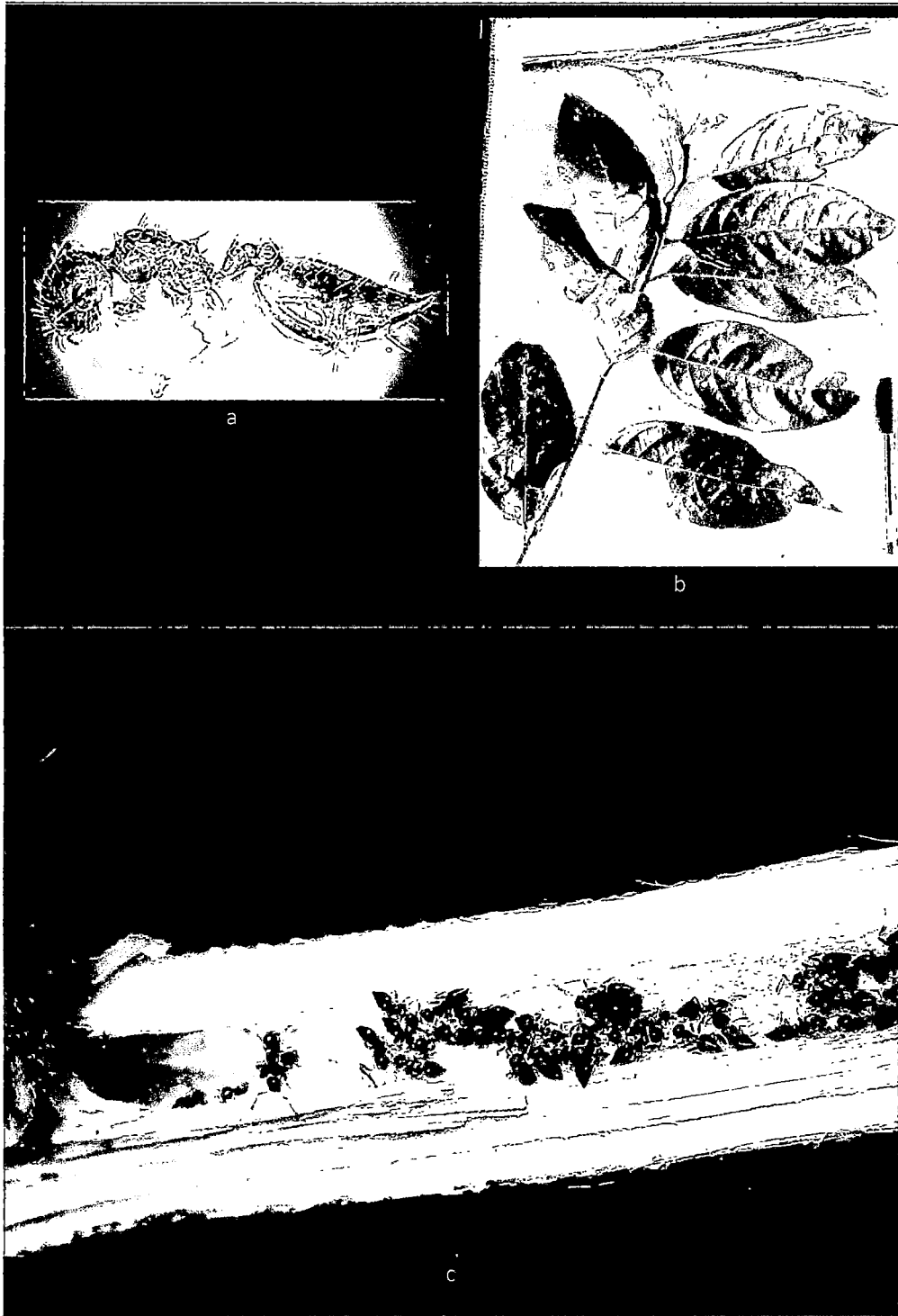
**Anexo 28: *Crematogaster sp.2* en *Fabacea sp.2* a) Obrera de *Crematogaster sp.2*; b) Ejemplar de *Fabacea sp.2* con flór; c) Rama de *Fabacea sp.2* abierta mostrando obreras de *Crematogaster sp.2* llevándose sus huevos y pupas para protegerlos.**



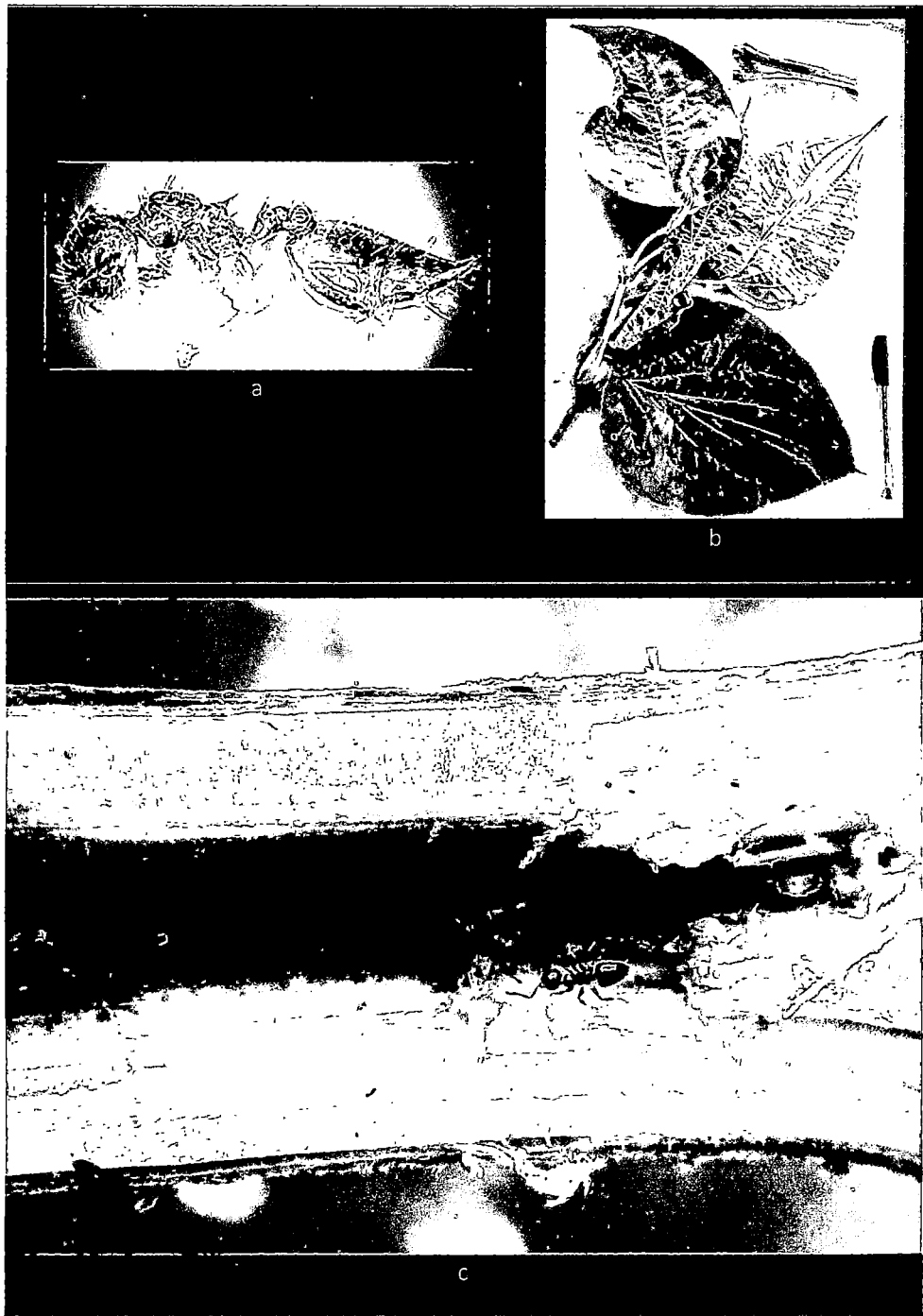
**Anexo 29: *Crematogaster victima* cf en *Cecropia multiflora* a) Obrera de *Crematogaster victima* cf; b) Ejemplar de *Cecropia multiflora*; c) Corte transversal de la rama de *Cecropia multiflora* donde se observan obreras de *Crematogaster victima* cf protegiendo a sus pupas, y hembras aladas tratando de esconderse.**



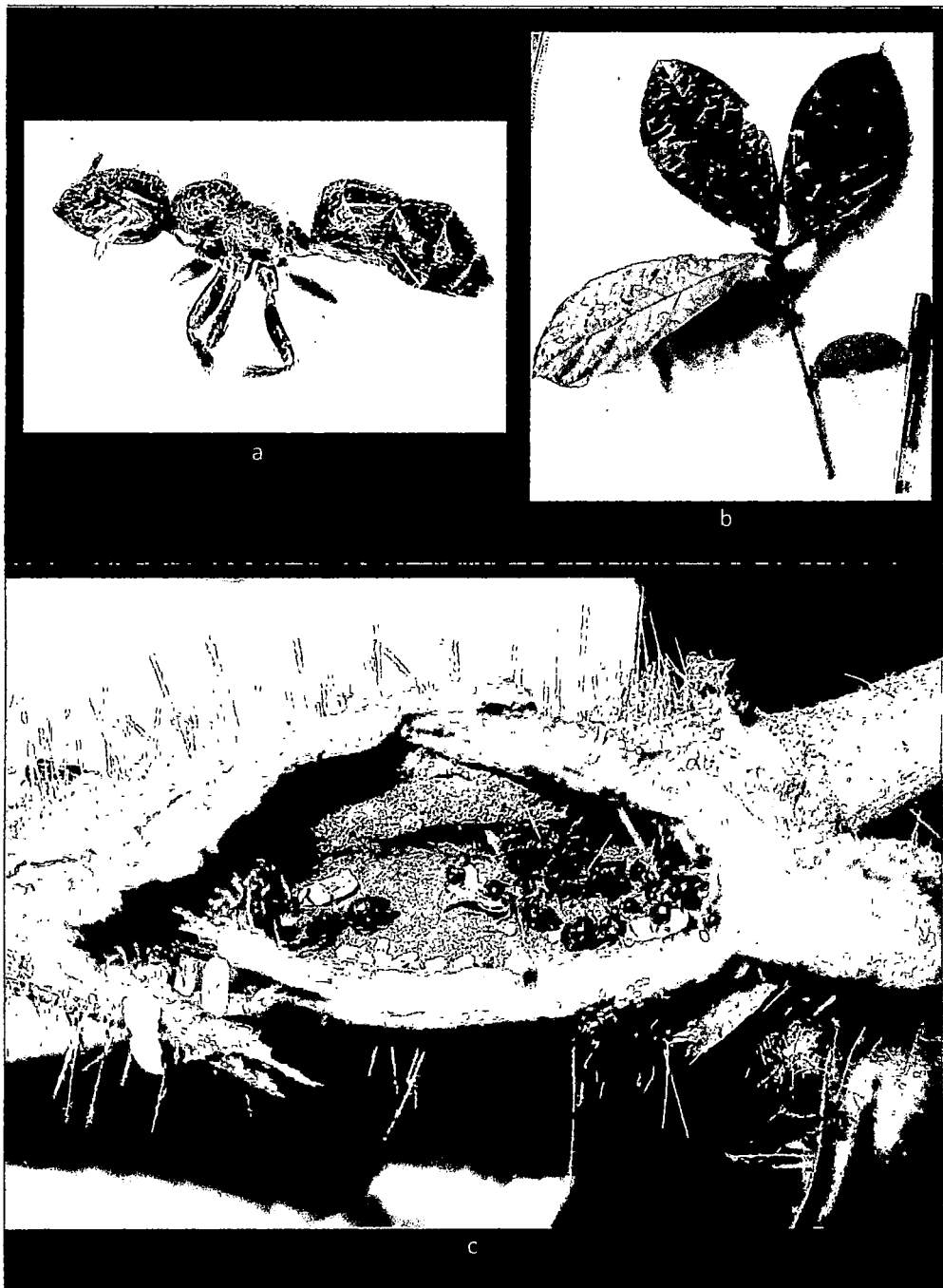
Anexo 30: *Crematogaster victima* cf en *No determinada* a) Obrera de *Crematogaster victima* cf; b) Ejemplar de *No determinada*; c) Corte transversal de la rama de *No determinada* donde se observan obreras de *Crematogaster victima* cf cuidando y protegiendo a sus pupas.



Anexo 31: *Crematogaster victima* cf en *Piper crassinervium* a) Obrera de *Crematogaster victima* cf, b) Ejemplar de *Piper crassinervium*; c) Corte transversal de la rama de *Piper crassinervium* donde se observan obreras de *Crematogaster victima* cf terminando de trasladar sus pupas.

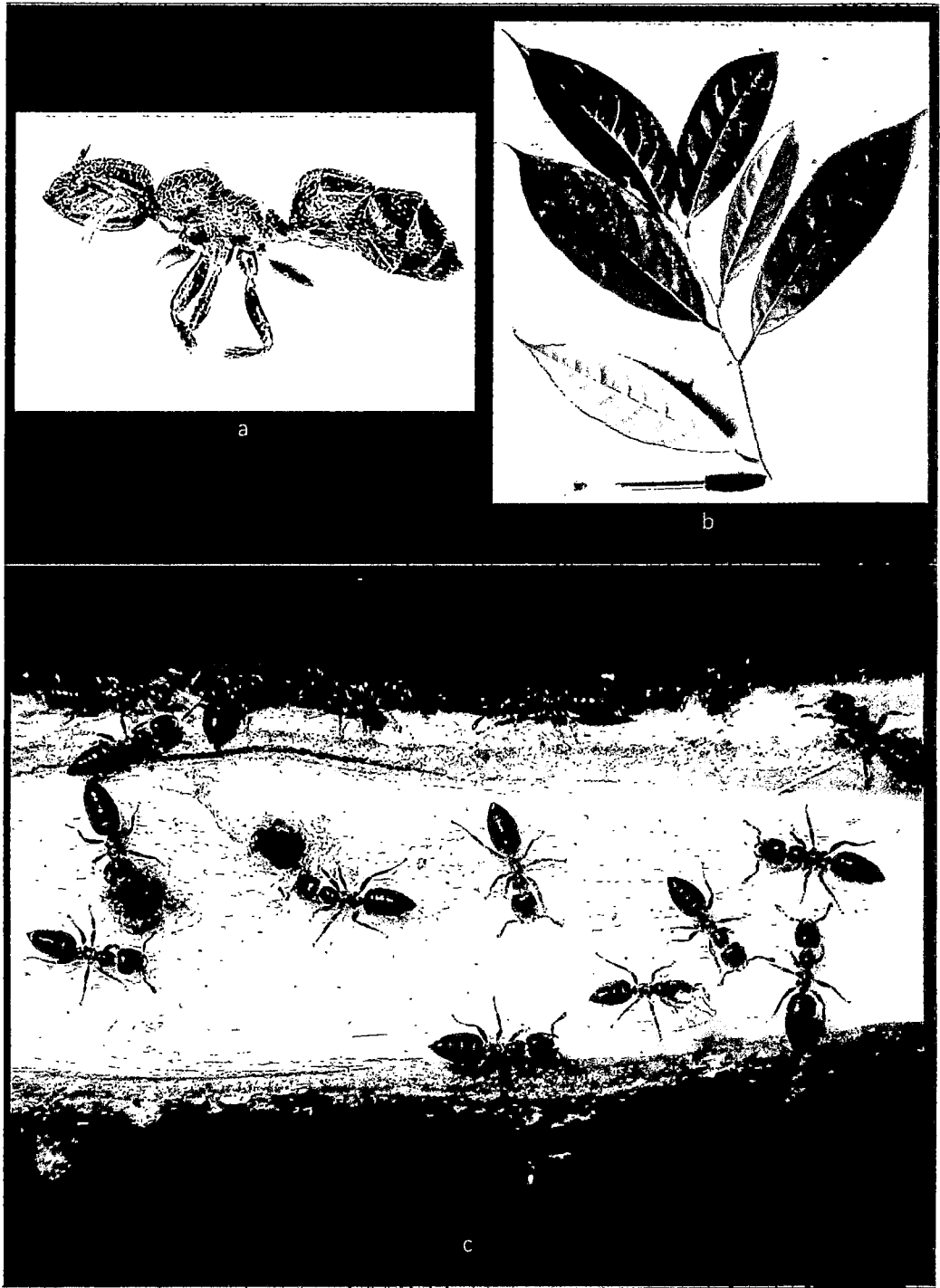


Anexo 32: *Myrmelachista sp.1* en *Cordia nodosa* a) Obrera de *Myrmelachista sp.1*; b) Ejemplar de *Cordia nodosa*; c) Corte transversal del domacio de *Cordia nodosa* en la base de las hojas, donde se observan obreras de *Myrmelachista sp.1* protegiendo y atendiendo a sus pupas.

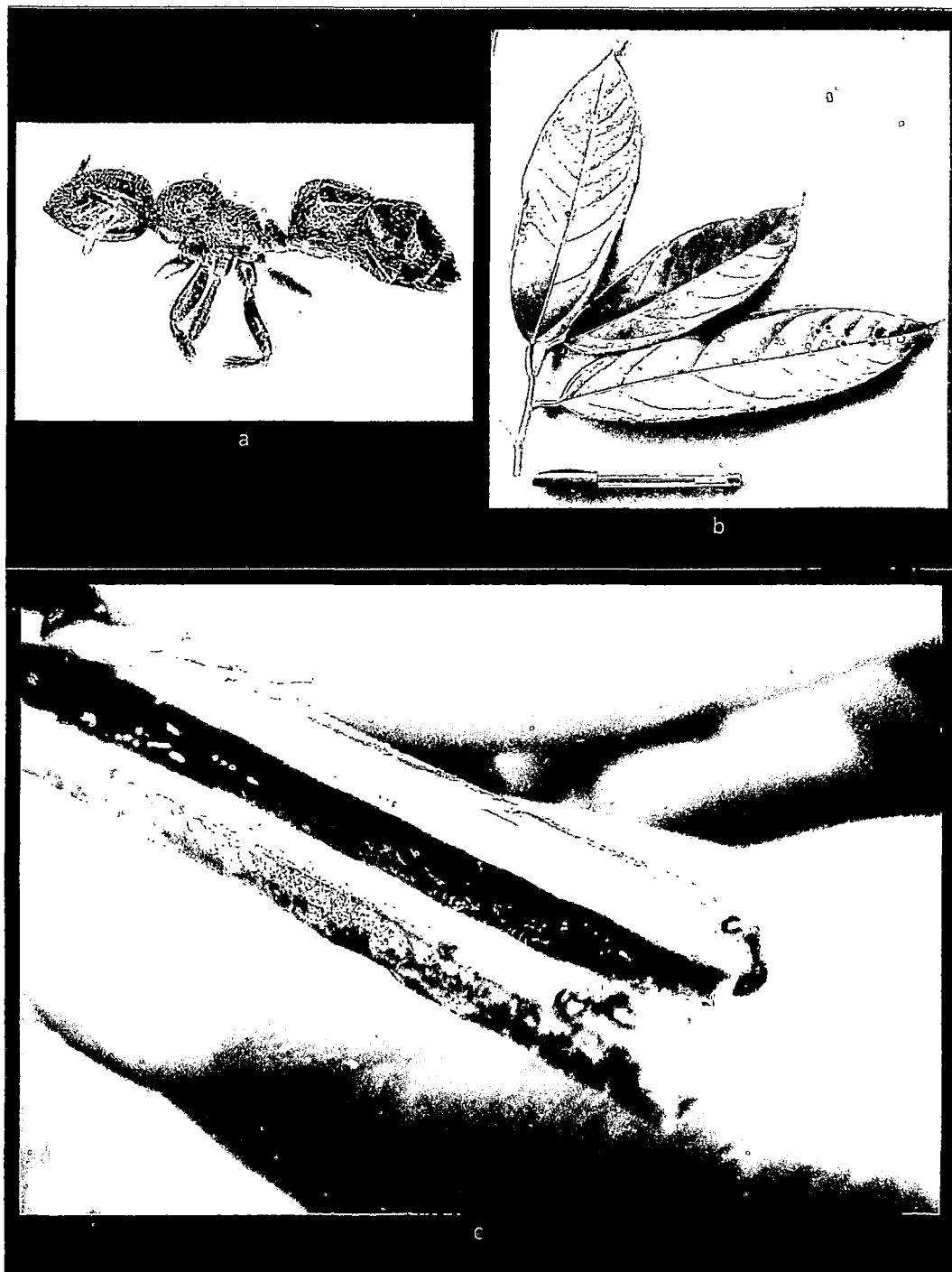




Anexo 33: *Myrmelachista sp.1* en *Lauracea sp.1* a) Obrera de *Myrmelachista sp.1*; b) Ejemplar de *Lauracea sp.1*; c) Corte superficial de la rama de *Lauracea sp.1* mostrando los agujeros de entrada al interior del nido, así como *Myrmelachista sp.1* realizando búsqueda de alimentos.



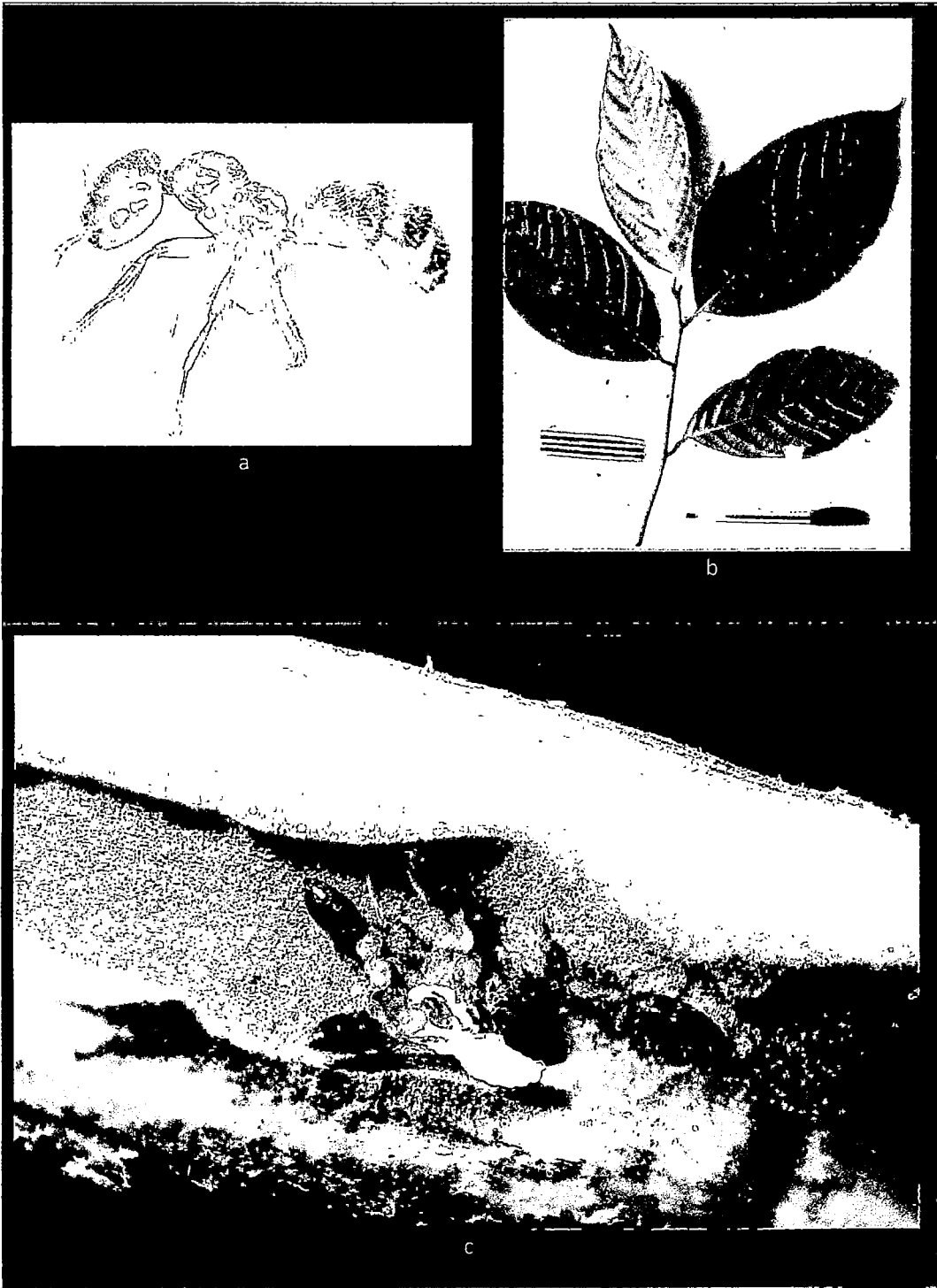
Anexo 34: *Myrmelachista sp.1* en *Ocotea sp.1* a) Obrera de *Myrmelachista sp.1*; b) Ejemplar de *Ocotea sp.1*; c) Corte transversal de la rama de *Ocotea sp.1* donde se observan obreras de *Myrmelachista sp.1* limpiando del interior de su nido.



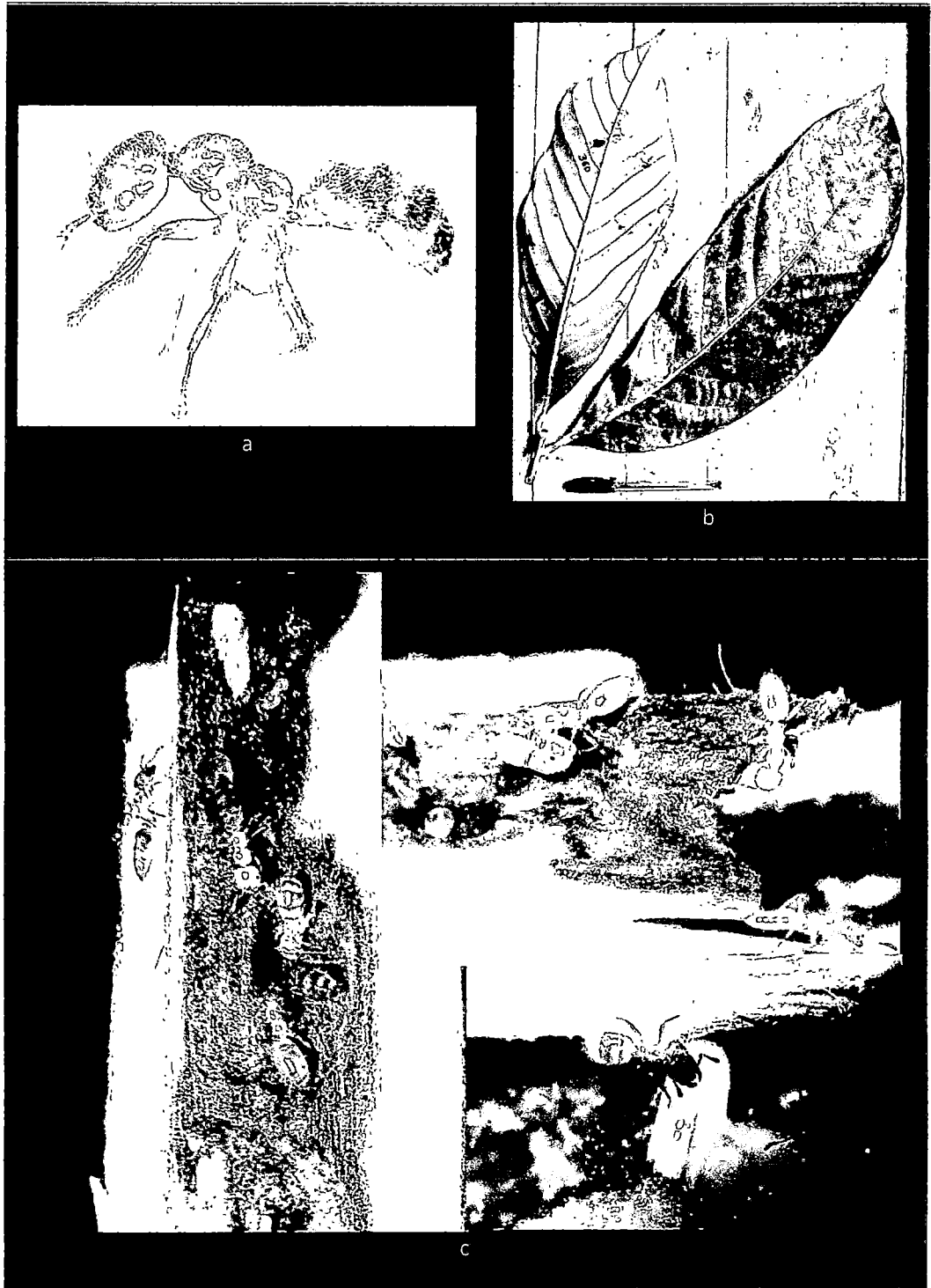
Anexo 35: *Myrmelachista sp.1* en *Ocotea sp.2* a) Obrera de *Myrmelachista sp.1*; b) Ejemplar de *Ocotea sp.2*; c) Corte transversal de la rama de *Ocotea sp.2* donde se observan obreras de *Myrmelachista sp.1* protegiendo y trasladando sus pupas de un lugar a otro.



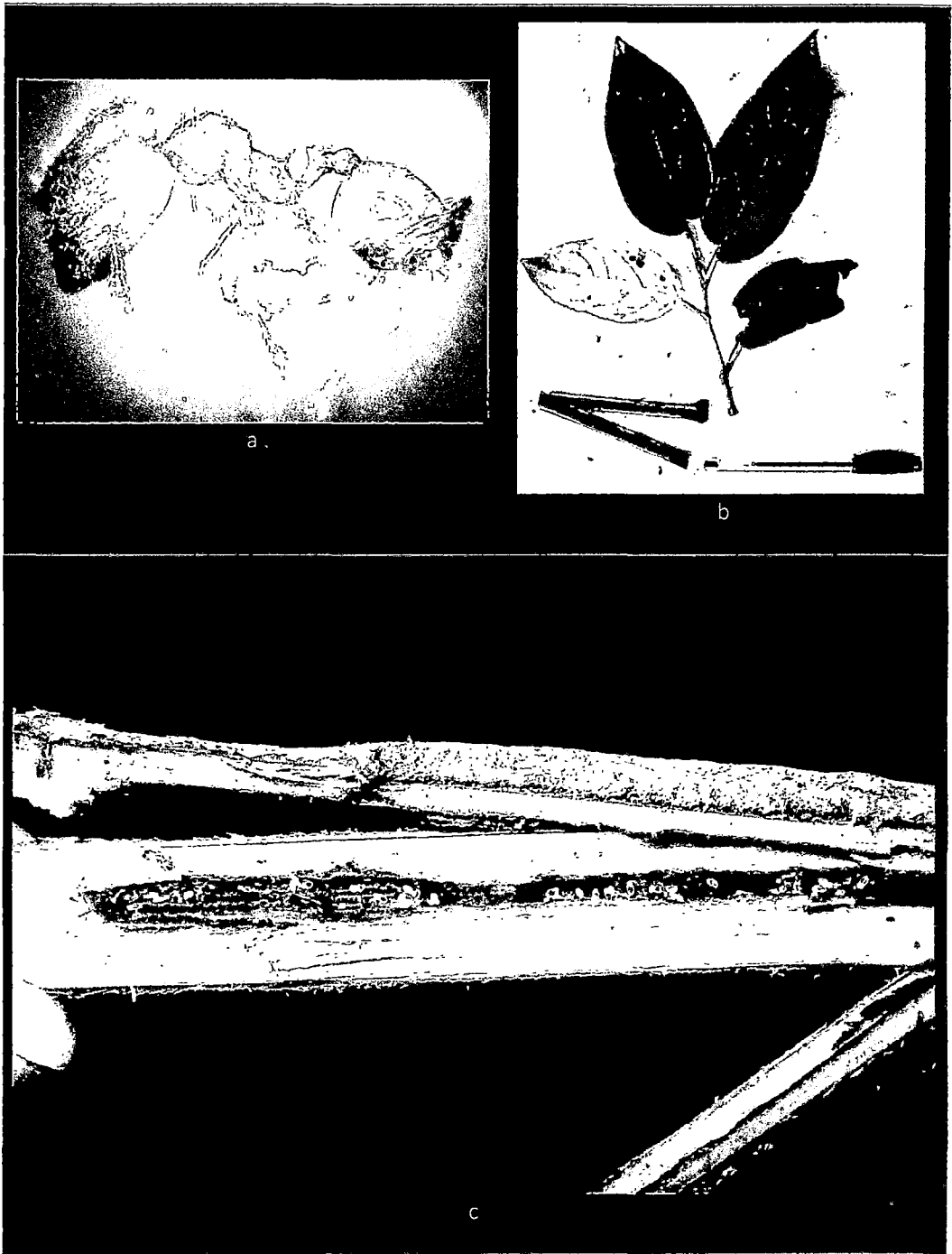
Anexo 36: *Myrmelachista sp.2* en *Lauracea sp.3* a) Obrera de *Myrmelachista sp.2*; b) Ejemplar de *Lauracea sp.3*; c) Corte transversal de la rama de *Ocotea sp.2* donde se observan cuatro obreras de *Myrmelachista sp.1* tratando de trasladar una pupa a otro lugar dentro del nido.



Anexo 37: *Myrmelachista* sp.2 en *Pleurothyrium parviflorum* a) Obrera de *Myrmelachista* sp.2; b) Ejemplar de *Pleurothyrium parviflorum*; c) Corte transversal de la rama de *Pleurothyrium parviflorum* donde se observan obreras de *Myrmelachista* sp.2 al interior del nido cuidando de sus pupas.



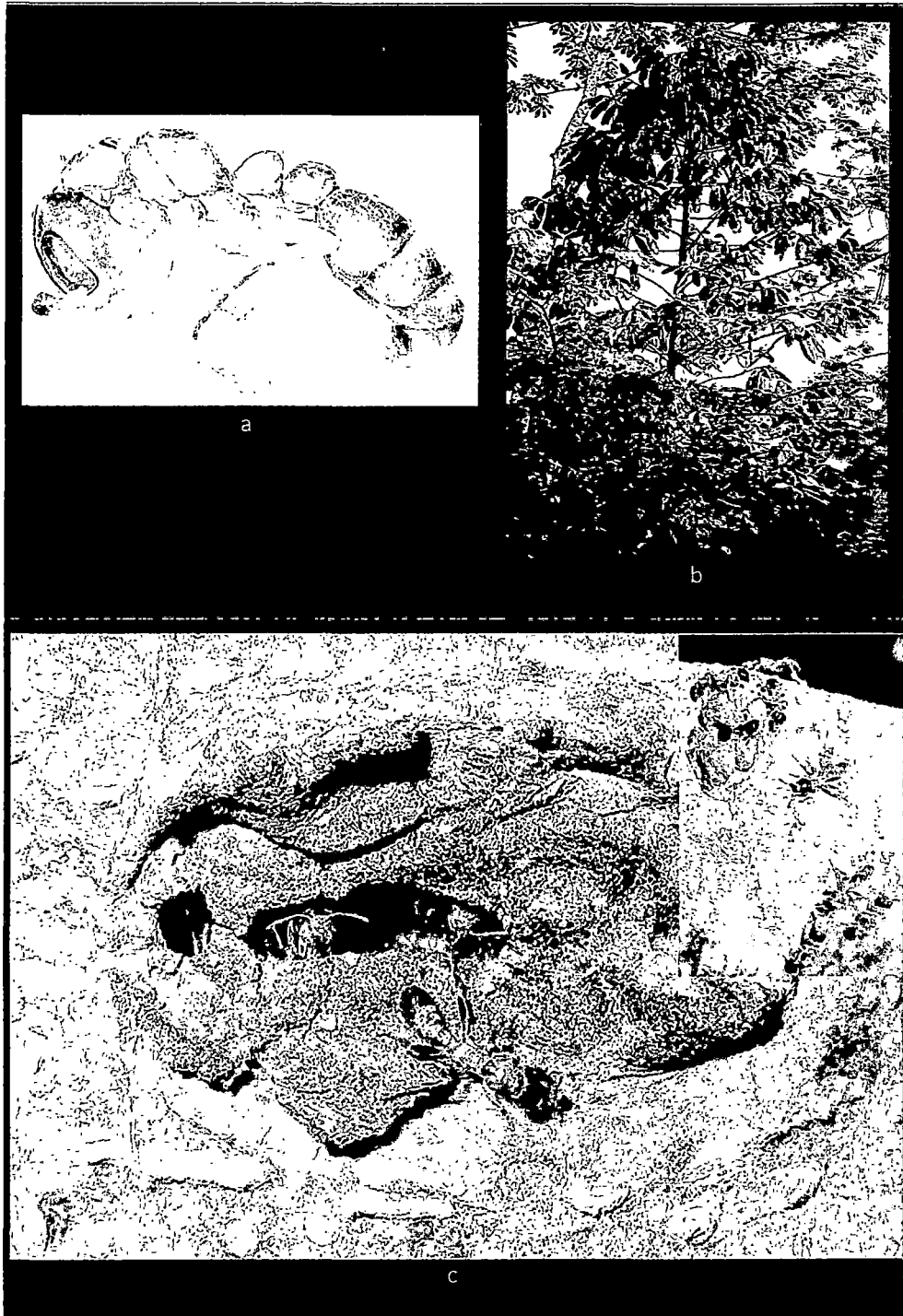
Anexo 38: *Pheidole bicornis* en *Piper bellidifolium* a) Obrera de *Pheidole bicornis*; b) Ejemplar de *Piper bellidifolium*; c) Corte transversal de la rama de *Piper bellidifolium* donde se observan obreras mayores y menores de *Pheidole bicornis* protegiendo y atendiendo de sus huevos y pupas.



Anexo 39: *Pheidole sp.2* en *Maieta guianensis* a) Obrera de *Pheidole sp.2*; b) Ejemplar de *Maieta guianensis*; c) Corte transversal del domacio ubicado en la base de la hoja, que muestra obreras mayores de *Pheidole sp.2* en posición defensiva protegiendo su nido, así como sus pupas y huevos.

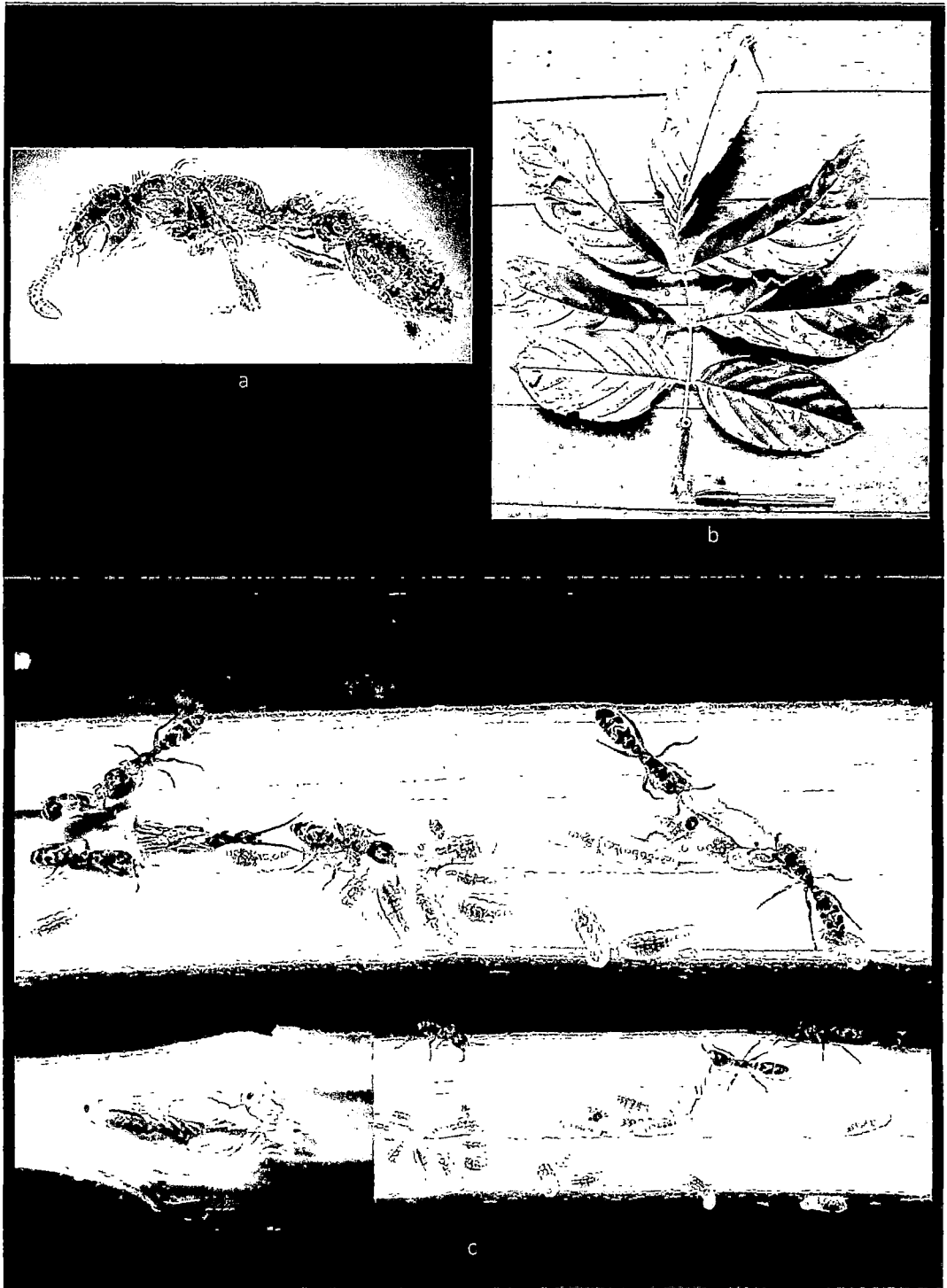


Anexo 40: *Pseudomyrmex dendroicus* en *Triplaris americana* a) Obrera de *Pseudomyrmex dendroicus*; b) Árbol de *Triplaris americana*; c) Apertura del nido en el tronco de *Triplaris americana* donde se observa obreras de *Pseudomyrmex dendroicus* vigilando el área ante posibles amenazas.

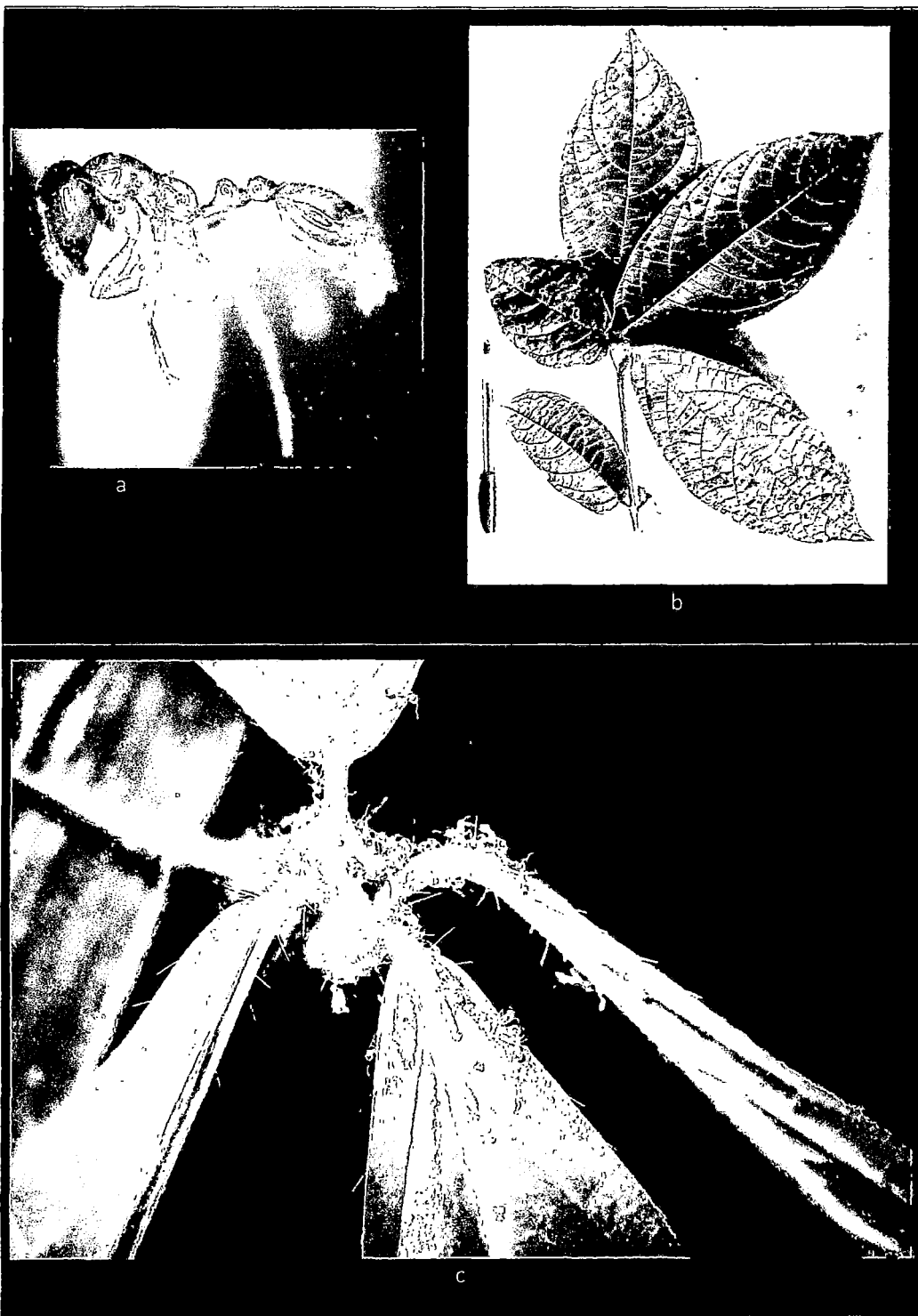




Anexo 41: *Pseudomyrmex sp.1* en *Fabacea sp.1* a) Obrera de *Pseudomyrmex sp.1*; b) Ejemplar de *Fabacea sp.1*; c) Corte transversal de una rama de *Fabacea sp.1* que muestra obreras de *Pseudomyrmex sp.1* protegiendo y trasladando sus pupas y juveniles a otras partes del nido.



Anexo 42: *Solenopsis sp.1* en *Cordia nodosa* a) Obrera de *Solenopsis sp.1*; b) Ejemplar de *Cordia nodosa*; c) Se observa a numerosas obreras de *Solenopsis sp.1* circulando por fuera del domacio y por toda la planta a manera de defensa.



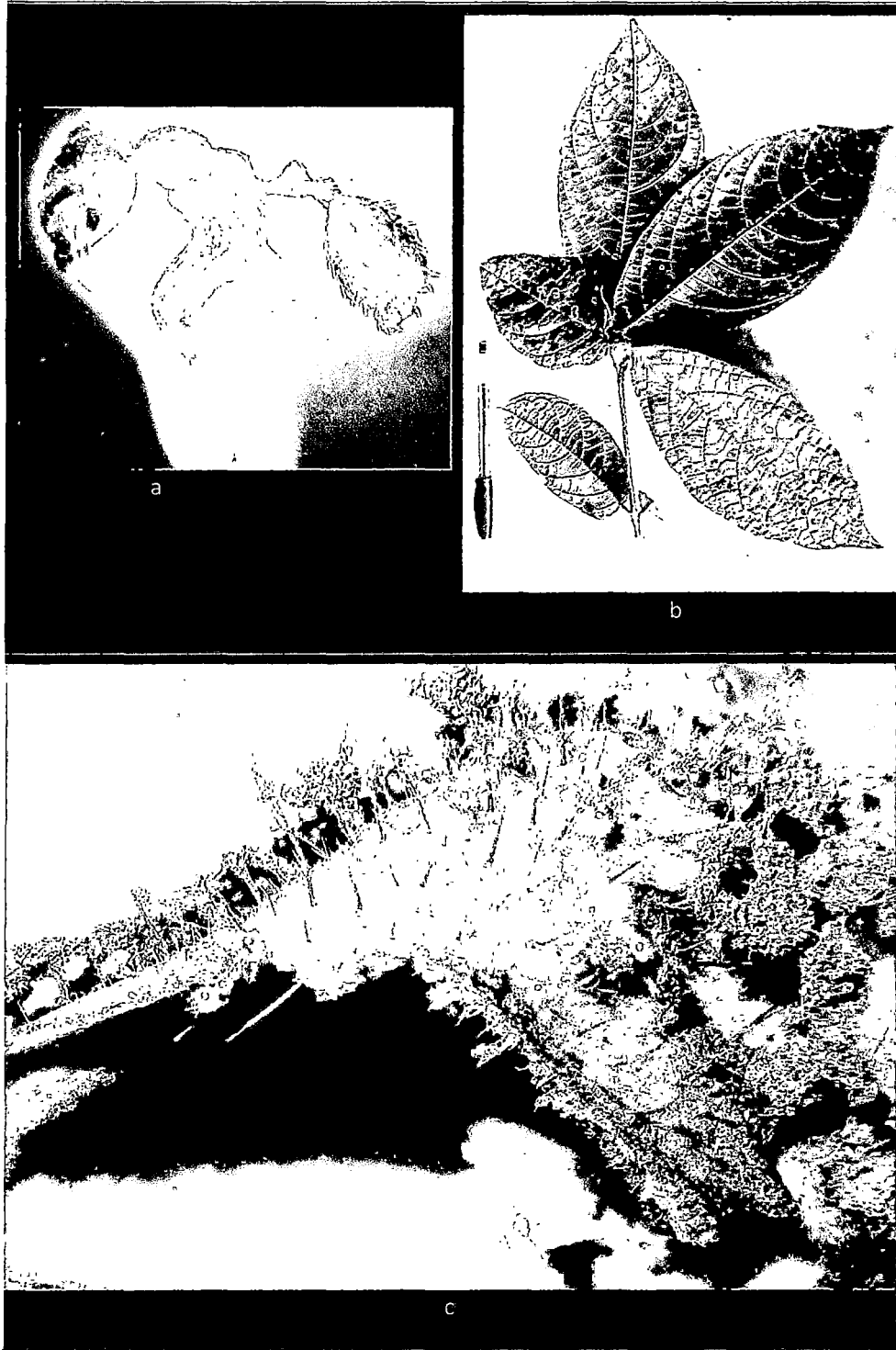
Anexo 43: *Solenopsis sp.1* en *Piper crassinervium* a) Obrera de *Solenopsis sp.1*; b) Ejemplar de *Piper crassinervium*; c) Corte transversal de una rama de *Piper crassinervium* donde se observan obreras de *Solenopsis sp.1* circulando en el interior de su nido.



Anexo 44: *Solenopsis* sp.2 en *Cecropia multiflora* a) Obrera de *Solenopsis* sp.2; b) Ejemplar de *Cecropia multiflora*; c) Corte transversal de una rama de *Cecropia multiflora* donde se observan obreras de *Solenopsis* sp.2 circulando alrededor de la rama.



Anexo 45: *Solenopsis sp.3* en *Cordia nodosa* a) Obrera de *Solenopsis sp.3*; b) Ejemplar de *Cordia nodosa*; c) Se observa a numerosas obreras de *Solenopsis sp.3* circulando por fuera del domacio de *Cordia nodosa*.



**Subfamilia Dolichoderinae**

- 1 Hipostoma (*hi*) con una expansión anterolateral dentiforme, algunas veces poco desarrollada (Figura 15.46, *hi*). Mesosterno expandido anteromedialmente, convexo en vista ventral (Figura 15.48). Tegumento grueso y con frecuencia esculpado; propodeo rara vez con espinas, lamelas o ángulos bien definidos (Figuras 15.50, 15.51, *p*); pronoto rara vez con espinas con espinas anterolaterales ..... ***Dolichoderus***
- Hipostoma reducido a una tenue banda anterolateral (Figura 15.47). Borde anterior del mesosterno plano (Figura 15.49). Tegumento delgado y flexible; propodeo algunas veces con procesos cónicos o aurículas (Figuras 15.52, 15.56), nunca con espinas; pronoto inerme ..... 2
- 2 (1) Nudo del pecíolo en forma de escama fuertemente reducida o ausente; pecíolo oculto por el abdomen cuando es visto dorsalmente (Figura 15.53, *pe*) ..... 3
- Escama peciolar presente y definida, aunque algunas veces fuertemente inclinada hacia adelante; pecíolo (*pe*) visible dorsalmente, no oculto bajo el abdomen (Figuras 15.52, 15.54, 15.56, 15.59) ..... 4
- 3 (2) En vista dorsal cuatro tergos visibles en el gaster (Figura 15.53) ..... ***Tapinoma***
- En vista dorsal cinco tergos visibles en el gaster; Panamá ..... ***Technomyrmex***
- 4 (2) Tercer segmento del palpo maxilar alargado, similar en longitud a los segmentos cuatro a seis combinados (Figura 15.55). Propodeo (*p*) con protuberancia coniformes que se proyectan más o menos verticalmente (Figura 15.52), o menos frecuentemente con aurículas (Figura 15.56). Psamóforo siempre presente con distinto grado de desarrollo (Figura 15.56, *ps*) ..... ***Dorymyrmex***
- Tercer segmento del palpo maxilar similar en longitud al cuarto. Propodeo generalmente inerme, a lo sumo angulado (Figuras 15.54, 15.59). Psamóforo ausente ..... 5
- 5 (4) Ojos ausentes (Figura 15.58); sur de Sudamérica ..... ***Anillidris***
- Ojos presentes ..... 6
- 6 (5) Dos a doce largos pelos curvados ventralmente sobre el margen anterior del clípeo; primer tergo del gaster se proyecta sobre el pecíolo (Figuras 15.53 y 15.59) ..... 7
- Dos a seis pelos cortos sobre el margen anterior del clípeo; primer tergo del gaster no se proyecta sobre el pecíolo ..... 8
- 7 (6) Obrera con ojos pequeños y ubicados muy adelante en la cabeza; carena frontal reducida o ausente; espiráculo propodeal redondeado ..... ***Bothriomyrmex***
- Obreras con ojos de desarrollo normal, más grandes que en el dilema anterior; carena frontal siempre presente; espiráculo propodeal a menudo alargado ..... ***Forelius***
- 8 (6) Perfil del mesonoto (*me*) notablemente elevado por encima del nivel del pronoto (Figura 15.59). Gaster frecuentemente doblado sobre el mesosoma en especímenes montados en seco ..... ***Azteca***
- Perfil de mesoto a lo sumo al mismo nivel del pronoto (Figura 15.54). Gaster nunca doblado sobre el mesosoma en especímenes montados en seco ..... ***Linepithema***

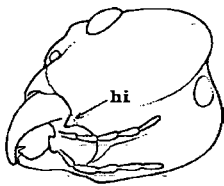


Figura 15.46

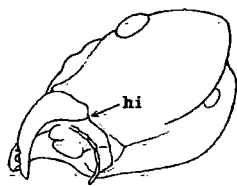


Figura 15.47

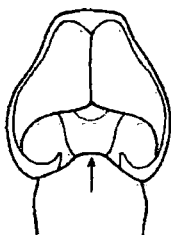


Figura 15.48

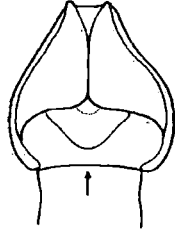


Figura 15.49

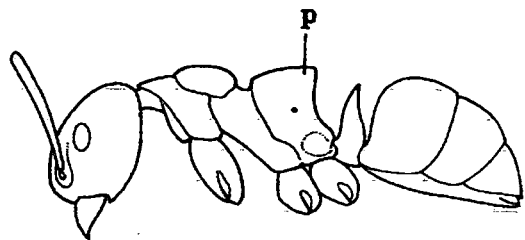


Figura 15.50

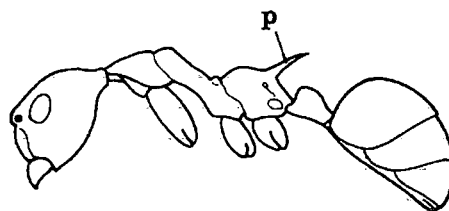


Figura 15.51

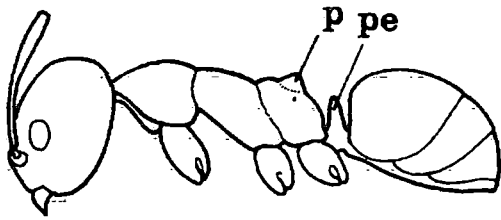


Figura 15.52

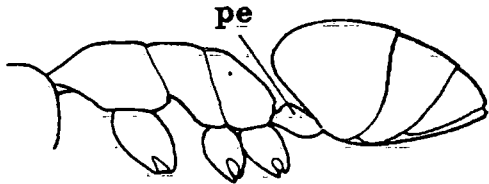


Figura 15.53

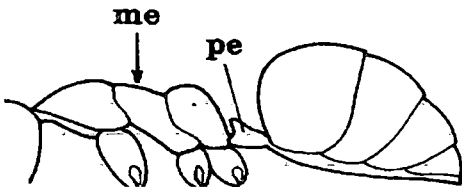


Figura 15.54

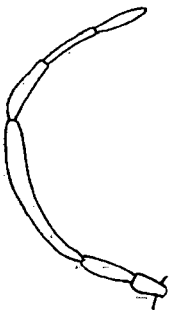


Figura 15.55

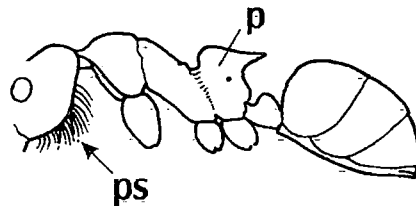


Figura 15.56

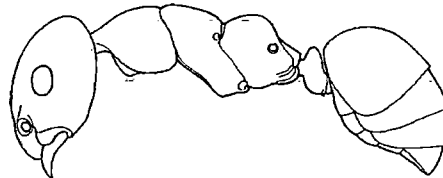


Figura 15.57

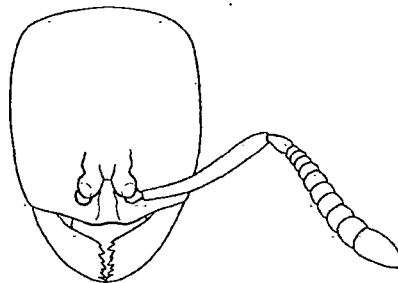


Figura 15.58

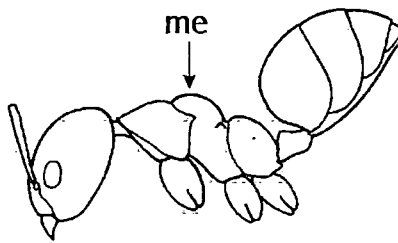


Figura 15.59

## Subfamilia Ecitoninae

- 1 Pecíolo (*pd*) de un segmento; pospecíolo ampliamente articulado posteriormente con el gaster (Figura 15.60). Mandíbulas de los soldados con dos dientes preapicales largos y espiniformes (Figura 15.64). Proceso subpecíolar cerrado anteriormente (Figura 15.62) ..... *Cheliomyrmex*
- Pecíolo de dos segmentos (Figura 15.67 *pd*); pospecíolo y gaster separados por una constricción conspicua (Figura 15.61). Mandíbulas de los soldados con o sin dientes preapicales (Figuras 15.65, 15.66, 15.72); si se presentan dos, estos no son tan largos ni espiniformes. Proceso

- subpecíolar abierto anteriormente (Figura 15.63) ..... 2
- 2 (1) Garras tarsales simples, sin dientes; a lo sumo con una ligera protuberancia roma preapical (Figura 15.68). Longitud de la obreras mayores generalmente de menos de 8mm ..... *Neivamyrmex*
- Garras tarsales con un diente preapical conspicuo (Figura 15.69). Longitud de la obreras mayores (o de los soldados) generalmente de más de 8mm ..... 3

## Subfamilia Formicinae

- 1 Ojos muy grandes, ocupando casi todo el lado de la cabeza (Figura 15.75). Patas traseras inusualmente largas, con el fémur ensanchado basalmente (Figura 15.76) ..... *Gigantiops*
- Ojos ausentes, vestigiales o bien desarrollados, pero no ocupando más de la mitad de los lados de la cabeza (Figuras 15.77, 15.78, 15.79). Patas traseras de longitud y forma normal (Figura 15.80) ..... 2
- 2 (1) Antenas con 11 segmentos o menos ..... 3
- Antenas con 12 segmentos ..... 7
- 3 (2) Ojos diminutos, vestigiales o ausentes; cuando están presentes son anteriores a la longitud media cefálica (Figura 15.79). Mandíbulas por lo general esbeltas, casi rectas y con el margen masticador por lo general notablemente oblicuo con tres a cinco dientes (Figura 15.79, *m*) ..... *Acropyga*
- Ojos bien desarrollados y situados justo detrás de la longitud media cefálica (Figuras 15.81, 15.82). Mandíbulas triangulares o subtriangulares, con el margen masticador más o menos transversal y con 4 o más dientes o denticulos ..... 4
- 4 (3) Antenas con 9 ó 10 segmentos ..... 5
- Antenas con 11 segmentos ..... 6
- 5 (4) Antenas con un mazo apical de 2 ó 3 segmentos (Figura 15.84). Escama del pecíolo (*pe*) erecta, prominente y muy expuesta (Figura 15.83) ..... *Myrmelachista*
- Antenas sin mazo apical (Figura 15.85). Escama del pecíolo notablemente inclinada hacia adelante y escondida bajo la base del primer tergo del gaster (Figura 15.86) ..... *Brachymyrmex*
- 6 (4) Mesonoto separado del metanoto por un surco transversal notorio (Figura 15.87); México ..... *Plagiolepis*
- Mesonoto no separado del metanoto por un surco transversal notorio (Figura 15.88); introducido ..... *Anoplolepis*
- 7 (2) Inserciones antenales situadas cerca o en contacto con el margen posterior del clipeo (Figuras 15.77, *i*, 15.81, 15.82). Perfil del mesosoma claramente discontinuo (Figura 15.89). Orificio de la glándula metapleurar presente ..... 8
- Inserciones antenales bastante separadas del margen posterior del clipeo (Figuras 15.78, 15.92, *i*). Perfil del mesosoma generalmente casi recto o gradualmente convexo (Figuras 15.90, 15.91), rara vez discontinuo. Orificio de la glándula metapleurar ausente ..... *Camponotus*
- 8 (7) Esterno del gaster en vista ventral con un surco transversal notorio detrás del helcio; México ..... 9
- Primer esterno del gaster entero, sin surco transversal ..... 10
- 9 (8) Mandíbulas triangulares y con dientes ..... *Formica*
- Mandíbulas falcadas, sin dientes ..... *Polyergus*
- 10 (8) Coxas posteriores muy cerca entre sí; Argentina y Chile ..... *Lasiophanes*
- Coxas posteriores alejadas entre sí ..... 11
- 11 (10) Fórmula palpal 3,3; México ..... *Acanthomyops*
- Fórmula palpal 6,4 ..... 12
- 12 (11) Cuerpo dorsalmente con pares de pelos gruesos, erectos, firmes (Figura 15.89); ojos situados hacia la parte media de la longitud de la cabeza (Figura 15.77) ..... *Paratrechina*
- Cuerpo sin pelos gruesos y erectos. Ojos en posición diferente; México ..... 13
- 13 (12) Segmentos tres y cuatro de los palpos maxilares muy alargados ..... *Myrmecocystus*
- Segmentos tres y cuatro de los palpos maxilares cortos ..... 14
- 14 (13) Mandíbulas usualmente con 6 dientes. Mesosoma con constricción detrás del pronoto (Figura 15.93) ..... *Prenolepis*
- Mandíbulas usualmente con más de 7 dientes. Mesosoma sin constricción detrás del pronoto (Figura 15.94) ..... *Lasius*



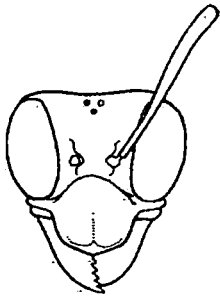


Figura 15.75

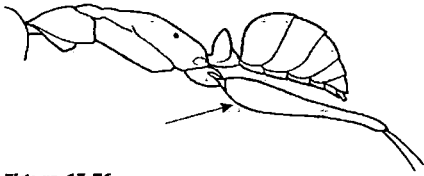


Figura 15.76

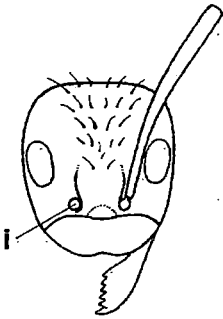


Figura 15.77

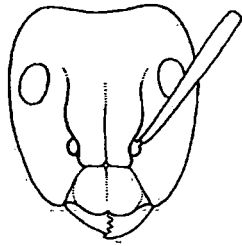


Figura 15.78

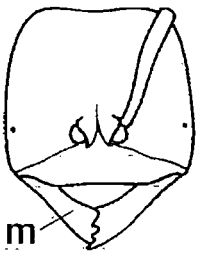


Figura 15.79

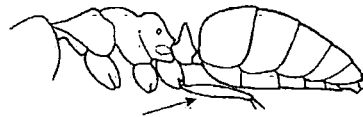


Figura 15.80

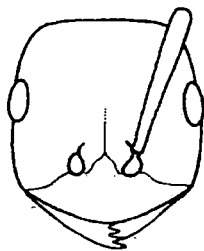


Figura 15.81

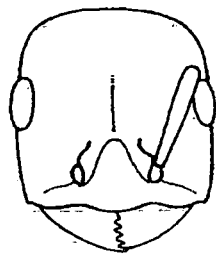


Figura 15.82

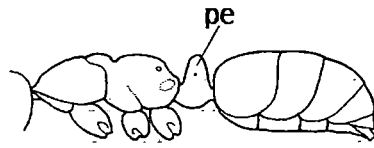


Figura 15.83



Figura 15.84



Figura 15.85

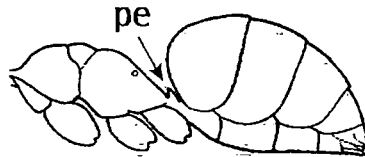


Figura 15.86

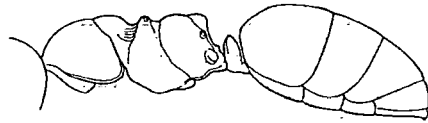


Figura 15.87

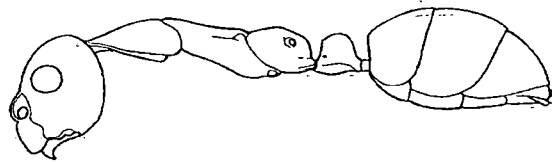


Figura 15.88

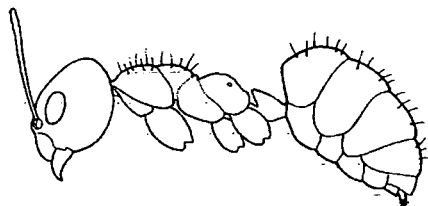


Figura 15.89

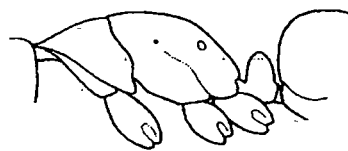


Figura 15.90

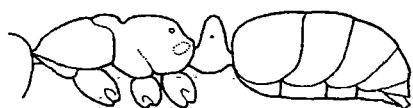


Figura 15.91

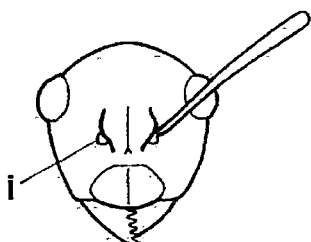


Figura 15.92

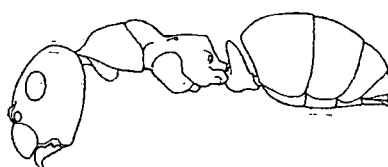


Figura 15.93

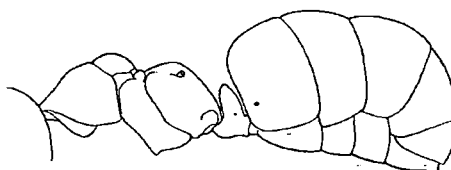


Figura 15.94

### Subfamilia Leptanilloidinae

- 1 Con constricciones en el gaster (Figura 15.95); Costa Rica, Colombia, Ecuador, Bolivia ..... *Leptanilloides*
- Sin constricciones en el gaster (Figura 15.96); Brasil ..... *Asphinctanilloides*

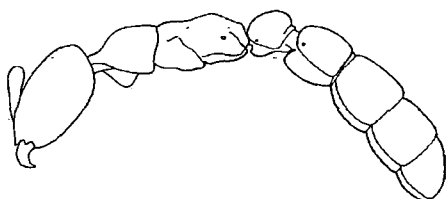


Figura 15.95

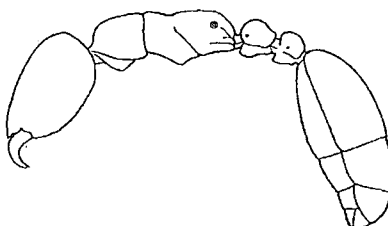


Figura 15.96

### Subfamilia Myrmicinae

- 1 Pospeciólo (*pp*) articulado en la superficie dorsal del primer segmento del gaster (Figura 15.97). Gaster cordiforme en vista dorsal y capaz de doblarse sobre el mesosoma ..... *Creमतogaster*
- Pospeciólo articulado en la superficie anterior del primer segmento del gaster (como en las Figuras 15.101, 15.102, 15.103). Gaster no cordiforme y generalmente incapaz de doblarse sobre el mesosoma ..... 2
- 2 (1) Cabeza en perfil con surcos antenales (*e*) bien desarrollados que se extienden longitudinalmente por debajo y más atrás de los ojos (Figuras 15.101, 15.103). Si los ojos están ausentes, entonces: escapos antenales abruptamente curvos cerca a su inserción, con su máximo diámetro en o cerca de la curvatura y aplanándose notablemente a partir de la curva hacia el ápice (Figura 15.99, *es*) ..... 3
- Cabeza con los surcos antenales presentes o ausentes, pero nunca extendiéndose longitudinalmente por debajo y atrás de los ojos, que pueden estar ubicados ligeramente encima (Figura 15.109), detrás, debajo (Figuras 15.108, 15.116) o justo sobre el margen ventral de los surcos (Figura 15.120). Escapos antenales usualmente poco curvados en su base, si lo están entonces son cilíndricos a subcilíndricos, no aplanados ..... 8
- 3 (2) Antenas con doce segmentos (Figuras. 15.98, 15.99) ..... *Basiceros*
- Antenas con siete a nueve segmentos ..... 4
- 4 (3) Mandíbulas triangulares, márgenes masticadores serialmente dentados y/o denticulados, y enteramente en contacto cuando las mandíbulas están completamente cerradas (Figura 15.100)..... 5

- Mandíbulas lineares, sus inserciones están separadas de tal modo que sus márgenes masticadores se cruzan o entran en contacto sólo en el ápice (Figura 15.104) ..... 6
- 5 (4) Antenas con ocho segmentos ..... *Octostruma*
- Antenas con siete segmentos ..... *Eurhopalothrix*
- 6 (4) Antena con nueve segmentos. Mandíbulas largas, delgadas, curvadas hacia arriba (Figura 15.102, 15.104). Colombia y Ecuador ..... *Protalaridris*
- Antena con 7 segmentos. Mandíbulas variables pero no curvadas hacia arriba (Figuras 15.105, 15.106) ..... 7
- 7 (6) Mandíbula con dientes preapicales cortos pero distinguibles claramente, algunos sobresalientes con respecto a los demás (Figura 15.105) ..... *Rhopalothrix*
- Mandíbula con dientes preapicales muy cortos, casi indistinguibles (Figura 15.106) ..... *Talaridris*
- 8 (2) Ojos ubicados muy atrás en los lados de la cabeza, por lo general separados del borde occipital cefálico (*bo*) (excluyendo espinas occipitales) por una distancia menor a su máximo diámetro en vista lateral (Figuras 15.108, 15.109). Lóbulos frontales (*l*) notablemente expandidos lateralmente y cubriendo las mejillas en vista frontal (Figuras 15.107, 15.110, 15.111, 15.112). Carenas frontales muy desarrolladas y conformando un área en forma de placa que constituye la superficie dorsal cefálica ..... *Cephalotes*
- Ojos ubicados atrás, adelante o hacia la parte media de los lados de la cabeza, pero siempre separados del borde occipital por una distancia claramente mayor que su máximo diámetro en vista lateral. Lóbulos frontales usualmente no tan expandidos; si cubren las mejillas (Figuras 15.113, 15.115, 15.141), entonces: carenas frontales no tan desarrolladas y nunca conformando la superficie dorsal cefálica ..... 9
- 9 (8) Lóbulos frontales (*l*) notablemente expandidos lateralmente, cubriendo las porciones laterales del margen anterior del clipeo en vista frontal (Figuras 15.113, 15.115). Pecíolo con pedúnculo largo (Figuras 15.114, 15.116, *pd*). Surcos antenales profundos y extendiéndose hasta las esquinas occipitales (Figura 15.116, *e*) ..... 10
- Difiere de la opción anterior en una o más características. Lóbulos frontales normales, no expandidos lateralmente adelante; margen anterior del clipeo claramente visible en vista frontal; **de lo contrario** (Figuras 15.132, 15.141): pecíolo sésil, sin pedúnculo peciolar (Figura 15.139), antenas de seis segmentos. Surcos antenales ausentes o de profundidad variable ..... 11
- 10 (9) Esquinas posterodorsales del propodeo anguladas o a lo sumo con espinas cortas (Figura 15.114, *esp*). Superficie del cuerpo cubierta con pelos escamiformes ..... *Stegomyrmex*
- Esquinas posterodorsales del propodeo con espinas largas (Figura 15.116, *esp*). Superficie del cuerpo con pelos largos y simples ..... *Blepharidatta*
- 11 (9) Segmentos apical y preapical de las antenas alargados y ensanchados para formar una maza bien definida de dos segmentos (Figura 15.126C, 15.129A) ..... 12
- Antenas nunca terminando en maza apical bien definida de dos segmentos; maza compuesta por uno (Figura 15.126B), tres (Figura 15.126D), cuatro segmentos (Figura 15.126E) o ausente (Figura 15.126A) ..... 25
- 12 (11) Antenas con siete segmentos o menos ..... 13
- Antenas con nueve a doce segmentos ..... 15
- 13 (12) Antenas con siete segmentos (Figura 15.117). Ojos ubicados en el extremo posterior de los surcos antenales. Pecíolo sésil ..... *Tatuidris*
- Antenas con seis segmentos o menos. Ojos (si presentes) ubicados en el margen inferior de los surcos. Pecíolo pedunculado ..... 14
- 14 (13) Mandíbulas insertadas en los lados del margen anterior cefálico de tal modo que tienden a converger hacia el ápice cuando están cerradas (Figuras 15.119, 15.121, 15.123). Borde interno mandibular generalmente con numerosos dientes y/o denticulos (Figura 15.118) ..... *Pyramica*
- Mandíbulas insertadas hacia la parte media del margen anterior cefálico de tal forma que tienden a divergir hacia el ápice cuando están cerradas (Figura 15.122). Borde interno mandibular generalmente con sólo uno a cuatro dientes preapicales ..... *Strumigenys*
- 15 (12) Mandíbulas alargadas y lineares (Figura 15.124), terminando en una horqueta apical de 3 dientes; márgenes basal y masticador de la mandíbulas no diferenciables ..... *Acanthognathus*
- Mandíbulas triangulares a subtriangulares (Figuras 15.127, 15.129b), algunas veces notablemente alargadas (15.127), pero nunca terminando en forma de horqueta, y con los márgenes basal y masticador bien diferenciables ..... 16
- 16 (15) Carenas frontales (*ca*) extendiéndose posteriormente más atrás del nivel de los ojos (Figura 15.125), o: Surcos antenales presentes. Antenas siempre con 11 segmentos ..... 17

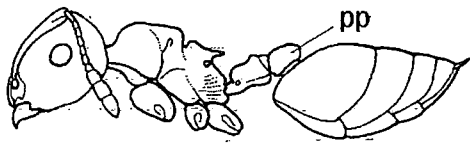


Figura 15.97

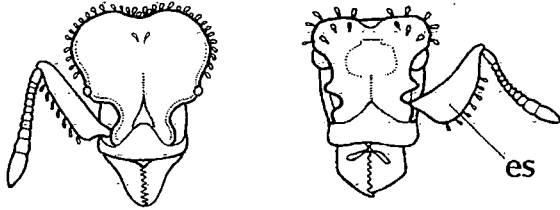


Figura 15.98

Figura 15.99

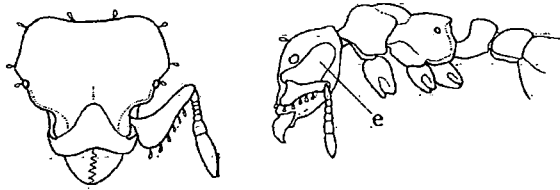


Figura 15.100

Figura 15.101

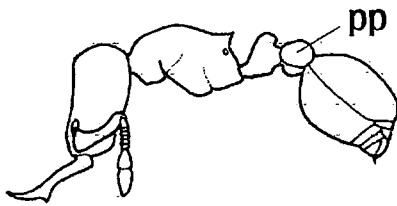


Figura 15.102

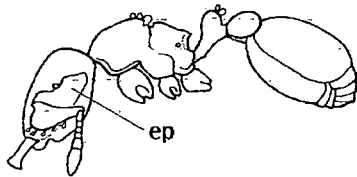


Figura 15.103

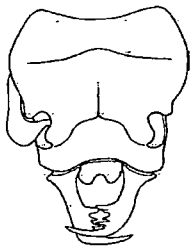


Figura 15.104

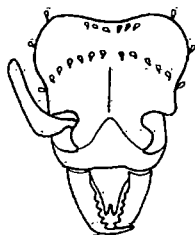


Figura 15.105

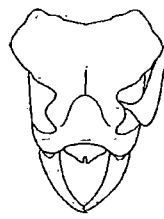


Figura 15.106

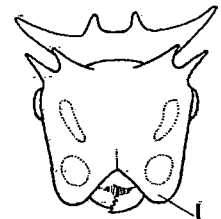


Figura 15.107

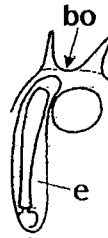


Figura 15.108

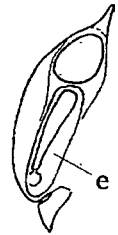


Figura 15.109

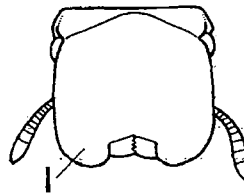


Figura 15.110

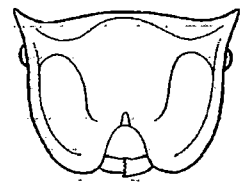


Figura 15.111

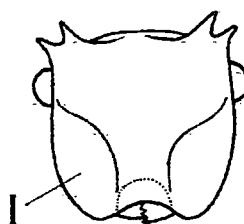


Figura 15.112

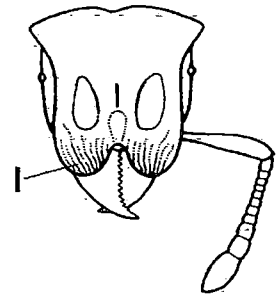


Figura 15.113

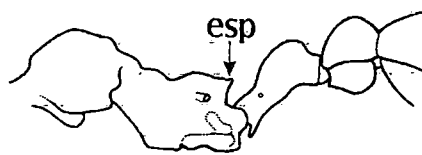


Figura 15.114

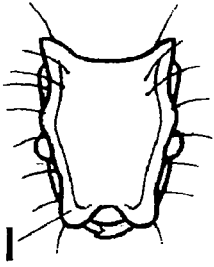


Figura 15.115

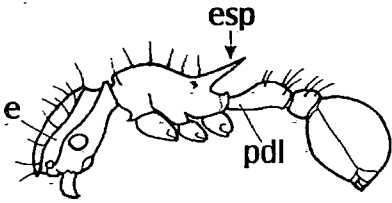


Figura 15.116

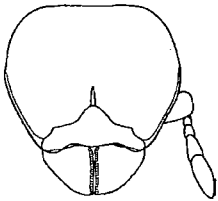


Figura 15.117



Figura 15.118

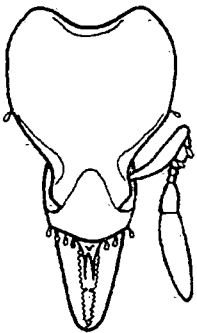


Figura 15.119

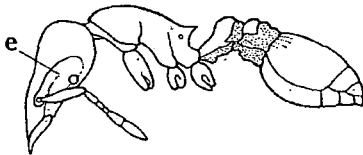


Figura 15.120

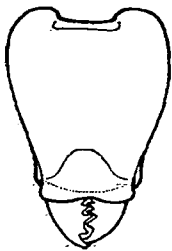


Figura 15.121

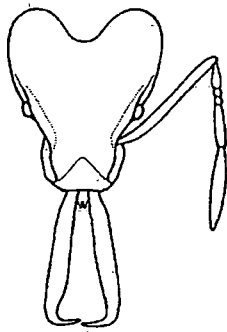


Figura 15.122

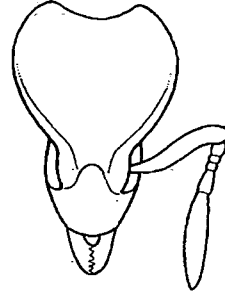


Figura 15.123

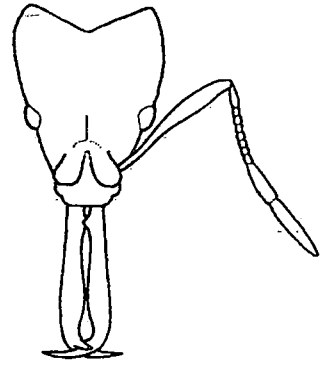


Figura 15.124

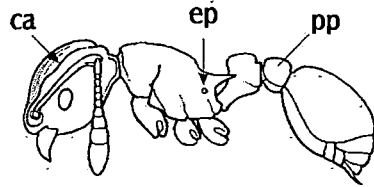


Figura 15.125

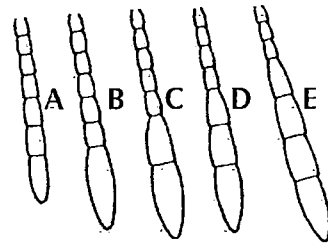


Figura 15.126

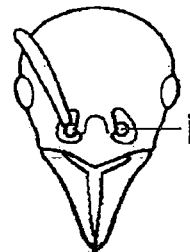


Figura 15.127

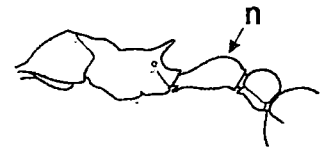


Figura 15.128

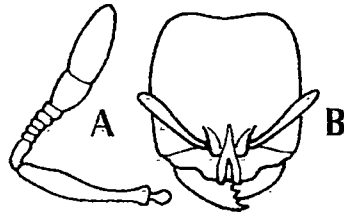


Figura 15.129

- Carenas frontales muy cortas, sin extenderse más atrás del nivel de los ojos cuando estos están presentes (Figuras 15.131, 15.134). Surcos antenales ausentes. Antenas con 9-12 segmentos ..... 20
- 17 (16) Superficie dorsal de la cabeza con numerosos dentículos (Figura 15.143). Pronoto generalmente con más de 2 pares de espinas o dentículos (Figura 15.144, *ep*). Primer tergo del gaster con numerosos tubérculos (Figura 15.144, *t1*) ..... parte de *Trachymyrmex*
- Superficie dorsal de la cabeza sin dentículos. Pronoto inerme o a lo sumo con ángulos humerales. Primer tergo del gaster liso..... 18
- 18 (17) Mandíbula con 10 dientes, alternándose en tamaño desde la base hacia el ápice grande/pequeño (Figura 15.132). Lóbulos frontales notoriamente expandidos lateralmente, sobrepasando los ángulos anterolaterales de la cabeza (Figura 15.132). Brasil ..... *Phalacromyrmex*
- Mandíbulas normalmente con 5 dientes nunca alternándose en tamaño. Lóbulos frontales se expanden moderadamente, nunca hasta sobrepasar los ángulos anterolaterales de la cabeza (Figura 15.125) ..... 19
- 19 (18) Porción media del cípeo longitudinalmente bicarenada. Propodeo con el espiráculo muy cercano al margen del declive, visto de perfil. Superficie de los surcos antenales lisa y brillante, contrastando con la superficie cefálica densamente esculpuraada ..... *Lachnomyrmex*
- Porción media del cípeo no bicarenada longitudinalmente. Propodeo con el espiráculo (*ep*) claramente separado del margen del declive, visto de perfil (Figura 15.125). Superficie de los surcos antenales opaca, sin contrastar con la superficie cefálica ..... parte de *Wasmannia*
- 20 (16) Mandíbulas alargadas, triangulares, con su margen masticador de más del doble de la longitud del margen basal (Figura 15.127). Lóbulos frontales poco desarrollados, inserciones antenales casi expuestas en vista frontal; fosas antenales grandes y profundas. Nodo peciolar (*n*) ausente o poco diferenciado (Figura 15.128) ..... *Lenomyrmex*
- Mandíbulas triangulares y con el margen masticador a lo sumo del doble de la longitud del margen basal (Figuras 15.129B, 15.134). Lóbulos frontales (*l*) bien desarrollados y cubriendo en gran parte las inserciones antenales (Figura 15.137); fosas antenales pequeñas. Nodo peciolar siempre bien diferenciado (Figuras 15.130, 15.133) ..... 21
- 21 (20) Propodeo (*p*) inerme, sin espinas (Figuras 15.130, 15.133) ..... 22
- Propodeo con un par de dientes o espinas (Figuras 15.135, 15.136, *p*) ..... 23
- 22 (21) Antenas con nueve segmentos. Obreras monomórficas ..... parte de *Carebara* (incluye *Paedalgus*)
- Antenas con diez segmentos. Obreras polimórficas o débilmente dimórficas ..... *Solenopsis* (incluye *Carebarella*)
- 23 (21) Lóbulo medio del cípeo bicarenado y notablemente elevado, formando una placa estrecha que se fusiona con la carena frontal y termina en dos dientes romos en el borde anterior clipeal (Figura 15.140). Porción media del margen anterior clipeal con 2 dientes apicales laterales. Mandíbulas con un diente en su margen basal (Figura 15.140, *d*) ..... *Adelomyrmex*
- Lóbulo medio del cípeo algunas veces bicarenado, pero sin formar una placa que se fusiona con la carena frontal. Porción media del margen anterior clipeal sin dientes laterales (Figura 15.137). Mandíbulas sin dientes en su margen basal ..... 24
- 24 (23) Antenas con doce segmentos. Cabeza y mesosoma sin pelos erectos visibles en sus superficies dorsales. Ojos bien desarrollados y con múltiples facetas (Figura 15.136). Obreras monomórficas .... parte de *Cardiocondyla*
- Antenas con nueve, diez u once segmentos. Cabeza y mesosoma siempre con pelos erectos, algunas veces largos y abundantes. Ojos reducidos a vestigiales (Figuras 15.134, 15.137). Obreras dimórficas ..... parte de *Carebara* (incluye *Oligomyrmex*)
- 25 (11) Antenas con siete a once segmentos (Figuras 15.145, 15.147) ..... 26
- Antenas con doce segmentos (Figura 15.179) ..... 51
- 26 (25) Mandíbulas alargadas y lineares, pero robustas; terminando en una horqueta apical de 2 dientes. Cabeza triangular, estrechándose notablemente en su parte anterior (Figura 15.138). Antenas reposando debajo de los ojos cuando se apoyan sobre la superficie de la cabeza ..... *Daceton*
- Mandíbulas triangulares y nunca terminando en una horqueta apical de dos dientes. Cabeza subcuadrada o rectangular, sólo ligeramente estrechada anteriormente (Figuras 15.141, 15.143, 15.145). Antenas reposando sobre o en frente de los ojos cuando se apoyan sobre la superficie de la cabeza ..... 27
- 27 (26) Alveólos antenales totalmente expuestos en vista frontal (Figura 15.145). Mandíbulas con un diente en el margen basal y tres en el margen masticador (Figura 15.145). México a Guatemala ..... *Perissomyrmex*

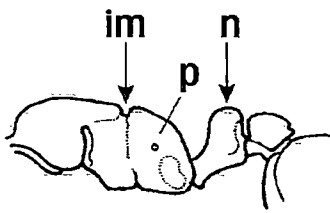


Figura 15.130

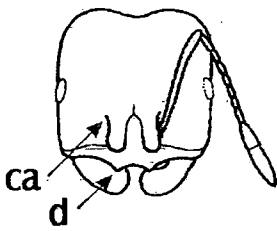


Figura 15.131

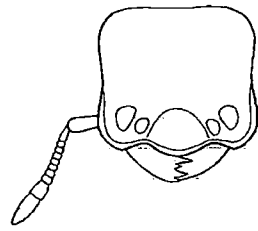


Figura 15.132

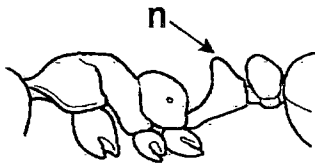


Figura 15.133

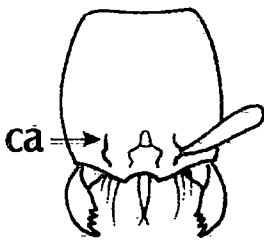


Figura 15.134

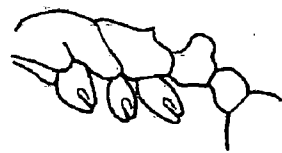


Figura 15.135

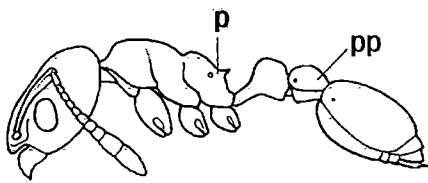


Figura 15.136

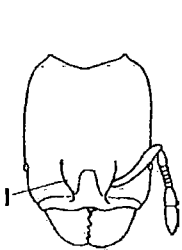


Figura 15.137

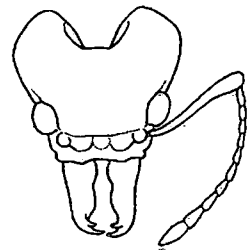


Figura 15.138

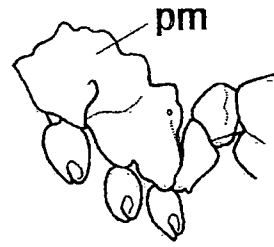


Figura 15.139

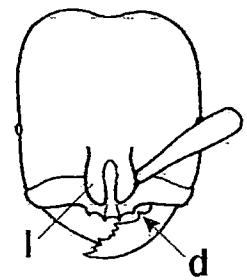


Figura 15.140

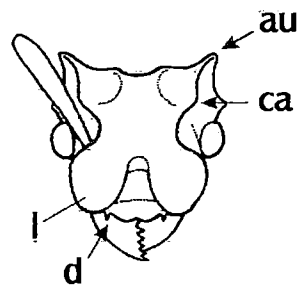


Figura 15.141



Figura 15.142

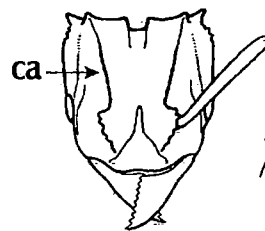


Figura 15.143

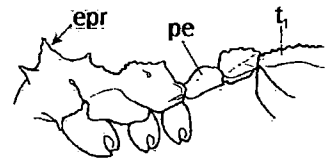


Figura 15.144

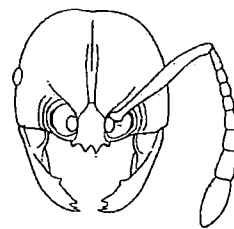


Figura 15.145

- Alveólos antenales parcial o totalmente cubiertos por los lóbulos frontales. Mandíbulas sin diente en el margen basal y con más de tres dientes en el margen masticador ..... 28
- 28 (27) Carenas frontales (*ca*) conspicuas y bien desarrolladas, extendiéndose posteriormente hasta las esquinas occipitales cefálicas y con frecuencia formando surcos (Figuras 15.141, 15.143, 15.146, 15.147) ..... 29
- Carenas frontales cortas y extendiéndose sólo ligeramente hacia la parte posterior de la cabeza (Figura 15.149, *ca*); surcos antenales ausentes ..... 34
- 29 (28) Lóbulos frontales (*l*) notablemente expandidos lateralmente en su parte anterior, con frecuencia cubriendo completamente o en gran parte las mejillas en la vista frontal (Figura 15.141). Surcos antenales algunas veces extendiéndose posteriormente para formar aurículas (Figura 15.141, *au*). Porción media del margen anterior clipeal con dos dientes lameliformes apicales laterales (Figura 15.141, *d*). Promesonoto generalmente con tubérculos o espinas romas (Figura 15.139, *pm*)..... *Cyphomyrmex*
- Lóbulos frontales poco expandidos y no cubriendo las mejillas. Surcos antenales nunca formando aurículas. Porción media del margen anterior clipeal sin dientes apicales. Promesonoto variable ..... 30
- 30 (29) Antenas con un mazo apical bien definido de tres segmentos. Pecíolo con un pedúnculo anterior largo y nodo bien definido (Figura 15.125) ..... 31
- Antenas con mazo de un segmento o sin mazo apical definido, segmentos funiculares alargándose gradualmente hacia el ápice. Pecíolo (*pe*) sésil y con nodo poco diferenciado (Figura 15.144) ..... 32
- 31 (30) Aguijón con un proceso lameliforme translúcido apical o apicodorsal, en forma de espátula, triangular o dentiforme (Figura 15.142) (visible bajo un considerable aumento, > 60X). Mandíbulas con más de seis dientes ..... parte de *Tetramorium*
- Aguijón normal, sin proceso lameliforme. Mandíbulas con menos de seis dientes .....parte de *Wasmannia*
- 32 (30) Superficie dorsal de la cabeza con numerosos denticulos (Figura 15.143). Pronoto generalmente con más de dos pares de espinas o denticulos (Figura 15.144, *epr*). Primer tergo del gaster con numerosos tubérculos (Figura 15.144, *t1*) ..... parte de *Trachymyrmex*
- Superficie dorsal de la cabeza sin denticulos. Pronoto inerme; si se presentan tubérculos o espinas (Figura 15.148, *pr*) entonces el primer tergo del gaster es liso o longitudinalmente carenado (Figura 15.148, *cl*), sin tubérculos ..... 33
- 33 (32) Cabeza con su borde posterior semicircular en vista frontal (Figura 15.146). Surcos antenales profundos, divergiendo notablemente en dirección al margen posterior cefálico. Superficie dorsal del promesonoto continua, sin tubérculos. Superficie de la cabeza y el mesosoma fuertemente estriada o rugoreticulada, con frecuencia brillante. Pelos erectos del cuerpo generalmente cortos y esparcidos ..... *Procryptocerus*
- Cabeza con su borde posterior ligeramente bilobulado (Figura 15.147). Surcos antenales poco profundos y no tan divergentes. Superficie dorsal del promesonoto con tubérculos romos (Figura 15.148). Superficie de la cabeza y el mesosoma opaca y granulosa. Superficie del cuerpo con pelos largos y flexibles abundantes ..... parte de *Sericomyrmex*
- 34 (28) Lóbulos frontales (*l*) muy próximos entre sí; porción media posterior del clipeo (*cp*), entre los lóbulos, muy estrecha (Figuras 15.149, 15.151, 15.154) ..... 35
- Lóbulos frontales separados notablemente por la porción media posterior del clipeo (Figuras 15.155, 15.157) ..... 38
- 35 (34) Margen anterior del clipeo con un pelo medio largo, único, que se proyecta sobre las mandíbulas. Antenas con maza de tres segmentos (Figura 15.159). Mesosoma nunca con pelos escamiformes, tubérculos o espinas (excepto las espinas propodeales) ..... *Oxyepoecus*
- Margen anterior del clipeo sin un pelo único que se proyecte hacia adelante; en su lugar pueden haber dos o más pelos. Antenas sin mazo de tres segmentos. Mesosoma con pelos escamiformes, tubérculos o espinas ..... 36
- 36 (35) Superficie del cuerpo cubierta con pelos escamiformes (Figura 15.150). Hipostoma (*hi*) con expansiones anterolaterales dentiformes ..... *Myrmicocrypta*
- Superficie del cuerpo cubierta sin pelos escamiformes. Hipostoma sin dientes ..... 37
- 37 (36) Dorso pronotal con diez a doce espinas bien definidas (Figura 15.152a), 8 a 10 de las cuales están dispuestas en forma circular, con los restantes en el centro, cuando son vistos dorsalmente (Figura 15.152b). Unión entre el promesonoto y el propodeo moderadamente estrecha en vista lateral. Nodo del pecíolo con dos espinas dorsales bien definidas (Figura 15.152, *n*) ..... *Mycocepurus*



- Dorso pronotal inerme o con pequeños tubérculos irregulares (Figura 15.153, *pr*). Unión entre el pronoto y el mesonoto marcadamente estrecha en vista lateral. Superficie dorsal del nodo del peciolo inerme (Figura 15.153, *n*) ..... *Apterostigma*
- 38 (34) Cabeza al menos con un par de espinas o denticulos dorsales bien definidos (Figuras 15.160, 15.161) ..... 39
- Cabeza sin espinas, rara vez con un par de tubérculos dorsales (Figuras 15.162, 15.163) ..... 43
- 39 (38) Superficie dorsal y lados del pronoto formando una proyección en forma de triángulo; Brasil ..... *Mycetagroicus*
- Pronoto sin formar una proyección lateral en forma de triángulo ..... 40
- 40 (39) Angulos occipitales tridentados (Figura 15.161) ..... *Mycetarotes*
- Angulos occipitales no tridentados ..... 41
- 41 (40) Dorso del promesonoto con dos pares de espinas (Figura 15.156). Primer tergo del gaster liso, sin tubérculos (Figura 15.156, *t1*) ..... *Atta*
- Dorso del promesonoto con 3 o más pares de espinas (Figuras 15.144, 15.158). Primer tergo del gaster conspicuamente tuberculado (Figura 15.158, *t1*) ..... 42
- 42 (41) Mesosoma con la mayoría de las espinas de forma irregular (Figura 15.144, *epr*). Obreras monomórficas ..... parte de *Trachymyrmex*
- Mesosoma con la mayoría de las espinas uniformes (Figura 15.158, *epr*). Obreras polimórficas ..... *Acromyrmex*
- 43 (38) Porciones laterales del clípeo aplanadas dorsoventralmente y sobresaliendo a manera de un escudo que forma una pared en frente de las inserciones antenales ..... *Mycetophylax*
- Porciones laterales del clípeo no modificadas en la forma descrita arriba ..... 44
- 44 (43) Pronoto con prominentes tubérculos dorsales. Cuerpo con abundante pilosidad larga y flexible ..... 45
- Pronoto rara vez con tubérculos, generalmente inerme. Cuerpo generalmente con pelos cortos y esparcidos, rara vez con pilosidad larga y flexible ..... 46

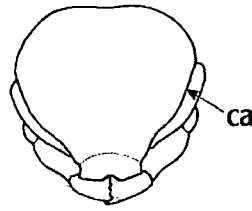


Figura 15.146

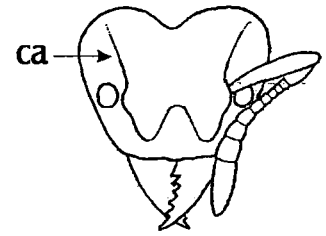


Figura 15.147

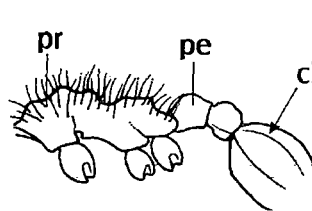


Figura 15.148

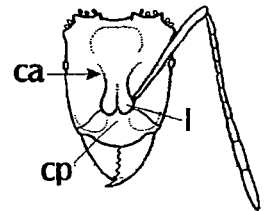


Figura 15.149

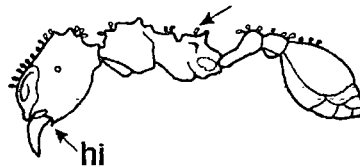


Figura 15.150

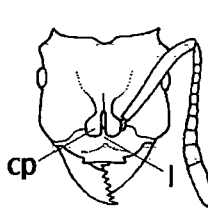


Figura 15.151

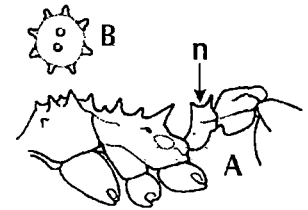


Figura 15.152

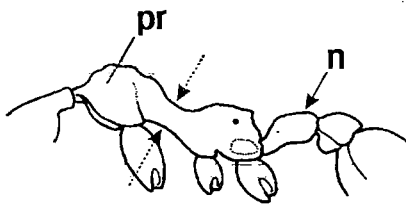


Figura 15.153

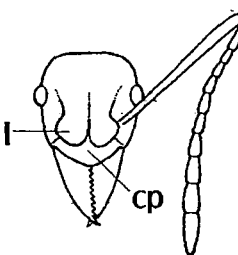


Figura 15.154

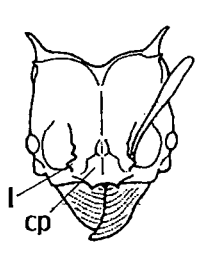


Figura 15.155

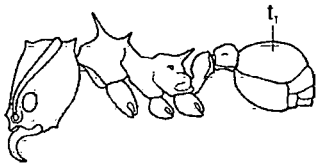


Figura 15.156

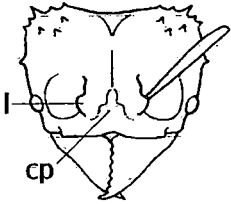


Figura 15.157

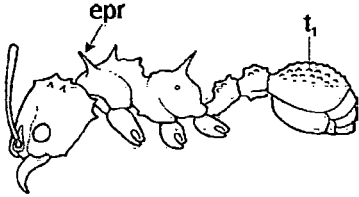


Figura 15.158

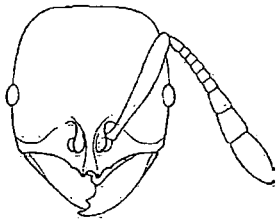


Figura 15.159

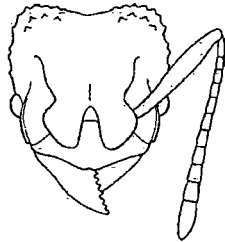


Figura 15.160

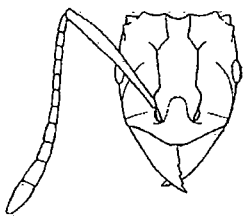


Figura 15.161

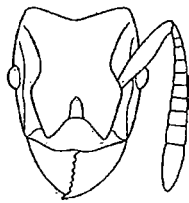


Figura 15.162

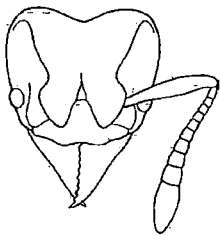


Figura 15.163

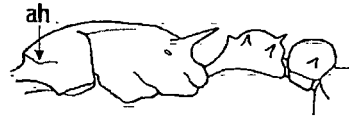


Figura 15.164



Figura 15.165

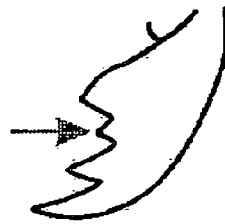


Figura 15.166

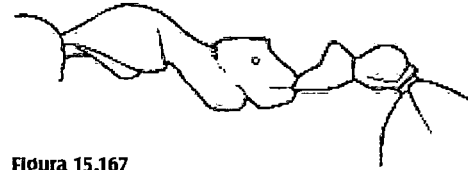


Figura 15.167

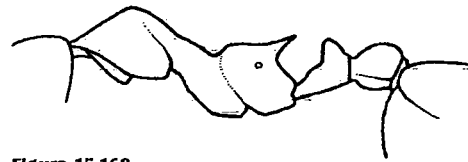


Figura 15.168

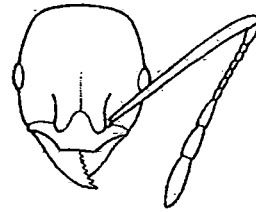


Figura 15.169

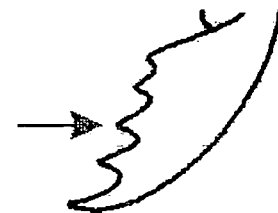


Figura 15.170

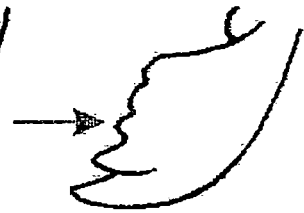


Figura 15.171

- 45 (44) Surcos antenales con márgenes ventrales definidos claramente detrás del nivel de los ojos (Figura 15.162) ..... *Mycetosoritis*
- Surcos antenales sin márgenes ventrales claramente definidos detrás del nivel de los ojos (Figura 15.163) ..... *Sericomyrmex*
- 46 (44) Ángulos humerales del pronoto bien definidos y algunas veces dentiformes (Figura 15.164, *ah*). Borde anterior del pronoto agudamente marginado. Pecíolo y/o pospecíolo generalmente con pequeños tubérculos o denticulos dorsales y laterales ..... parte de *Leptothorax*
- Ángulos humerales del pronoto redondeados o ligeramente angulados y borde anterior del pronoto redondeado (Figuras 15.167, 15.168); **de lo contrario** (Figura 15.165): Pecíolo y pospecíolo lisos, sin tubérculos ni denticulos ..... 47
- 47 (46) Propodeo con espinas (Figuras 15.165, 15.168), algunas veces muy cortas (Figura 15.167) ..... 48
- Propodeo completamente inerme (Figuras 15.172, 15.173, 15.176) ..... 49
- 48 (47) Mandíbulas con 4 dientes, el segundo diente preapical notablemente menor que los otros tres dientes (Figura 15.166). Perfil del propodeo aproximadamente al mismo nivel del promesonoto (Figura 15.165). Pronoto con ángulos humerales. Obreras monomórficas ..... *Ochetomyrmex*
- Mandíbulas con cuatro o más dientes que aumentan gradualmente en tamaño hacia el ápice (Figuras 15.169, 15.170, 15.171). Perfil del propodeo por lo general notablemente más abajo del nivel del promesonoto (Figuras 15.167, 15.168). Pronoto con o sin ángulos humerales. Obreras dimórficas ..... parte de *Pheidole*
- 49 (47) Antenas con siete a diez segmentos ..... 50
- Antenas con once segmentos ..... *Tranopelta*
- 50 (49) Antenas siempre con diez segmentos, los apicales nunca angostándose en su base. Clípeo bicarinado. Pecíolo casi sésil, pedúnculo extremadamente corto (Figura 15.173, *pe*). Hormigas muy pequeñas de menos de 3mm. .... *Xenomyrmex*
- Antenas variando desde 7 hasta 10 segmentos, al menos los apicales angostándose en su base (Figura 15.174). Clípeo sin carenas (Figura 15.175). Pecíolo pedunculado (Figura 15.176, *pe*). Hormigas de 3 mm o más ..... *Allomerus*
- 51 (25) Dorso del mesosoma formando una superficie continua aplanada o convexa en perfil, sin suturas impresas entre el promesonoto y el propodeo (Figuras 15.180, 15.181, 15.183) ..... 52
- Dorso del mesosoma discontinuo; si es aplanado, el promesonoto y el propodeo forman dos superficies separadas o divididas por una sutura bien impresa (Figuras 15.186, 15.187, 15.188, 15.189) ..... 58
- 52 (51) Margen ventral lateral de la cabeza con una carena longitudinal que comienza cerca de la mandíbula y se dirige hacia o cerca de la superficie occipita. México ..... *Myrmecina*
- Margen ventral de la cabeza sin una carena longitudinal ..... 53
- 53 (52) Espolones de las tibias media y posterior pectinados. Proceso metasternal consiste de un par de placas o lamelas, la línea media ventral no visible entre ellas. México ..... *Myrmica*
- Espolones de las tibias media y posterior simples. Proceso metasternal consiste de un par de placas o lamelas bajas, la línea media ventral visible entre ellas ..... 54
- 54 (53) Placas propodeales bidentadas (Figura 15.178, *pl*). Carena mesoepisternal sobresaliente y bien desarrollada (Figura 15.178, *em*). Borde masticador de las mandíbulas notablemente oblicuo (Figura 15.177). Nudo peciolar bajo e inconspicuo, mucho más largo que alto ..... *Hylomyrma*
- Placas propodeales a lo sumo cada una con un diente (Figuras 15.180, 15.181, 15.183). Carena mesoepisternal generalmente poco desarrollada. Borde masticador de las mandíbulas transverso. Nudo peciolar con frecuencia bien diferenciado, al menos en su cara anterior ..... 55
- 55 (54) Nudo peciolar con una corta y empinada cara anterior y una larga y moderadamente empinada cara dorsoposterior, alcanzando su máxima altura en o cerca de la cara anterior (Figura 15.180, *n*) (ápice del nudo con frecuencia terminando en un pequeño diente) ..... *Pogonomyrmex*
- Nudo peciolar redondeado (Figura 15.183) o subcuadrado en perfil (Figura 15.181), nunca como en la opción anterior y alcanzando su máxima altura hacia su longitud media o más atrás; ápice no terminando en forma de diente ..... 56
- 56 (55) Nudo peciolar corto, mucho más alto que largo en vista lateral y dos veces más ancho que largo en vista dorsal; pedúnculo peciolar muy largo ..... parte de *Leptothorax*

- Nudo peciolar al menos tan largo como alto en vista lateral y como mucho tan ancho como largo en vista dorsal (Figuras 15.181, 15.183); pedúnculo peciolar variable, pero nunca tan largo como arriba ..... 57
- 57 (56) Surcos antenales presentes. Carenas frontales por lo general extendiéndose casi hasta las esquinas occipitales (Figura 15.182, *ca*). Esquina anteroventral del pronoto redondeada. Aguijón con un apéndice lameliforme translúcido apical o apicodorsal, en forma de espátula, triangular o dentiforme (Figura 15.142) (visible bajo un considerable aumento, > 60X) ..... *Tetramorium*
- Surcos antenales ausentes. Carenas frontales cortas (Figura 15.184, *ca*) Esquina anteroventral del pronoto angulada. Aguijón simple, sin apéndice lameliforme translúcido ..... *Rogeria*
- 58 (51) Antenas con los antenómeros aumentando en tamaño sin formar una maza definida ..... 59
- Antenas con una maza definida de 3 ó 4 segmentos ..... 60
- 59 (58) Proceso metasternal grande o muy grande. Mandíbulas cortas y robustas, con sus márgenes externos fuertemente curvados hacia la línea media. Cabeza maciza, cuadrada a rectangular (Figura 15.190). México ..... *Messor*
- Proceso metasternal vestigial a ausente. Mandíbulas alargadas, márgenes externos no fuertemente curvados hacia la línea media (Figura 15.192) ..... parte de *Aphaenogaster*
- 60 (58) Antenas con un mazo apical de 4 segmentos ..... 61
- = Antenas con un mazo apical de 3 segmentos ..... 63
- 61 (60) Superficie laterales del cuerpo predominantemente lisas y brillantes. Impresión metanotal muy marcada, frecuentemente en forma de muesca (Figura 15.186, *im*) ..... parte de *Megalomyrmex*
- Superficie laterales del cuerpo esculpturadas y opacas; **de lo contrario:** sutura metanotal marcada, pero nunca en forma de muesca (Figura 15.187, *im*) ..... 62
- 62 (61) Mesosoma compacto; perfil del propodeo y el pronoto aproximadamente al mismo nivel. Propodeo inerme o con denticulos pequeños (Figura 15.187, *p*) ..... *Stenamma*
- Mesosoma esbelto; perfil del propodeo claramente por debajo del nivel del perfil del pronoto. Propodeo con espinas largas y agudas (Figura 15.188, *p*) ..... parte de *Aphaenogaster*
- 63 (60) Margen anterior del clipeo con un pelo apical central, que se destaca de los demás; raramente este pelo desplazado hacia un lado o reemplazado por un par de pelos muy cercanos entre sí ..... 64
- Margen anterior del clipeo sin un pelo apical central que se destaca de los demás ..... 65
- 64 (63) Mandíbulas con 3 ó 4 dientes. Propodeo usualmente sin dientes o ángulos (Figuras 15.189, 15.191) y sin carena transversa ..... *Monomorium*
- Mandíbulas con 5 o más dientes (figura 15.185). Propodeo a veces angulado o con espinas o denticulos. Declive del propodeo con una carena que forma un arco transverso sobre el declive y conectando los extremos de los lóbulos propodeales ..... parte de *Megalomyrmex*
- 65 (63) Cabeza y mesosoma sin pelos erectos visibles en sus superficies dorsales. Margen anterior clipeal elevado y ligeramente extendido sobre las mandíbulas. Hormigas monomórficas ..... parte de *Cardiocondyla*
- Cabeza y mesosoma con pelos erectos esparcidos a abundantes en sus superficies dorsales. Margen anterior clipeal no elevado ni extendido como en la opción anterior. Hormigas dimórficas y polimórficas ..... parte de *Pheidole*

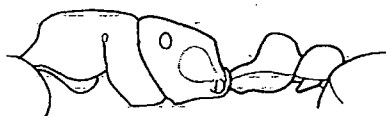


Figura 15.172

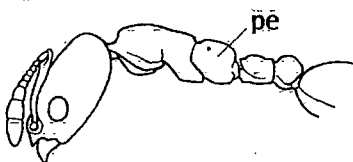


Figura 15.173

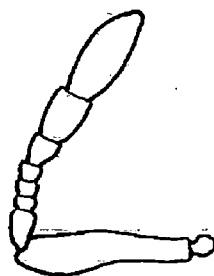


Figura 15.174



Figura 15.175

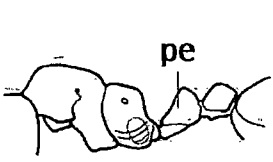


Figura 15.176

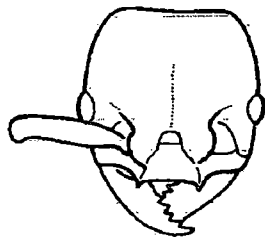


Figura 15.177

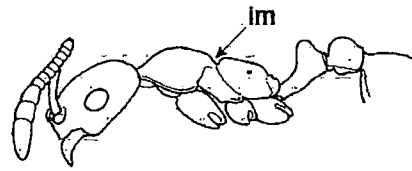


Figura 15.186

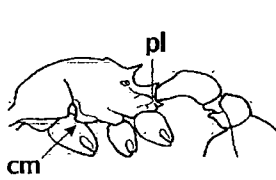


Figura 15.178

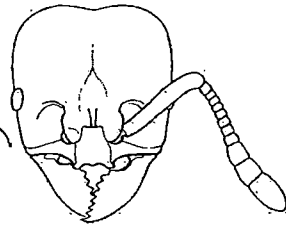


Figura 15.179

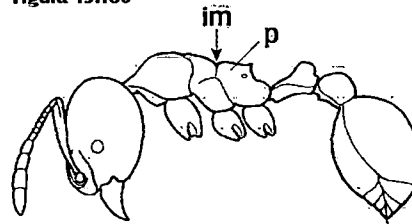


Figura 15.187

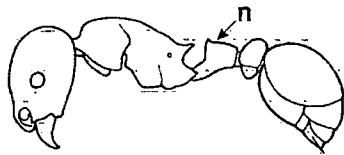


Figura 15.180

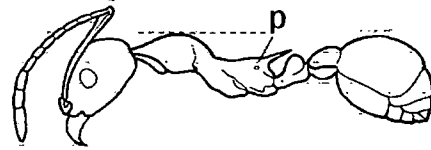


Figura 15.188



Figura 15.181

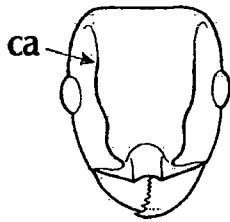


Figura 15.182

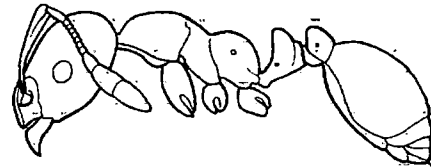


Figura 15.189

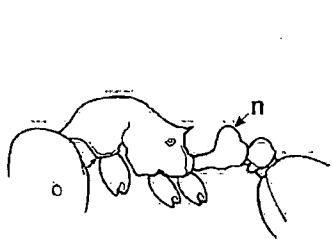


Figura 15.183

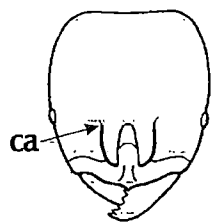


Figura 15.184

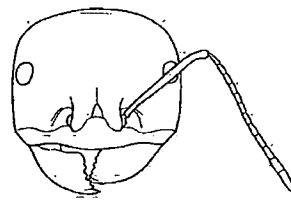


Figura 15.190

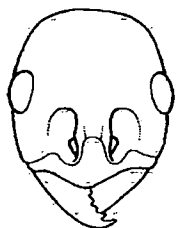


Figura 15.185

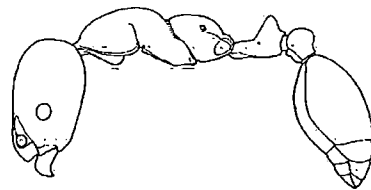


Figura 15.191

## Subfamilia Ponerinae

*E.E. Palacio y J.E. Lattke*

- 1 Mandíbulas alargadas y lineares, articuladas en medio del borde anterior cefálico (Figura 15.193), semiparalelas al estar cerradas y formando un ángulo de 180 grados cuando abiertas; gaster sin constricción obvia entre el primer y segundo segmento (Figura 15. 194, flecha) ..... 2
- Mandíbulas de forma variada (Figuras 15.198, 15.199, 15.200, 15.204), pero nunca semiparalelas al estar cerradas ni articuladas en medio del margen anterior cefálico. Gaster con constricción obvia entre el primer y segundo segmentos (Figuras 15.197, 15.201, 15.206, c) ..... 3
- 2 (1) Carena nucal convergiendo en forma de «V» en medio del margen posterior cefálico (Figura 15.195, *cn*); líneas apofisiales cefálicas presentes y bien definidas (Figura 15.195, *la*); nudo del pecíolo con ápice dorsal generalmente cónico o puntiagudo ..... *Odontomachus*
- Carena nucal formando una curva amplia no interrumpida a través del margen posterior cefálico (Figura 15.196, *cn*); líneas apofisiales ausentes; nudo del pecíolo varía desde escamiforme hasta bidentado pero no cónico o puntiagudo ..... *Anochetus*
- 3 (1) Pecíolo (*pe*) y primer segmento del gáster ampliamente articulados, separados entre sí por una constricción poco marcada (Figura 15.197). Lóbulo medio del clipeo (*cp*) amplio y con su margen anterior generalmente bordeado por múltiples dentículos (Figuras 15.198, 15.199) ..... 4
- Pecíolo y primer segmento del gaster unidos por una articulación muy estrecha, separados entre sí por una constricción muy marcada (Figuras 15.203, 15.206, 15.225). Si esto no se observa con claridad (Figuras 15.205, 15.215), entonces: lóbulo medio del clipeo variable, pero con su margen anterior nunca multidentado (Figuras 15.204, 15.211) ..... 5
- 4 (3) Mandíbulas largas y usualmente lineares, con más de tres dientes y separadas del clipeo cuando están cerradas (Figura 15.198) ..... *Amblyopone*
- Mandíbulas cortas y estrechas, con tres dientes y adyacentes al clipeo cuando están cerradas (Figura 15.199) ..... *Prionopelta*
- 5 (3) Mandíbulas muy largas y delgadas, provistas de tres ó cuatro dientes espiniformes muy esbeltos, el diente apical tocando las esquinas anterolaterales cefálicas opuestas cuando están cerradas. Inserciones antenales separadas entre sí por una distancia de más de 1/3 de la anchura de la cabeza (Figura 15.200) ... *Thaumatomyrmex*
- Mandíbulas triangulares (Figura 15.211) o falcadas (Figuras 15.216, 15.218); sin dientes tan extremadamente largos y nunca tocando las esquinas anterolaterales opuestas cuando están cerradas. Inserciones antenales (*i*) separadas entre sí por una distancia menor de 1/3 de la anchura de la cabeza (Figuras 15.216, 15.218) ..... 6
- 6 (5) Lóbulos frontales ausentes, las inserciones antenales están completamente expuestas en vista frontal (Figura 15.202) y originándose sobre repisa que se proyecta anteriormente de la cabeza de tal forma que las mandíbulas no son visibles frontalmente (Figuras 15.202, 15.203) ..... 7
- Lóbulos frontales (*l*) generalmente bien desarrollados y cubriendo en parte o completamente las inserciones antenales (Figuras 15.207, 15.216, 15.220); si estas últimas están expuestas (Figuras 15.204, 15.218, *i*), entonces las mandíbulas son claramente visibles frontalmente. Inserciones antenales ubicadas posteriores al clipeo de manera aparente y no proyectadas cómo anteriormente (Figura 15.205) ..... 8
- 7 (6) Segmento apical de las antenas notablemente engrosado y aproximadamente igual o más largo que los seis segmentos anteriores combinados (Figura 15.202); ápice del gaster notablemente encorvado antero-ventralmente (Figura 15.201) ..... *Discothyrea*
- Segmento apical de las antenas no muy engrosado y mucho más corto que los seis segmentos anteriores combinados; ápice del gáster dirigido posterior o ventralmente, nunca fuertemente encorvado (Figura 15.203) ..... *Probolomyrmex*
- 8 (6) Inserciones antenales en vista dorsal como mucho ligeramente cubiertas por los lóbulos frontales (Figura 15.204, *i*); lóbulos frontales muy sobresalientes en vista lateral (Figura 15.205, *l*). Perfil del mesosoma gradualmente convexo y sin suturas apreciables en vista dorsal. (Figura 15.205); ápice del gaster con frecuencia notablemente encorvado ..... *Proceratium*

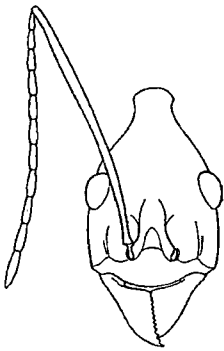


Figura 15.192

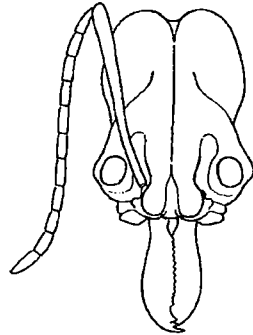


Figura 15.193

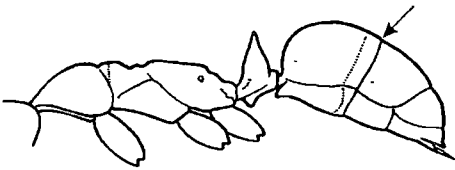


Figura 15.194

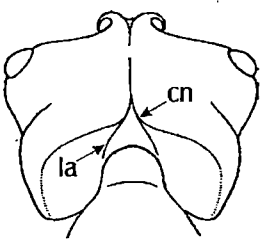


Figura 15.195

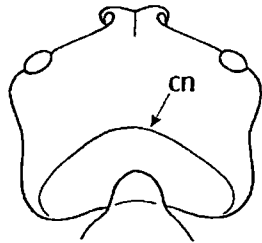


Figura 15.196

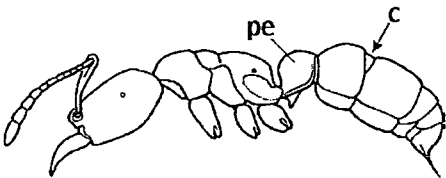


Figura 15.197

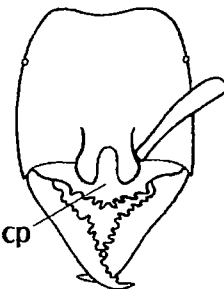


Figura 15.198

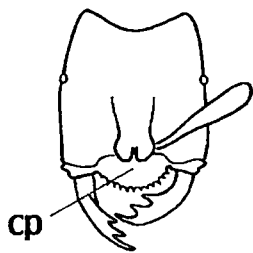


Figura 15.199

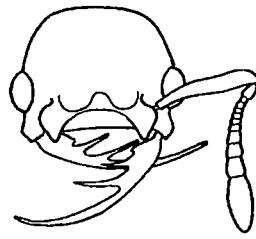


Figura 15.200

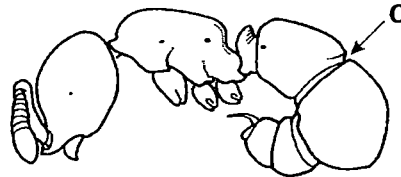


Figura 15.201

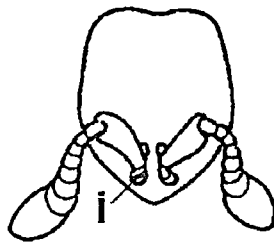


Figura 15.202

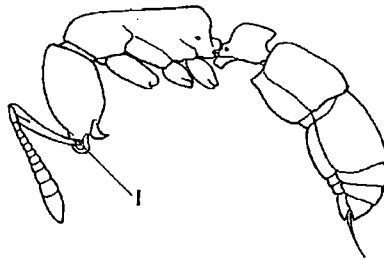


Figura 15.203

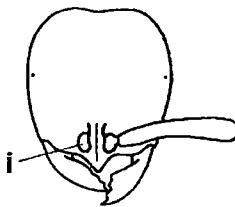


Figura 15.204

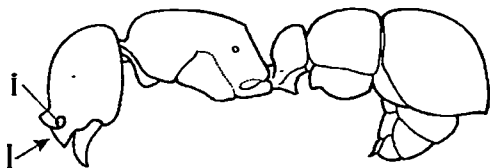


Figura 15.205

- Inserciones antenales (*i*) cubiertas en gran parte o completamente por los lóbulos frontales (Figuras 15.211, 15.216, 15.218), lóbulos frontales poco sobresalientes en vista lateral, **de lo contrario** (Figura 15.219, *l*): perfil del mesosoma irregular (promesonoto y propodeo formando convexidades separadas: Figura 15.219, *pm, p*). Ápice del gáster no encorvado anteroventralmente ..... 9
- 9 (8) Hormigas gigantes; anchura cefálica superior a 4mm ..... 10
- Hormigas usualmente de tamaño mediano a pequeño; anchura cefálica siempre menor de 4mm ..... 11
- 10 (9) Cabeza con surcos antenales que se extienden por encima y detrás de los ojos (Figura 15.206, *e*); dorso del pronoto con dos tubérculos laterales prominentes (Figura 15.206, *pr*); peciolo con pedúnculo anterior ..... *Paraponera*
- Surcos antenales ausentes y un par de dientes clipeales presentes (Figura 15.207, *d*); dorso pronotal sin tubérculos; peciolo sin pedúnculo anterior ..... *Dinoponera*
- 11 (9) Dorso de la cabeza con una costa media conspicua que va desde el borde posterior clipeal hasta o casi hasta el vértice (Figura 15.210, *co*); escapos antenales relativamente cortos y raramente alcanzando o sobrepasando escasamente los ángulos occipitales ..... 12
- Dorso de la cabeza sin costa media o con una incompleta; si se presenta costa (género *Ectatomma*) entonces los escapos antenales largos y sobrepasando claramente los ángulos occipitales (Figura 15.214)..... 13
- 12 (11) Garras tarsales con un lóbulo basal prominente y un largo diente preapical. Fórmula palpal 6,4. Propodeo (*p*) con espinas prominentes (Figura 15.208) ..... *Acanthoponera*
- Garras tarsales sencillas, sin un lóbulo basal y sin diente preapical. Fórmula palpal 4,3. Propodeo angulado o con dientes cortos (Figura 15.209A, B) ..... *Heteroponera*
- 13 (11) Lóbulos frontales (*l*) separados notablemente por la porción media posterior del clipeo (*cp*) (Figuras 15.211, 15.216) ..... 14
- Lóbulos frontales muy próximos entre sí; porción media posterior del clipeo, entre los lóbulos, muy estrecha (Figuras 15.218, 15.220, 15.222) ..... 17
- 14 (13) Antenas con un mazo apical de tres ó cuatro segmentos bien definido. Garras tarsales simples. Ojos reducidos, con menos de 15 facetas o aparentemente ausentes. Peciolo pedunculado y con un proceso anteroventral prominente (Figura 15.212) ..... *Typhlomyrmex*
- Antenas sin mazo apical definido. Garras tarsales de las patas anteriores y/o medias y traseras con un diente preapical que puede estar en posición media o basal. Ojos con frecuencia bien desarrollados. Peciolo sésil o pedunculado, con o sin proceso anteroventral ..... 15
- 15 (14) Cuerpo opaco y sin pelos erectos, cubierto con una pubescencia que da al tegumento una apariencia verde amarillenta o plateada. Peciolo semirectangular o semicilíndrico, con su cara posterior cóncava (Figura 15.213, *pe*) ..... *Platythyrea*
- Cuerpo generalmente brillante y siempre con al menos algunos pelos erectos. Peciolo variable, nunca como el anterior (Figuras 15.214, 15.215) ..... 16
- 16 (15) Mesonoto prominente en perfil, conspicuamente diferenciado del propodeo por una profunda fisura transversa (Figura 15.214, *me*). Pronoto usualmente con dos ó tres tubérculos; ápice de la protibia, en vista lateral externa, con una seta cerca de la base del espolón; dorso metacoxal inerme ..... *Ectatomma*
- Mesonoto no prominente en perfil (Figura 15.215, *me*), propodeo y mesonoto formando una superficie continua o casi continua en perfil. Pronoto inerme, sin tubérculos; ápice de la protibia sin una seta cerca de la base del espolón; dorso metacoxal frecuentemente con espina o lóbulo ..... *Gnamptogenys*
- 17 (13) Garras tarsales de las patas frontales con frecuencia finamente pectinadas, raramente con uno ó dos dientes preapicales. Clipeo (*cp*) algunas veces con una carena media longitudinal y con su margen anterior sobresaliente y triangular (Figuras 15.217, 15.218). Mandíbulas alargadas y esbeltas, con su margen masticador oblicuo y usualmente sin dientes preapicales conspicuos ..... *Leptogenys*
- Garras tarsales de las patas frontales inermes o a lo sumo con un diente preapical. Clipeo usualmente sin carena media longitudinal; margen anterior variable y rara vez sobresaliente y triangular; **de lo contrario** (Figuras 15.220, 15.222): mandíbulas generalmente triangulares o semitriangulares; si son alargadas y esbeltas, entonces presentan dientes preapicales conspicuos ..... 18
- 18 (17) Mandíbulas alargadas, margen masticador notablemente oblicuo y con 3 a 5 dientes grandes (Figuras 15.220, 15.222). Lóbulo medio clipeal ampliamente triangular y proyectado sobre el resto del clipeo. Ojos generalmente conformados por una sola faceta aumentada o ausentes (Figura 15.219) ..... 19
- Mandíbulas más o menos triangulares, con numerosos dientes y/o denticulos en su margen masticador. Lóbulo medio del clipeo nunca de forma triangular y no proyectado hacia adelante. Ojos variables (Figuras 15.225, 15.227) ..... 20



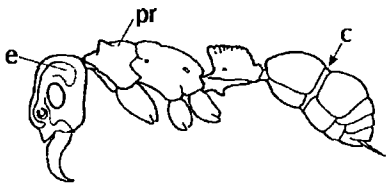


Figura 15.206

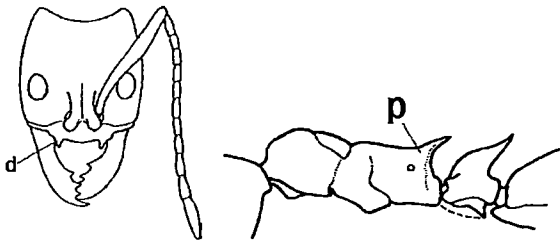


Figura 15.207

Figura 15.208

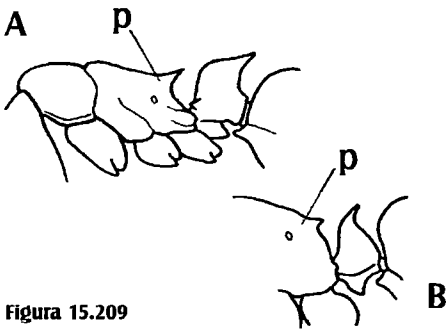


Figura 15.209

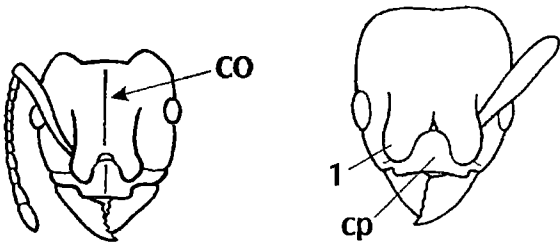


Figura 15.210

Figura 15.211



Figura 15.212

Figura 15.213

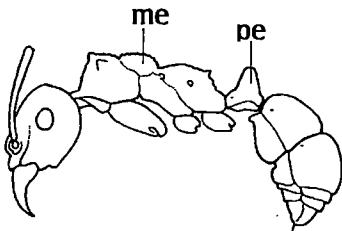


Figura 15.214

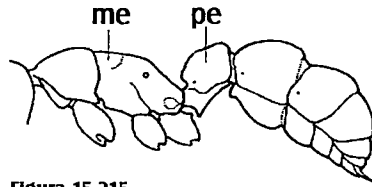


Figura 15.215

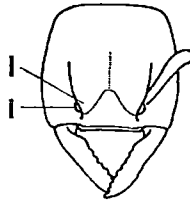


Figura 15.216

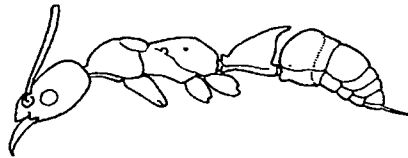


Figura 15.217

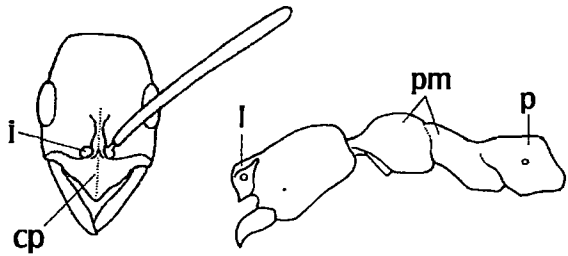


Figura 15.218

Figura 15.219

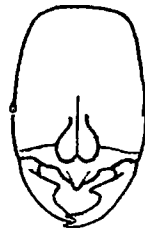


Figura 15.220

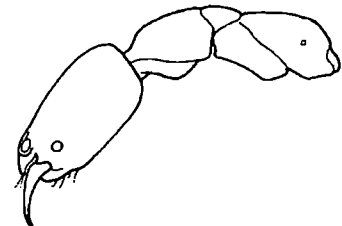


Figura 15.221

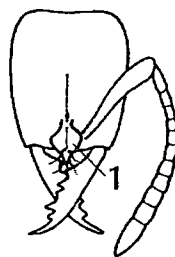


Figura 15.222



Figura 15.223

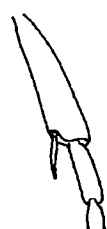


Figura 15.224

19 (18) Mandíbulas frecuentemente entrecruzadas en sus puntas y con 5 o raramente 6 dientes (Figura 15.222). Lóbulos frontales no elevados sobre el plano del frente cefálico en perfil (Figura 15.221) ..... *Belonopelta*

- Mandíbulas no entrecruzadas en sus puntas con 3 o 4 dientes, y algunas veces también con 1 a 3 pequeños denticulos en la diastema entre los dientes 2 y 3 (Figura 15.220). Lóbulos frontales abruptamente elevados sobre el plano del frente cefálico en perfil ..... *Simopelta*

20 (18) Cara externa de los basitarsos posteriores con numerosas setas espiniformes (Figura 15.226). Cápsula cefálica más ancha que larga (Figura 15.228). Ojos ausentes ..... *Centromyrmex*

- Cara externa de los basitarsos posteriores sin setas espiniformes. Cápsula cefálica casi siempre al menos li-

geramente más larga que ancha. Ojos variables (Figura 15.225, 15.227), rara vez ausentes ..... 21

21 (20) Tibias media y trasera con 2 espuelas apicales, la espuela externa simple y frecuentemente de la mitad, o menos, del largo de la interna que es pectinada (Figura 15.223) ..... 22

- Tibias media y trasera con una sola espuela apical (Figura 15.224) ..... *Hypoponera*

22 (21) Porción basal de la mandíbula con un orificio o fóvea circular a semicircular. Cabeza sin carena preocular (Figura 15.229) ..... *Cryptopone*

- Porción basal de la mandíbula sin orificio circular. Cabeza frecuentemente con una carena preocular extendiéndose desde el margen posterior del clipeo hasta el borde anterior del ojo (Figura 15.225, *cap*) ..... *Pachycondyla*

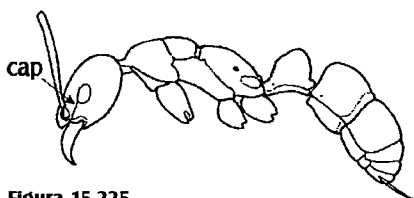


Figura 15.225



Figura 15.227

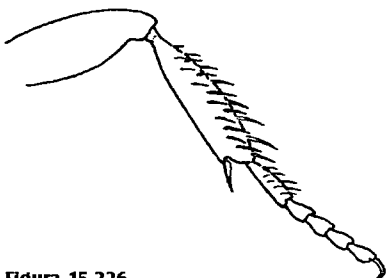


Figura 15.226

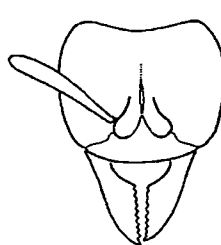


Figura 15.228

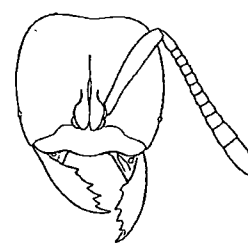


Figura 15.229

### Subfamilia Pseudomyrmecinae

1 Antenas de 12 segmentos (Figura 15.230) ..... *Pseudomyrmex*

- Antenas de 11 segmentos (Figura 15.231); Guyana y Brasil ..... *Myrcidris*

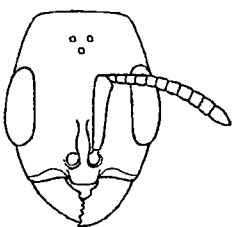
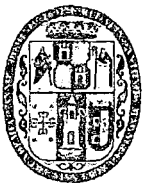


Figura 15.230



Figura 15.231



***Se recomienda citar como:***

**Alvarez J.K. 2012.** Composición y Diversidad de Hormigas Asociadas a Árboles Mirmecófilos en una Gradiente Altitudinal en el Parque Nacional del Manu. Tesis para optar al Título Profesional de Biólogo. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú., pp. 71.