

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA



UNAP FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Escuela de Formación Profesional
de Biología

**“ESTABLECIMIENTO INICIAL DE HORMIGAS EN *Tachigali ptychophysca*
Spruce ex Benth, 1870 (FABACEAE) EN BOSQUES DE ARENA BLANCA
DE LA RESERVA NACIONAL ALLPAHUAYO-MISHANA, LORETO, PERÚ”**

Tesis

Requisito para optar el título profesional de

BIÓLOGO

AUTOR:

Br. Mauro Olórtegui Zumaeta

IQUITOS-PERÚ

2013

JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR

.....

Blgo. Arturo Acosta Díaz, Dr.

Presidente

.....

Blga. Nora Bendayan Acosta, MSc.

Miembro

.....

Blga. Meri Nancy Arévalo García

Miembro

ASESOR

.....

Blgo. Roberto Pezo Díaz, Dr.

Asesor



UNAP

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
Dirección de Escuela Profesional de
Ciencias Biológicas

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Iquitos, 14 de junio de 2013

En la ciudad de Iquitos, a los catorce (14) días del mes de junio de 2013 y, siendo las 16:25 horas; se reunió en el Auditorio de las Direcciones de Escuelas de la Facultad de Ciencias Biológicas-UNAP, el Jurado Calificador y Dictaminador de Tesis que suscribe, designado con RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 049-2007-DEFP-B-UNAP, presidido e integrado por **Blgo. ARTURO ACOSTA DÍAZ, Dr., Presidente**; **Blga. NORA YONNY BENDAYÁN ACOSTA, M.Sc. Miembro**; y **Blga. MERI NANCY ARÉVALO GARCÍA, Miembro**; para escuchar, examinar y calificar la sustentación y defensa de la tesis titulada: **"ESTABLECIMIENTO INICIAL DE HORMIGAS EN *Tachigall ptychophysca* Spruce ex. Benth (FABACEAE) EN BOSQUE DE ARENA BLANCA EN LA RESERVA NACIONAL ALPAHUAYO - MISHANA, LORETO - PERÚ"**, realizado por el bachiller de la Facultad de Ciencias Biológicas-Escuela Profesional de Ciencias Biológicas: **MAURO OLORTEGUI ZUMAETA** de la Promoción II-2002, graduado de bachiller con RESOLUCIÓN RECTORAL N° 1063-2003-UNAP, de fecha 21 de mayo de 2003; reconociendo como asesor: **Blgo. ROBERTO PEZO DÍAZ, Dr.**

Durante todo el desarrollo de la sustentación y defensa de la tesis, el Jurado Calificador y Dictaminador, considerando lo establecido en el nuevo Reglamento de Grados y Títulos, aprobada y puesta en vigencia mediante RESOLUCIÓN DECANAL N° 206-2012-FCB-UNAP; realizó la evaluación del desempeño del bachiller, considerando los criterios y el puntaje consignados en la tabla de valoración.

Culminado el acto, el Jurado Calificador y Dictaminador, con el puntaje alcanzado por el bachiller y, aplicando los términos establecidos en la tabla de calificación; dio como veredicto que **LA SUSTENTACIÓN DE LA TESIS HA SIDO CALIFICADA COMO: EXCELENTE**; quedando en consecuencia el candidato apto para ejercer la profesión de Biólogo, previa otorgamiento del Título Profesional por la autoridad universitaria competente y, su correspondiente inscripción al Colegio de Biólogos del Perú.

Finalmente, el Presidente del Jurado Calificador y Dictaminador levantó la sesión siendo las 17:10 horas y en fe de lo cual, todos los integrantes suscriben la presente Acta de Sustentación por triplicado.


Arturo Acosta Díaz
PRESIDENTE


Nora Yonny Bendayán Acosta
MIEMBRO


Meri Nancy Arévalo García
MIEMBRO

DEDICATORIA

A toda mi familia por el apoyo incondicional durante mis años de estudio, y en especial a mi señora madre por su invaluable sacrificio y dedicación en mi crianza y educación brindándome toda su confianza, para ver cristalizar el sueño de su hijo.

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Nacional de la Amazonía Peruana-Facultad de Ciencias Biológicas**, en especial a la plana docente, por la formación académica otorgada durante los años de estudio.

Al **Lic. Zool. Andrés E. Mármol Burgos** (†) y al **Dr. Roberto Pezo Díaz**, por el apoyo desinteresado en el asesoramiento, material bibliográfico, recomendaciones y sugerencias prestadas en durante el desarrollo de tesis.

A los **Blgos. Jimmy Laiche, Manuel López Zumaeta y Elvis Valderrama**, y al **Sr. Rogelio Rivadeneyra Arévalo** por su apoyo desinteresado durante la fase de campo.

A los **Blgos. Marco A. Ríos Paredes, Nallaret Dávila Cardoso, Ricardo Zarate y John Elvis Paredes** por el acompañamiento en el trabajo de campo y sugerencias para el desarrollo de la tesis.

A los **Drs. Roosevelt García Villacorta** de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana; **Paul Fine Profesor** de Ecología y Biología evolucionaría de la Universidad de Michigan y **John E. Lattke** del Museo del Instituto de Zoología Agrícola de la Universidad Central de Venezuela por la facilitación de bibliografía.

A los **Drs. Lupita Alvis** y **Steve Yanoviak** por sus enseñanzas en la identificación de hormigas neotropicales.

A los **Drs. John T. Longino** del Lab I, The Evergreen State Collage-USA y **Philip S. Ward** del Departamento de Entomología de la Universidad de California, por el apoyo bibliográfico y consejos en la identificación de hormigas neotropicales.

Al **Dr. Carlos Roberto Fonseca** del Laboratorio de Interacción Animal-Planta-UNISINOS-Brasil, por el apoyo en la facilitación de bibliografía y comentarios durante el desarrollo del proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Págs.
JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR	ii
ASESOR.....	iii
COPIA DE ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE FOTOS	xv
RESUMEN	xix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1 Área de Estudio.....	13
3.2 Métodos.....	14
3.2.1 Zonas de muestreo	14
3.2.2 Tiempo de muestreo	14
3.2.3 Especie vegetal en estudio	15
3.2.3.1 Clasificación taxonómica de <i>Tachigali ptychophysca</i> (APG III, 2009)	15
3.2.3.2 Aspectos botánicos de <i>Tachigali ptychophysca</i>	16

3.2.3 Registro de datos	17
3.2.3.1 Altura de la planta y formación de domacios	21
3.2.3.2 Altura de la planta y colonización inicial.....	22
3.2.3.3 Hormigas asociadas a <i>Tachigali ptychophysca</i> al inicio de la interacción y en diferentes tallas de la planta	25
3.2.3.4 Número de hormigas obreras por domacio al inicio de la interacción y en diferentes tallas de la planta.....	26
3.2.3.5 Tamaño de domacios al inicio de la interacción y en las diferentes tallas de la planta.....	28
3.2.3.6 Estructura y tamaño de la colonia de hormigas en plantas jóvenes de <i>Tachigaly ptychophysca</i>	28
3.2.3.7 Morfológicas de <i>Tachigali ptychophysca</i>	29
3.2.4 Análisis de datos.....	29
IV. RESULTADOS.....	30
4.1 Altura de la planta y formación de domacios.....	30
4.2 Altura de la planta y colonización inicial	33
4.3 Hormigas asociadas a <i>Tachigali ptychophysca</i> al inicio de la interacción y en las diferentes tallas de la planta	36
4.4 Número de hormigas obreras por domacio al inicio de la interacción y en diferentes tallas de la planta	43
4.5 Tamaño de domacios al inicio de la interacción como en diferentes tallas de la planta.....	47

4.6 Estructura y tamaño de la colonia de hormigas en plantas jóvenes de <i>Tachigali ptychophysca</i>	50
4.7 Morfología de <i>Tachigali ptychophysca</i>	54
V. DISCUSIÓN	62
5.1 Altura de la planta y formación de domacios.....	62
5.2 Altura de la planta y colonización inicial	63
5.3 Hormigas asociadas a <i>Tachigali ptychophysca</i> al inicio de la interacción y en diferentes tallas de la planta	66
5.4 Número de hormigas obreras por domacio al inicio de la interacción y en diferentes tallas de la planta	69
5.5 Tamaño de domacios al inicio de la interacción y en las diferentes tallas de la planta.....	71
5.6 Estructura y tamaño de la colonia de hormigas en plantas jóvenes de <i>Tachigali ptychophysca</i>	72
5.7 Morfología de <i>Tachigali ptychophysca</i>	73
VI. CONCLUSIONES.....	74
VII. RECOMENDACIONES.....	76
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
ANEXOS	87

ÍNDICE DE TABLAS

	Págs.
Tabla 1. Cantidad de plantas de <i>Tachigali ptychophysca</i> con y sin domacios registradas por zona de muestreo en la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana, Loreto, Perú	30
Tabla 2. Frecuencia de plantas de <i>Tachigali ptychophysca</i> con y sin domacios según rango de altura	31
Tabla 3. Frecuencia de plantas de <i>Tachigali ptychophysca</i> con un sólo domacio según rango de altura	31
Tabla 4. Frecuencia de plantas de <i>Tachigali ptychophysca</i> según rango de altura y tipo de domacio.	33
Tabla 5. Frecuencia de plantas de <i>Tachigali ptychophysca</i> con ≤ 1.50 m de altura según composición de domacio tiernos que presentan agujeros	34
Tabla 6. Frecuencia de plantas de <i>Tachigali ptychophysca</i> habitadas por hormigas según rango de altura.....	37
Tabla 7. Frecuencia de plantas de <i>Tachigali ptychophysca</i> según género de hormigas por rango altura.....	38
Tabla 8. Frecuencia de géneros de hormigas habitando plantas de <i>Tachigali ptychophysca</i> ≤ 1.50 m de altura según presencia de reinas fundadoras, colonias incipientes y colonias maduras en domacios tiernos.....	39
Tabla 9. Estructura y tamaño de la colonia de <i>Azteca</i> en plantas de <i>Tachigali ptychophysca</i> ≤ 3.00 m de altura que presentan domacios completamente formados.....	53

Tabla 10. Estructura y tamaño de la colonia de <i>Myrmelachista</i> en plantas de <i>Tachigali ptychophysca</i> \leq 3.00 m de altura que presentan domacios completamente formados.....	53
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

	Págs.
Figura 1. Mapa de ubicación de las zonas de muestreo dentro de la Reserva Nacional Allpahuato-Mishana, Loreto, Perú.....	13
Figura 2. Altura de plantas de <i>Tachigali ptychophysca</i> según presencia y ausencia de domacios.....	32
Figura 3. Altura de plantas de <i>Tachigali ptychophysca</i> ≤ 1.50 m según presencia y ausencia de agujeros en los domacios	35
Figura 4. Altura de plantas de <i>Tachigali ptychophysca</i> ≤ 1.50 m habitadas por reinas fundadoras y colonias incipientes en domacios	36
Figura 5. Altura de plantas de <i>Tachigali ptychophysca</i> ≤ 1.50 m habitadas sólo por hormigas reinas fundadoras en domacios tiernos	40
Figura 6. Altura de plantas de <i>Tachigali ptychophysca</i> ≤ 1.50 m habitadas por hormigas formando sólo colonias incipientes en domacios tiernos	41
Figura 7. Altura de plantas de <i>Tachigali ptychophysca</i> ≤ 1.50 m habitadas por hormigas formando colonias incipientes y reinas fundadoras en domacios tiernos.....	42
Figura 8. Altura de plantas de <i>Tachigali ptychophysca</i> ≤ 1.50 m con domacios formados habitadas por hormigas formando colonias maduras	43
Figura 9. Número de hormigas obreras de colonias incipientes habitando domacios tiernos en plantas de <i>Tachigali ptychophysca</i> ≤ 1.50 m de altura	44

Figura 10. Número de hormigas obreras habitando domacio formados en plantas de <i>Tachigali ptychophysca</i> \leq 1.50 m de altura.....	45
Figura 11. Número de obreras habitando domacio formados en plantas de <i>Tachigali ptychophysca</i> $>$ 1.50 m de altura.....	46
Figura 12. Tamaño de domacios en plantas de <i>Tachigali ptychophysca</i> \leq 1.50 m de altura, según tipo de domacio	47
Figura 13. Tamaño de domacios en plantas de <i>Tachigali ptychophysca</i> $>$ 1.50 m de altura, según rango de talla	48
Figura 14. Relación entre el volumen de domacios y el número de obreras de hormigas <i>Azteca</i> en colonias incipientes de <i>Tachigali ptychophysca</i> \leq 1.50 m de altura	49
Figura 15. Relación entre el volumen de domacios y el número de obreras de hormigas <i>Myrmelachista</i> en colonias incipientes de <i>Tachigali ptychophysca</i> \leq 1.50 m de altura	50
Figura 16. Relación entre el volumen de domacios y el número de obreras <i>Azteca</i> en plantas de <i>Tachigali ptychophysca</i> \leq 3.00 m de altura que presentan domacios completamente formados	51
Figura 17. Relación entre el volumen de domacios y el número de obreras <i>Myrmelachista</i> en plantas de <i>Tachigali ptychophysca</i> \leq 3.00 m de altura que presentan domacios completamente formados.....	52

ÍNDICE DE FOTOS

	Págs.
Foto 1. Plantas jóvenes de <i>Tachigali ptychophysca</i> en bosques de arena blanca.....	20
Foto 2. Planta joven de <i>Tachigali ptychophysca</i> de 30 cm de altura sin ningún domacio	20
Foto 3. Planta joven de <i>Tachigali ptychophysca</i> de 40 cm de altura con y sin domacios.....	21
Foto 4. Domacio inicial en planta joven de <i>Tachigali ptychophysca</i> de 40 cm de altura	22
Foto 5. Domacios tiernos sin agujeros en planta joven de <i>Tachigali ptychophysca</i> de 58 cm de altura	23
Foto 6. Domacio tierno con agujero sellado en planta joven de <i>Tachigali ptychophysca</i> de 65 cm de altura	24
Foto 7. Domacio formado con agujeros abiertos en planta joven de <i>Tachigali ptychophysca</i> de 93 cm de altura.....	24
Foto 8. Hormigas sobre domacio formado con agujeros abiertos en planta joven de <i>Tachigali ptychophysca</i> de 93 cm de altura.....	25
Foto 9. Reina de hormiga <i>Azteca</i>	26
Foto 10. Reina de hormiga <i>Myrmelachista</i>	26
Foto 11. Obrera de hormiga <i>Azteca</i>	27
Foto 12. Obrera de hormiga <i>Myrmelachista</i>	27

Foto 13.	Plantas jóvenes de <i>Tachigali ptychophysca</i> (con cintas rojas) de tamaño variado	54
Foto 14.	Planta joven de <i>Tachigali ptychophysca</i> de 1.22 m sin ramificación con domacios formados y estípula bifoliada	55
Foto 15.	Tallo de planta joven de <i>Tachigali ptychophysca</i> de 1.22 m de altura con ritidoma liso	55
Foto 16.	Tallo de planta joven de <i>Tachigali ptychophysca</i> de 2.33 m de altura con ritidoma papiráceo	56
Foto 17.	Tronco cilíndrico de árbol de <i>Tachigali ptychophysca</i> de 22 m de altura con ritidoma reticulado	56
Foto 18.	Hojas en individuo joven de <i>Tachigali ptychophysca</i> de 8 cm de altura	57
Foto 19.	Hoja de individuo joven de <i>Tachigali ptychophysca</i> de 50 cm de altura con domacio tierno	57
Foto 21.	Individuo joven de <i>Tachigali ptychophysca</i> de 7 cm de altura con estípulas lineales	58
Foto 22.	Individuo joven de <i>Tachigali ptychophysca</i> de 1m de altura con estípulas bifoliadas.....	58
Foto 23.	Corte longitudinal de domacio tierno mostrando médula central.....	59
Foto 24.	Corte transversal de domacio tierno mostrando médula central	59
Foto 25.	Corte longitudinal de domacio formado sin médula central.....	60
Foto 26.	Corte transversal de domacio formado sin médula central	60

ÍNDICE DE ANEXOS

	Págs.
Anexo 1. Ficha de Registro de datos	88
Anexo 2. Proceso de toma de datos e identificación en el estudio del “Establecimiento inicial de hormigas en <i>Tachigali ptychophysca</i> Spruce ex Benth, 1876 (Fabaceae) en bosques de arena blanca en la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana, Loreto, Perú”	89
Anexo 3. Representación esquemática de las partes de una hormiga.....	90
Anexo 4. Principales partes de una hormiga para la identificación de géneros.	91
Anexo 5. Guía rápida para el reconocimiento de subfamilias de hormigas obreras que habitan en <i>Tachigali ptychophysca</i> , en la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana, Loreto, Perú	92
Anexo 6. Guía rápida para el reconocimiento del género de la subfamilia Dolichoderinae que habita en <i>Tachigali ptychophysca</i> en la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana, Loreto, Perú	93
Anexo 7. Guía rápida para el reconocimiento del género de la subfamilia Formicinae que habita en <i>Tachigali ptychophysca</i> en la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana, Loreto, Perú	94
Anexo 8. Guía rápida para el reconocimiento del género de la subfamilia Myrmicinae que habita en <i>Tachigali ptychophysca</i> en la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana, Loreto, Perú	95

Anexo 9. Guía rápida para el reconocimiento del género de la subfamilia <i>Pseudomyrmecinae</i> que habita en <i>Tachigali ptychophysca</i> en la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana, Loreto, Perú	96
Anexo 10. Datos registrados de 163 plantas de <i>Tachigali ptychophysca</i> habitadas por hormigas en la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana, Loreto, Perú.....	97
Anexo 11. Flujograma resumen de frecuencia de individuos de <i>Tachigali ptychophysca</i> registrados en la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana, Loreto, Perú.....	101
Anexo 12. Estado de desarrollo de plantas.....	102

RESUMEN

Se estudió la interacción entre *Tachigali ptychophysca* que crece sobre bosques de arena blanca de la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana y sus hormigas asociadas, con el objetivo de determinar el momento inicial de la asociación mutualista planta-hormiga y cómo se mantiene la interacción a través del tiempo, en relación a la formación de domacios, la altura de la planta y el género de hormiga. En campo se midieron los individuos de *T. ptychophysca*, se registró el número de hojas con domacio y sin ellos, estadio del domacio, presencia de orificios, y presencia de hormigas; mientras que en laboratorio se midieron los domacios, se contó la cantidad de hormigas por domacio y se realizó la identificación respectiva hasta género. La frecuencia de la aparición de los primeros domacios y hormigas reinas juntamente con colonias incipientes en plantas jóvenes mostró que el establecimiento inicial de hormigas en *T. ptychophysca* se da a temprana edad de la planta, individualmente con hormigas de los géneros *Azteca* y *Myrmelachista*. La relación entre hormiga respecto a la altura de la planta y al tamaño del domacio revelaron competencia inter-específica con el consecuente desplazamiento de *Myrmelachista* por parte de *Azteca* en la ontogenia de la planta. Pudiendo además ambos géneros coexistir en plantas de poca altura, en cambio *Azteca* llega a ser dominante en plantas de mayor tamaño. Los resultados mostraron que *Solenopsis*, *Pheidole* y *Pseudomyrmex* pueden estar presentes como géneros facultativos.

I. INTRODUCCIÓN

La Mirmecofilia o Mirmecofitismo, es un tipo de interacción simbiótica que se establece entre plantas y hormigas donde ambos obtienen beneficio mutuo a nivel individual y poblacional (Davidson & McKey, 1993a; Bronstein, 1994; Thomson, 2003), donde incluyen varias formas de asociaciones como el cultivo de jardines epífitos, dispersión de semillas y la interacción defensiva de la planta por parte de la hormiga, en esta última interacción las plantas proveen sitios de nidificación y/o alimento para su hormiga simbionte a través de adaptaciones morfológicas y bioquímicas; a cambio de esto, las hormigas residentes defienden a la planta contra herbívoros, hongos patógenos (Janzen, 1966; Janzen, 1969; Risch & Rickson, 1981; Benson, 1985; Letourneau, 1990; Davidson & McKey, 1993b; McKey *et al.*, 1993; Jolivet, 1996; Cronin, 1998; Del Val & Dirzo, 2004), plantas epífitas, o plantas que se establecen cerca del tronco de la mirmecófita (Janzen, 1966; Janzen, 1969; Renner & Ricklefs, 1998; Morawetz *et al.* 1992, Frederickson *et al.*, 2005).

Mayormente la planta mirmecófita hospeda a múltiples especies de hormigas (Longino, 1989; Fonseca y Ganade, 1996). Estas hormigas a menudo varían con respecto a sus características que pueden influenciar sus respuestas a estímulos espontáneos de comportamiento defensivo tal como agresividad, estructura de la colonia, comportamiento forrajero, historia evolutiva (Davidson & McKey, 1993b). Las hormigas anidan dentro de estructuras denominadas “mirmecodomacios” o simplemente “domacios” y pueden constituir el tronco hueco de la planta, así como

otras estructuras vegetales modificadas provistas de cavidades que dan albergue a la colonia, como espinas, ramas, estipulas, peciolos, raquis o lámina de hojas (Janzen, 1966; Janzen 1969; McKey, 1984; Benson, 1985; Longino, 1991; Fiala & Maschwitz; 1992; Fonseca, 1994; Del Val & Dirzo, 2004).

Tachigali ptychophysca fue registrada en Tarapoto-San Martín y Yurimaguas-Loreto siendo habitada por una especie de hormiga de la subfamilia *Pseudomyrmecinae* (Ward, 1999). No existen estudios más detallados sobre mutualismo en esta especie de planta como los realizados por Fonseca (1991, 1993, 1994 y 1999); y Fonseca & Ganade (1996) en *Tachigali polyphylla* y *Tachigali myrmecophila*. Poco se conoce, en el género *Tachigali*, en qué momento de la ontogenia o desarrollo de la planta comienza a interactuar con hormigas, cuáles son las condiciones que debe tener la planta para ser colonizada, qué hormiga es la que da inicio a esta interacción y cómo es la sucesión de ésta a través del tiempo.

Estas interrogantes llevaron a realizar el presente estudio con el objetivo de determinar el momento en que se inicia la interacción entre *Tachigali ptychophysca* y su hormiga simbiote, considerando como parámetros la altura de la planta, formación y características de domacios, hormigas que habitan en estos, y a la vez determinar si la hormiga se mantiene estable en los diferentes estadios del crecimiento de la planta. Siendo todo esto relevante para la protección de la planta y la supervivencia de las especies interactuantes.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Bailey (1923), realizó un estudio en *Tachigali paniculata* de la región de Kartabo en la Guiana Inglesa, presentando las características mirmecófitas morfológicas y estructurales de la especie las que van cambiando durante su desarrollo, desde plántula hasta árbol, mencionando que los domacios se forman cuando las plantas alcanzan de 0.50-1.00 m de altura, y que en plantas jóvenes estos domacios pueden ser colonizados por escarabajos, por reinas jóvenes de *Azteca* (Dolichoderinae) o por ambos. Existiendo durante el desarrollo de la planta desplazamiento tanto de las hormigas por los escarabajos como de los escarabajos por las hormigas. Considerando como hormiga fundadora a *Azteca*, la que es reemplazada posteriormente con el crecimiento de la planta por *Pseudomyrmex* (Pseudomyrmecinae).

Benson (1985), presentó cómo es la diversidad estructural y taxonómica de las plantas que hospedan hormigas en la Amazonía, mencionando las características morfológicas de los géneros mirmecófitos, incluyendo el tipo de domacio que llevan, citando los géneros de hormigas que regularmente se asocian con estas plantas neotropicales. Indicó que el género *Tachigali* (Fabaceae), el cual produce en la base del pecíolo de sus hojas, domacios primarios que son de origen caulinar, presentan alrededor de 22 especies (incluyendo *Sclerolobium*) que interactúan con hormigas especializadas del género *Azteca* (Dolichoderinae) y *Pseudomyrmex*

(Pseudomyrmecinae), además de estas hormigas, *Tachigali* es colonizado por *Myrmelachista* (Formicinae).

Longino (1989), al estudiar en Costa Rica la variación geográfica y la estructura de la comunidad en la asociación mutualista *Cecropia-Azteca*, señaló que al menos cinco especies de hormigas *Azteca* (Dolichoderinae) son habitantes obligadas de los árboles de *Cecropia* (Cecropiaceae). Además, mencionó que las plantas jóvenes son colonizadas por una variedad de hormigas distintas a *Azteca*, existiendo una competencia entre hormigas obligadas y no obligadas. De un total de 202 plántulas colectadas el 30% estuvieron habitadas por otros géneros de hormigas: *Heteroponera*, *Gnamptogenys*, *Pachycondyla*, *Pseudomyrmex*, *Crematogaster*, *Pheidole*, *Solenopsis*, *Wasmannia*, *Zacryptocerus* y *Camponotus*. La mayoría de estas hormigas co-ocurren en plántulas con reinas de *Azteca*. Esta co-ocurrencia de especies no se dio en árboles maduros. Además, presentó la historia natural de la relación *Cecropia-Azteca*, donde las reinas iniciaron la fundación en plántulas cuando con altura menor a 1 m. Cuando los individuos de *Cecropia* tuvieron de 3 a 4 m de altura hospedaban a una colonia dominante (*Azteca*) con una gran cantidad de obreras.

Fiala & Maschwitz (1990), estudiaron en el sur este de Asia (Malasia) la asociación entre plantas del género *Macaranga* (Euphorbiaceae) y *Crematogaster borneensis* (Myrmicinae), hormiga dominante en esta relación simbiótica; donde observaron a 31 reinas colonizando su planta hospedera. Las colonias de *Crematogaster*

borneensis son encontradas con una única reina. Las plantas jóvenes de *Macaranga* son ocupadas inicialmente por hormigas cuando tienen una altura alrededor de 10 cm. En esta altura la planta por lo general tiene un internudo para la colonización. Casi todas las plantas con 20 cm de altura, que llevaban más de un internudo, fueron colonizadas inicialmente por varias reinas (una reina por cada internudo). De un total de 496 plantas de *Macaranga trilobata* el grado de ocupación de acuerdo al tamaño de la planta fue variado, en plantas con 10-20 cm de altura (que corresponde a una edad de 3-4 meses) el 62.2 % fueron habitadas por hormigas, y en aquellas que tenían entre 20–30 cm el porcentaje de ocupación fue de 78.7 %. Además, los autores diferenciaron las castas reproductivas en la mayoría de árboles de *M. trilobata* más altos de 3 m habitados por hormigas.

Davidson et al. (1991), estudiaron la composición variable de plantas mirmecófitas del género *Cecropia* (Cecropiaceae), haciendo mención a cuatro especies de hormigas especializadas (*Azteca ovaticeps*, *A. xanthochroa*, *Camponotus balzani* y *Pachycondyla luteola*) que habitaban en los tallos huecos de seis especies (*Cecropia membranacea*, *C. engleriana*, *C. tessmannii*, *C. ficifolia* y *C. sp-A*) en donde cinco de ellas fueron colonizadas por más de una especie de hormigas. Indicando además que *C. tessmannii* puede ser colonizada cuando la planta mide 10 cm de altura; haciendo referencia sobre la competencia que existe entre hormigas especialistas, así como entre éstas y hormigas no especialistas, y la variación en la protección de la planta por las distintas hormigas.

Fonseca (1991), realizó un estudio de *Tachigali myrmecophila* (Fabaceae) y hormigas asociadas, en donde demostró que la colonización de la hormiga estuvo influenciada por la altura de la planta, donde existió una subsecuente ocupación no estacional, continua y direccional de ocho especies de hormigas en relación al desarrollo ontogénico de la planta; señalando que *Pseudomyrmex concolor* habitó plantas con altura menor a 5 m, *P. nigrescens* ocupó plantas con alrededor de 12 m de altura, mientras que una especie de *Azteca* prefirió ocupar árboles cerca de los 20 m de altura. Mostrando también que en *T. myrmecophila* hubo variedad en el tamaño de los domacios según la altura de la planta.

Ward (1991), señaló que las hormigas de la subfamilia Pseudomyrmicinae que anidaron en domacios de manera obligada se desarrollaron al menos en 12 grupos de especies. Mencionando que tres de estos grupos, todos pertenecientes al nuevo mundo, tuvieron al parecer considerable diversificación: El grupo *Pseudomyrmex ferrugineus*, prefiere las espinas hinchadas de *Acacia* (Fabaceae); el grupo *P. viduus*, habita principalmente sobre *Triplaris* (Poligonaceae) y *Tachigali* (Fabaceae); y un sector del grupo *P. sericus*, se encuentra en *Cordia* (Boraginaceae), *Tachigali*, *Triplaris*, y otras plantas. Señalando también que el grupo *P. gracilis* prefiere *Acacia*, *Cordia*, *Triplaris* y *Tachigali*. Además presentó el comportamiento de las hormigas de Pseudomyrmecinae con la planta asociadas.

Fiala & Maschwitz (1992), compararon la presencia y el espacio en las estructuras para anidar en el género *Maracanga* (Euphorbiaceae) y calcularon su posible consecuencia en la evolución de la interacción obligada con su hormiga asociada. Reportaron que en Malasia 23 especies de *Macaranga* pueden ser consideradas mirmecófitas obligadas. Diecisiete de estas especies presentaron el tallo hueco en donde anidan las hormigas. Ochenta por ciento de las plantas fueron colonizadas cuando tenían menos de 1 m de altura. Las plantas jóvenes fueron colonizadas inicialmente por su hormiga alrededor de los 10 cm de altura.

Fonseca (1993), estudió el tamaño y la estructura de la colonia de *Pseudomyrmex concolor* que habitaban dos especies de *Tachigali* morfológicamente distintas, para diferenciar los factores que limitan el tamaño de la colonia de hormigas. Por comparación intraespecífica sugirió que el tamaño de la colonia de hormiga está principalmente controlado por el espacio total del domacio ofrecido por la planta huésped. Además analizó la hipótesis de espacio limitado desde el punto de vista del huésped usando un modelo gráfico de costo-beneficio, lo que sugiere que el tamaño del domacio puede estar seleccionado como una vía que aumenta el beneficio neto de la planta en la relación mutualista.

Yu & Pierce (1998), reportaron la actividad de las hormigas, *Allomerus* y *Azteca*, que anidan domacios de *Cordia nodosa* (Boraginaceae). Las plántulas de esta especie iniciaron la producción de sus domacios, juntamente con seis nuevas hojas por domacio, entre 20 a 80 cm de altura; la colonización de las hormigas se realizó con

la producción de su primer domacio. *Allomerus* habitó más del 77 % de las plantas de *Cordia nodosa* brindando protección a las hojas jóvenes. A pesar de esto *Allomerus* redujo a cero la producción de frutos, mediante la castración de flores, lo que originó mayor producción de domacios para ellas mismas y para *Azteca*.

Fonseca (1999), investigó varios sistemas hormiga-mirmecófitas en Amazonia Central (Brasil) para probar la relevancia y generalidad de la hipótesis de limitación de sitios de nidificación para hormigas asociadas a las mirmecófitas. Determinando que las reinas con cuerpo pequeño fueron más frecuentes en mirmecófitas con domacios de tamaño pequeño, y que reinas más grandes se hospedaron en plantas con domacios más largos; señalando que el espacio fue limitado por el crecimiento de la colonia. Dentro de cada sistema, las hormigas asociadas parecen ser definida por conflictos interespecíficos sobre la dominancia de hospederos.

Ward (1999), Indicó que de 13 especies que contiene el grupo *Pseudomyrmex viduus* (hormigas neotropicales) que habitan en *Triplaris* (Poligonaceae) y *Tachigali* (Fabaceae), y tres nuevas especies descritas, cinco especies son restringidas para *Tachigali*. Además, al menos otras nueve especies de *Pseudomyrmex* de dos grupos de especies diferentes han desarrollado asociación especializada con *Triplaris* o *Tachigali*, incluyendo cinco especies nuevas; en donde *Pseudomyrmex ferox*, sp. nov (perteneciente al grupo *Pseudomyrmex sericus*) anidó en *Tachigali ptychophysca*.

Brouat & McKey (2000), estudiaron el origen de los domacios caulinares y su inicio de formación en el transcurso del crecimiento de la planta. Señalaron que las mirmecófitas difieren en tiempo de inicio de formación de los domacios entre taxa de plantas relacionadas. Además, mencionaron que el beneficio brindado por hormigas al ocupar las plantas a temprana edad puede ser bajo, debido a que el inicio de la interacción planta-hormiga puede darse primero por hormigas oportunistas que no brindan protección a la planta, pudiendo aun ser parasitas. Sin embargo, el establecimiento y fundación de colonias por parte de hormigas especialistas brinda gran protección a la planta gracias a la fuerza de las obreras.

Vasconcelos & Davidson (2000), realizaron un estudio comparativo sobre la ecología de las especies de hormigas asociadas con *Maieta guianensis* y *Tococa bullifera* (Melastomataceae), mencionaron que existe una diferencia significativa en el tamaño de la planta de acuerdo con las especies de hormigas que las colonizan. Las plantas con *Crematogaster laevis* tuvieron un tamaño menor que aquellas con *Pheidole minutula* (en *M. guianensis*) y aquellas con *Azteca* sp. (en *T. bullifera*). Además, observaron que el tamaño de la colonia de las dos especies de hormigas asociadas con *M. guianensis* incrementó con el tamaño de la planta.

Itino & Itioka (2001), examinando si existe o no variación interespecífica y cambios ontogénicos en la defensa antiherbívora en nueve especies de *Macaranga* (Euphorbiaceae), registraron que la colonización de hormigas en estas especies ocurren a temprano estadio del desarrollo de la planta, en plántulas de 5-50 cm de

altura. Seguidamente a la colonización el daño fue minimizado y se mantuvo estable durante la ontogenia del desarrollo de las plantas hospedadas debido a la protección por las hormigas

Rainer (2001), estudió la interacción entre *Tetrathylacium macrophyllum* (Salicaceae, ex Flacourtiaceae) y las hormigas que anidaron en las cavidades del tallo producidas por la misma planta. En donde alrededor de 85 % de hormigas pertenecieron a cuatro géneros, las de mayor significancia fueron *Crematogaster* y *Azteca*, mientras que *Pachycondyla* y *Pheidole* fueron menos importantes. Mencionó que la presencia y tamaño de los domacios depende de la edad o más bien de la altura de la planta, en donde los domacios aparecieron en la planta de 4 m de altura, donde algunas hormigas las colonizaron después que la planta alcanzó esa altura. Además, señaló la existencia de una sucesión de hormigas, en donde *Pheidole* y *Crematogaster* se establecieron inicialmente y, *Pachycondyla* y especialmente *Azteca* lo hicieron relativamente después, observando una competencia interespecífica inevitable.

Feldhaar et al. (2003), realizaron un estudio comparativo de la historia de vida de morfoespecies de hormigas *Crematogaster* y el desarrollo de las colonias en ocho diferentes especies de *Macaranga* (Euphorbiaceae), desde la fundación de las colonias que se inicia en plantas jóvenes cuando estas tienen alrededor de 2 m de altura hasta árboles adultos. Encontrando diferencias en el modo de fundación de la colonia, comienzo de la producción de alados, número de reinas; examinando

también las consecuencias de estas diferencias para el mutualismo con la planta hospedera. La duración en la interacción de algunas especies de plantas con su hormiga específica parece haber sido bien marcada, mientras que en otras, los autores encontraron una sucesión ontogénica de hormigas, en donde las hormigas de plantas jóvenes a menudo fueron encontradas en árboles de la misma especie.

Fonseca & Benson (2003), en su estudio sobre sucesión ontogénica, describen un interesante patrón ecológico que explica como las hormigas pueden coexistir usando exclusivamente plantas de *Tachigali myrmecophila* y *Tachigali polyphylla* como lugares para anidar. Encontrando dos especies de *Pseudomyrmex* (Pseudomyrmicinae): *P. concolor* fue encontrado habitando plantas de 0.5-4 m de altura, mientras que *P. nigrescens* anidaron árboles de 5-15 m de altura; y seis especies de *Azteca* (Dolychoderinae) que anidaron plantas de 20-30 m de altura, surgiendo un interesante mecanismo de coexistencia de especies. Este patrón espacial surgió debido al reemplazo interespecífico de la colonia de hormigas a lo largo de la ontogenia del árbol. De acuerdo con el patrón espacial, estas jóvenes plantas, después de producir sus primeros domacios fueron colonizados mayormente por ambas especies de *Pseudomyrmex*.

Frederickson (2005), estudió a dos especies mirmecófitas, *Cordia nodosa* (Boraginaceae) y *Duroia hirsuta* (Rubiaceae), asociadas a *Azteca* spp., *Myrmelachista schumani* y *Allomerus octoarticulatus*; comparando a las hormigas con los beneficios brindados en la protección contra herbívoros y contra la

vegetación circundante. Mostrando en sus resultados cómo las hormigas asociadas pueden diferenciarse de acuerdo a la magnitud y tipo de beneficio que proveen a una misma especie de planta hospedera. Además, observó que *Azteca* reemplazó a *Myrmelachista* en siete plantas hospederas. En esta sucesión no fue posible determinar si las plantas fueron desocupadas antes de la llegada de *Azteca*, o si *Azteca* desplazó las colonias existentes de *Myrmelachista*. Por otro lado, la fundación de nuevas colonias fue observada en la mayoría de plantas jóvenes. En donde el establecimiento fue en plantas con menos de cinco domacios con al menos un metro de altura.

Frederickson (2006), investigó la relación entre la disponibilidad estacional del nido, la historia de vida y fenología reproductiva de la hormiga *Allomerus octoarticulatus*, que anida en los domacios de *Cordia nodosa* con altura promedio de 2.10 m; evidenciando que el sitio de nido es un limitante para la hormiga. La mayoría de reinas producidas por colonias de *A. octoarticulatus* mueren antes de localizar su planta hospedera, y las reinas que localizan mueren antes de fundar la colonia, probablemente por competencia intraespecífica entre reinas para el control de la planta.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área de Estudio

El presente estudio se llevó a cabo en la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana (RNAM), 3° 53' S, 73° 25' O, 110-180 msnm; que tiene una superficie de 57667.43 ha, ubicado al suroeste de la ciudad de Iquitos, en el distrito de San Juan, provincia de Maynas y Departamento de Loreto; entre el río Nanay en el norte y la carretera Iquitos-Nauta hacia el sur (Figura 1). Esta región se ubica en la zona climática de Selva Tropical lluviosa, caracterizada por precipitaciones anuales altas entre 2500 y 3000 mm y temperatura media anual de 26 °C (Marengo, 1998).

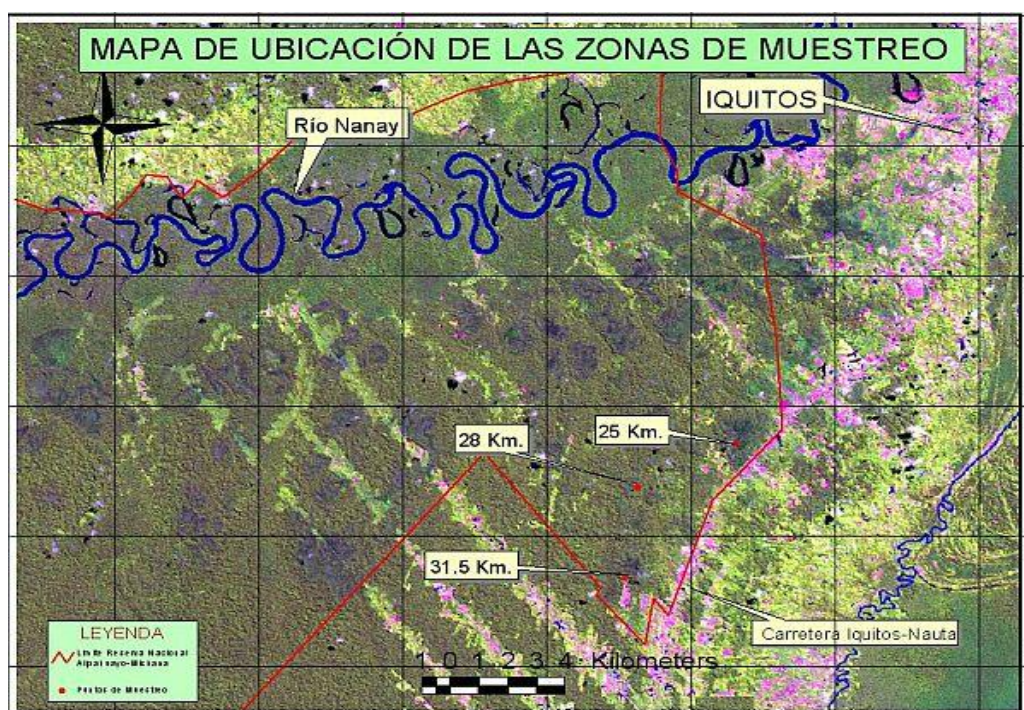


Figura 1. Mapa de ubicación de las zonas de muestreo dentro de la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana, Loreto, Perú

3.2. Métodos

3.2.1. Zonas de muestreo

Se trabajó en tres parcelas de 20 x 20 m (0.04 ha) ubicadas en bosques de arena blanca de tipo “varillal alto seco” (Encarnación, 1985, 1993; García et al, 2003) dentro de la Reserva a lo largo de la carretera Iquitos-Nauta. La Parcela I ($3^{\circ} 57' 44.8''$ S, $73^{\circ} 26' 29.8''$ O) se ubicó en el varillal cerca de las instalaciones del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) en el kilómetro 25, próximo al poblado “El Dorado”. La Parcela II ($3^{\circ} 56' 45.9''$ S, $73^{\circ} 26' 33.7''$ O) se instaló en el varillal próximo al kilómetro 28, entrando por el Puesto de Vigilancia “Irapay”. Y la Parcela III ($3^{\circ} 59' 38.3''$ S, $73^{\circ} 26' 41.8''$ O) fue instalada en el varillal del ex fundo UNAP en el kilómetro 31.5, cerca del poblado “Trece de Febrero” (Figura 1).

3.2.2. Tiempo de muestreo

Los muestreos se efectuaron con salidas al campo desde julio a agosto del 2005, en donde se dividieron en dos semanas y media por cada parcela. El muestreo se inició desde las 8:00 horas y terminó a las 16:00 horas.

3.2.3. Especie vegetal en estudio

3.2.3.1 Clasificación taxonómica de *Tachigali ptychophysca* (APG III, 2009)

- Clado: **Angiospermae** Lindley, 1830 (P.D. Cantino & M.J. Donoghue, 2007)
- Clado: **Eudicotyledonae** M.J. Donoghue, J.A. Doyle & P.D. Cantino, 2007
- Clado: **Gunneridae** D.E. Soltis, P.S. Soltis & W.S. Judd, 2007
- Clado: **Rosidae** Takhtajan, 1967 (W.S. Judd, P.D. Cantino, D.E. Soltis, P.S. Soltis, 2007)
- Clado: **Fabidae** R. Dahlgren ex Reveal, 1993 (W.S. Judd, P.D. Cantino, D.E. Soltis, P.S. Soltis, 2007)
- Orden: **Fabales** Bromehead, 1838
- Familia: **Fabaceae** Lindl., 1836, nom. cons.
Caesalpinaceae R.Br., 1814, nom. cons. =
Leguminosae Juss., 1789, nom. alt. et cons.
- Género: ***Tachigali*** Aubl., 1775
- Especie: ***Tachigali ptychophysca*** Spruce ex Benth, 1870

3.2.3.2. Aspectos botánicos de *Tachigali ptychophysca*

Especie del género *Tachigali* más fácil de reconocer por tener foliolos con 2 o 3 pares venas secundarias (Dwyer, 1954; Zarucchi, 1998; Van der Werff, 2008). Presenta hojas de 45 cm de largo con domacios cilíndricos (Wheeler, 1942; Dwyer, 1954; Van der Werff, 2008) alrededor de 2.5 cm de largo por 0.5 cm de ancho en plantas adultas (Dwyer, 1954). Foliolos de 5 a 8 pares, oblongo-lanceolados, con base simétrica o casi asimétrica, con ápice longi-acuminado de 7.5-16 cm largo, alrededor de 6.5 cm ancho. Presenta estípulas foliáceas, enteras, caducas, con un par de lóbulos de 1 x 0.6 cm. Inflorescencia laxo-paniculata, el eje central floral ferruginoso, alrededor de 15 cm de largo. Bractéolas de la base de las flores son escasamente cóncavas, pubescentes miden cerca de 7 mm largo por 3 mm de ancho, son de mayor tamaño que en la mayoría de otras especies. Los estambres son dimórficos (Dwyer, 1954; Vásquez, 1997; Van der Werff, 2008).

Van der Werff (2008), al revisar el género *Tachigali* describió una nueva especie (*Tachigali lorentensis*) que se asemeja vegetativamente a *Tachigali ptychophysca*; ambas especies tienen hojas con pocas venas laterales, domacios cilíndricos cerca a la base del peciolo, y foliolos con similar forma. El autor reportó que *Tachigali lorentensis* es propia de los bosques no inundables de arena blanca cerca de

Iquitos. Y que *Tachigali ptychophysca* se distribuye desde la cabecera del Río Negro y a lo largo del río Vaupés en Brasil y Colombia. Lo que indica que todos los registros de *T. ptychophysca* realizados en bosques de arena blanca en el departamento de Loreto hasta antes del 2008 son *Tachigali Loretensis*.

Muestras infértiles obtenidas en campo de la especie en estudio fueron comparadas con la colección del Herbarium Amazonense (AMAZ) de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana antes de la publicación del estudio de Van del Werff (2008), la determinación de la especie como *Tachigali ptychophysca* fue realizada con la comparación con las muestras de Gentry, H.; Vásquez, R. & N. Jaramillo 539206 (1983); Ruíz J & M. Leca 85 (1986); San Jurjo & J. Ruíz 02 (1986); Rukolaine, Tuomisto, García, Ríos, Torres & Ruíz 1689 (1990).

3.2.3. Registro de datos

En cada parcela se hizo un levantamiento total de los individuos de *Tachigali ptychophysca*, marcándolos con cintas de color rojo (flaging) y enumerándolos con marcador indeleble (Foto 1). Posteriormente se procedió a registrar la información de campo (Anexo 1 y 2):

i) Código de la planta

ii) Altura de la planta, medida con una wincha de 8 m para individuos menores de 5 m y para individuos mayores se empleó clinómetro.

iii) Número de hojas por planta, anotándose la cantidad de hojas con domacios y sin domacios (Foto 2 y 3). Los domacios fueron reconocidos por el abultamiento o hinchazón del peciolo de las hojas. El conteo de hojas sólo fue para plantas jóvenes.

iv) Estadio del domacio, iniciales y tiernos para domacios en formación, formados o maduros para domacios que han completado su desarrollo (Foto 4 al 8).

v) Presencia-ausencia de agujeros en los domacios (Foto 6 y 7).

vi) Presencia-ausencia de hormigas antes de colecta, observando hormigas circundando el domacio (Foto 8).

vii) Características de las hojas y domacios, se describió las características morfológicas de la hoja, como forma, tamaño, número de foliolos, etc., así como las características del domacio.

Una vez obtenidos los datos de cada planta, a estas y a sus domacios se roció agua con un atomizador para evitar la pérdida de hormigas (sólo para plantas con domacios abiertos y en plantas donde se observó hormigas). Luego se colectaron con una tijera podadora de

mano, hojas con domacios de diferentes tamaños: en plantas jóvenes con domacios tiernos todas sus hojas y, tres hojas en aquellas plantas que presentaron domacios formados. Seguidamente, de cada planta fueron extraídos los domacios e inyectados con una jeringa descartable y aguja hipodérmica alcohol de 90°, cada domacio fue colocado independientemente en una bolsa de polietileno de $\frac{1}{4}$ de kg y luego se agruparon en bolsa de polietileno de $\frac{1}{2}$ kg con su respectivo etiquetado individual y grupal. En laboratorio, con un vernier o calibrador de 0.02 mm de precisión se obtuvieron los datos biométricos de los domacios, con una tijera quirúrgica se hizo un corte longitudinal de los mismos, se extrajeron las hormigas y se registraron datos como género, número de obreras, presencia de castas, tipo de colonia. Todas las hormigas obtenidas de cada domacio fueron depositadas en viales de vidrio de 5 cm³ de capacidad (Anexo 2). La información de campo y laboratorio fue anotada en ficha de registro (Anexo 1).

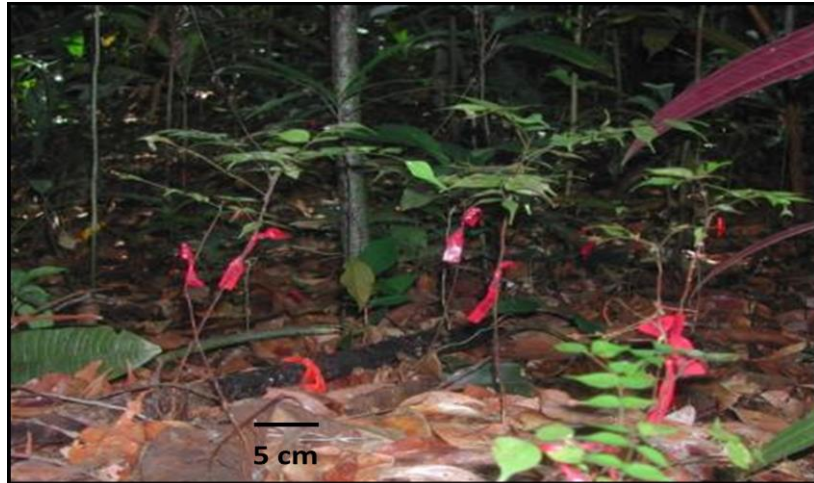


Foto 1. Plantas jóvenes de *Tachigali ptychophysca* en bosques de arena blanca

Inicialmente las plantas fueron agrupadas en conjunto. Luego por conveniencia para análisis e interpretación se agruparon en tres y/o cinco intervalos de clases con relación a la altura, según el tipo de análisis desarrollado.



Foto 2. Planta joven de *Tachigali ptychophysca* de 30 cm de altura sin ningún domacio

3.2.3.1 Altura de la planta y formación de domacios

De las 3205 plantas de *Tachigali ptychophysca* registradas, se determinó la cantidad de individuos que no presentaban domacios (Figura 2) y la cantidad de aquellos que lo tenían (Figura 3). Luego, agrupando las plantas en tres rangos de altura (≤ 1.50 m, 1.50-3.00 m y > 3.00 m) se determinó el número de individuos que presentaron solamente un domacio y con ello establecer el momento, con relación a la altura de la planta, que *T. ptychophysca* producen sus primeros domacios lo que le confiere el carácter de mirmecófito. Y asimismo conocer la estructura poblacional de la especie con relación a los domacios.

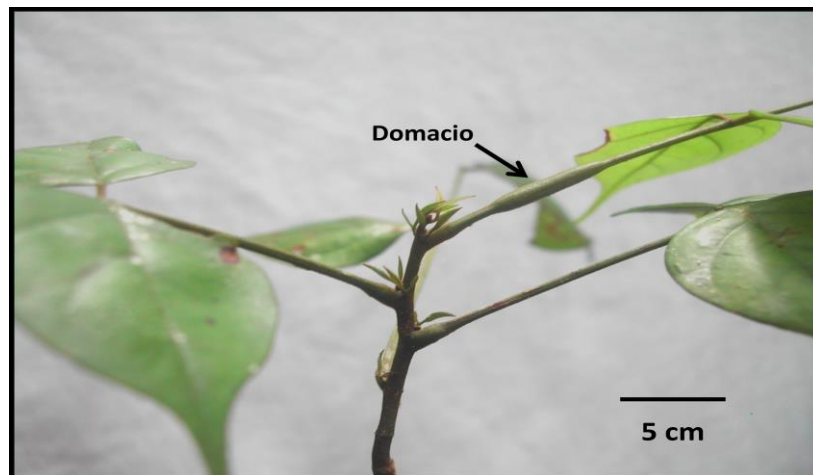


Foto 3. Planta joven de *Tachigali ptychophysca* de 40 cm de altura con y sin domacios

3.2.3.2. Altura de la planta y colonización inicial

Se diferenciaron y agruparon en tres rangos de altura (≤ 1.50 m, 1.50-3.00 m y > 3.00 m) a las plantas con domacios iniciales, tiernos o jóvenes y formados o maduros, según estadio de desarrollo, distinguiéndose los primeros por una pequeña protuberancia en el peciolo (Foto 4), el segundo grupo por ser delgados y teretes o cilíndricos (Foto 5 y 6), y los últimos por ser mucho más gruesos y ligeramente aplanados en la cara superior (Foto 7), reconocimiento realizado en observaciones preliminares a este estudio.

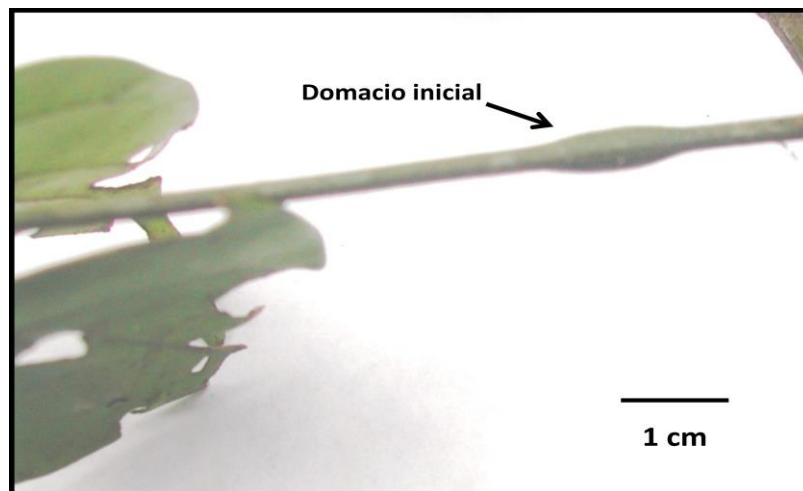


Foto 4. Domacio inicial en planta joven de *Tachigali ptychophysca* de 40 cm de altura

En domacios tiernos se verifico la presencia del orificios de entrada de las hormigas, sean estos sellados o no, indicador de domacio habitado (Foto 6 y 7), para determinar con relación a la altura de la

planta el momento en que inicia la interacción *Tachigali ptychophysca*-hormiga, lo que fue corroborado con la presencia únicamente de hormigas reinas fundadoras, que son aquellas hormigas hembras no aladas con el mesosoma amplio o robusto (Foto 9 y 10), que después de dejar el nido madre se aparean con machos y busca un nuevo lugar para producir las primeas obreras (Wilson, 1971; Hölldobler y Wilson, 1990), que se encuentran en los domacios tiernos de algunas plantas y de colonias incipientes en otras que están formadas de primeras obreras descendientes de la reina fundadora o colonizadora (Wilson, 1971; Hölldobler y Wilson, 1990), las que fueron distinguida por tener el cuerpo relativamente claro, tamaño pequeño, número reducido y por encontrarse en domacios tiernos con agujeros sellados.

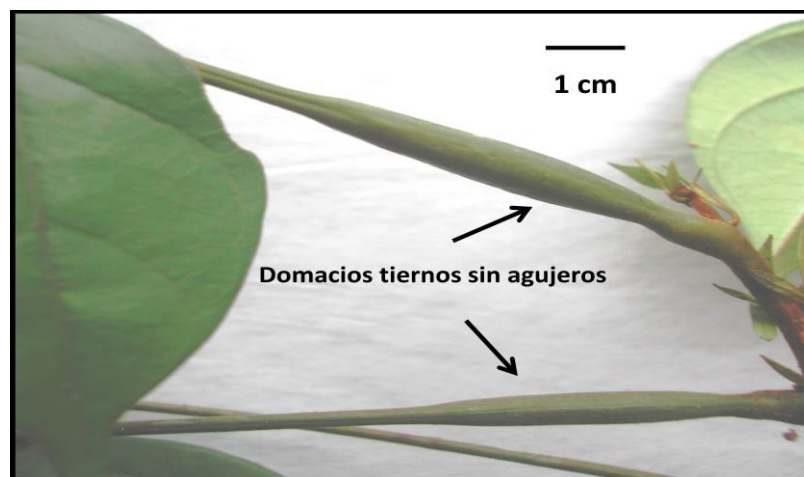


Foto 5. Domacios tiernos sin agujeros en planta joven de *Tachigali ptychophysca* de 58 cm de altura

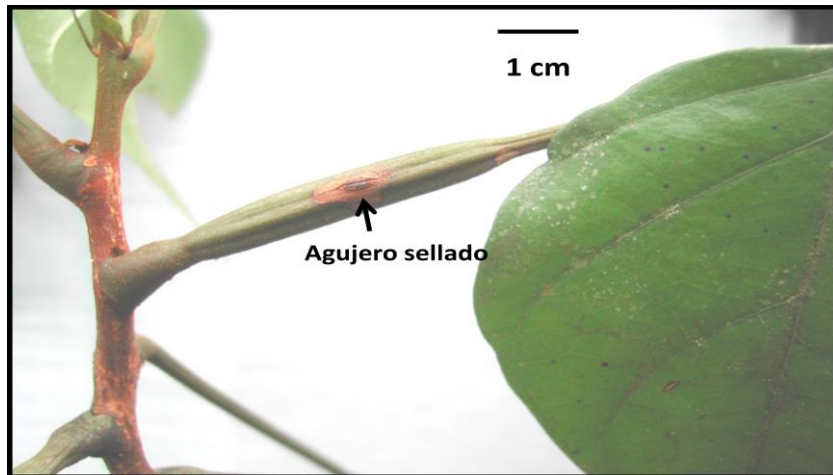


Foto 6. Domacio tierno con agujero sellado en planta joven de *Tachigali ptychophysca* de 65 cm de altura

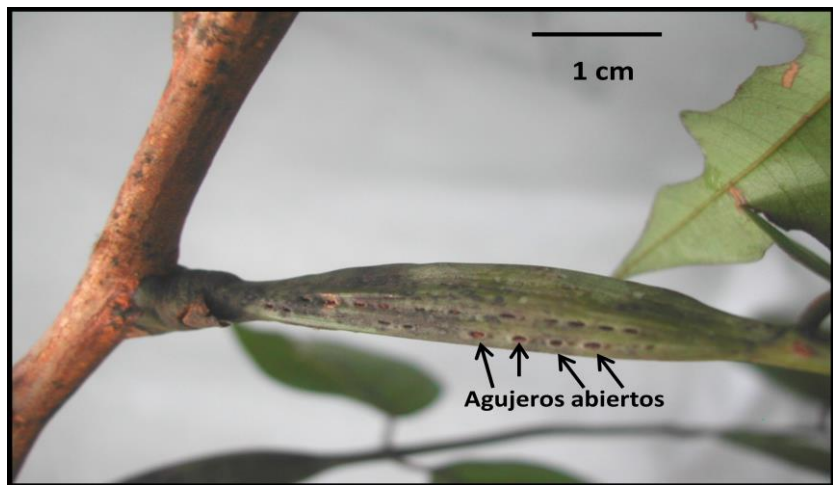


Foto 7. Domacio formado con agujeros abiertos en planta joven de *Tachigali ptychophysca* de 93 cm de altura

3.2.3.3. Hormigas asociadas a *Tachigali ptychophysca* al inicio de la interacción y en diferentes tallas de la planta

Las hormigas extraídas de los individuos de *Tachigali ptychophysca* fueron observadas con un estereoscopio de 40X de aumento, con claves taxonómicas de: Martínez *et al.* (1985), Bolton (1997) Collingwood & Prince (1998) y Fernández (2003) se procedió a identificarlas hasta la categoría de géneros (Foto 8 al 12). Se anotaron las características diferenciales de cada género encontrado (Anexo del 3 al 9). En domacios tiernos se registró la frecuencia de géneros de hormigas por planta. El número de plantas por género de hormigas fueron registradas en cada rango de altura (≤ 1.50 m, 1.50-3.00 m y > 3.00 m) para determinar la distribución de éstas al inicio de la interacción y en diferentes tallas de la planta.



Foto 8. Hormigas sobre domacio formado con agujeros abiertos en planta joven de *Tachigali ptychophysca* de 93 cm de altura

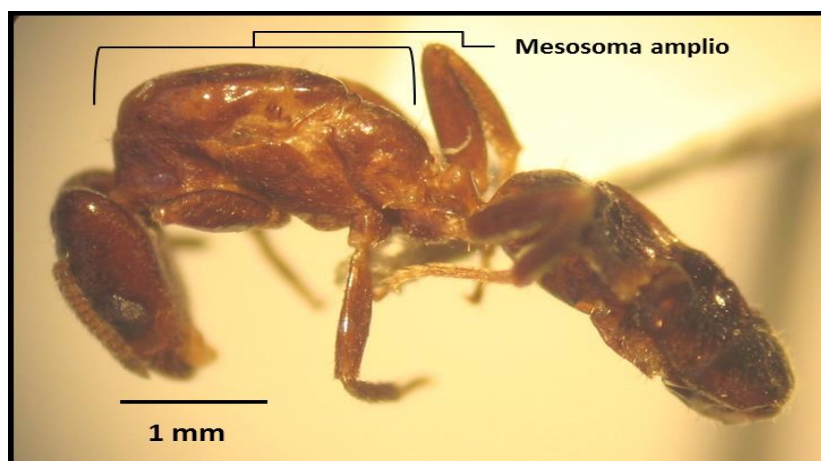


Foto 9. Reina de hormiga *Azteca*

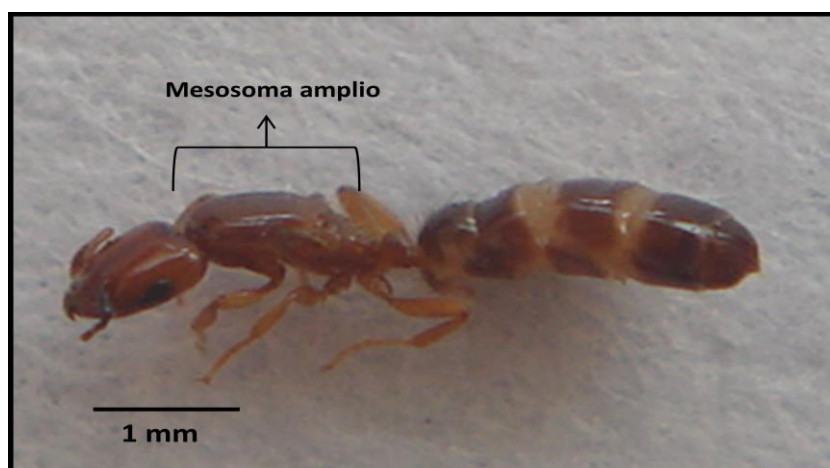


Foto 10. Reina de hormiga *Myrmelachista*

3.2.3.4. Número de hormigas obreras por domacio al inicio de la interacción y en diferentes tallas de la planta

Una vez identificadas las hormigas se procedió a contar el total de obreras de los domacios colectados de cada planta, para determinar la cantidad promedio de obreras que puede albergar una planta de

Tachigali ptychophysca al inicio de la interacción en colonias incipientes y en diferentes tallas de la planta.

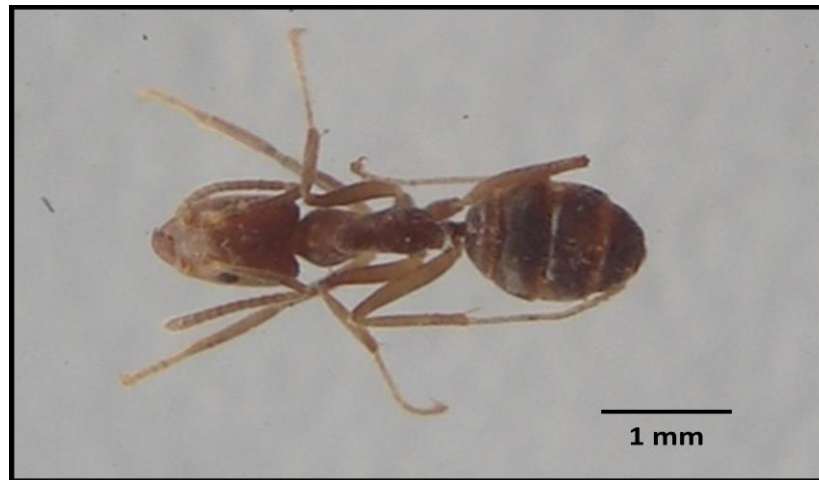


Foto 11. Obrera de hormiga *Azteca*



Foto 12. Obrera de hormiga *Myrmelachista*

3.2.3.5. Tamaño de domacios al inicio de la interacción y en las diferentes tallas de la planta

En cada domacio se calculó el producto largo (cm) x ancho (cm) x alto (cm) para determinar su volumen y, el área se determinó mediante el producto largo (cm) x ancho (cm). Debido a la forma variada y semiregular de los domacios en las distintas etapas de su desarrollo, el valor ancho fue estimado mediante el promedio de las medidas: extremo anterior, centro y extremo posterior del domacio. Lo que permitió conocer la variación del tamaño y espacio disponible de los domacios en el desarrollo ontogénico de la planta, factor limitante para las hormigas que interactúan con plantas mirmecófitas, y comparar la relación volumen-hormigas obreras en colonias incipientes.

3.2.3.6. Estructura y tamaño de la colonia de hormigas en plantas jóvenes de *Tachigaly ptychophysca*

Se seleccionó aquellas plantas jóvenes ≤ 3 m de altura con domacios completamente formados, las que fueron agrupadas en cinco marcas de clase en donde un individuo por clase fue seleccionado al azar, del cual se tomó un domacio como muestra para determinar el número de obreras y las diferentes castas de hormigas en domacios con

colonias maduras y conocer así como está constituida una colonia promedio y relacionar el volumen de domacios formados con respecto al número de hormigas obreras.

3.2.3.7. Morfológicas de *Tachigali ptychophysca*

Con los datos obtenidos en la fase de campo y laboratorio, más el análisis de los mismos se describió las características diferenciales de *Tachigali ptychophysca* como planta mirmecófito.

3.2.4. Análisis de datos

Los datos obtenidos en campo y laboratorio fueron procesados utilizando la estadística descriptiva, usando el programa EXCEL, para determinar el momento de formación de domacios, colonización inicial de las hormigas, cantidad de obreras por domacio, tamaño de domacios, estructura y tamaño de la colonia.

Se determinó la relación entre volumen del domacio y promedio de obreras mediante el análisis de regresión en colonias incipientes y colonias formadas. Estos cálculos fueron realizados a través del Programa estadístico SPSS 16.

IV. RESULTADOS

4.1. Altura de la planta y formación de domacios

Se registró 3205 plantas de *Tachigali ptychophysca*, la mayor concentración estuvo en la parcela II (n= 1528), seguida por la parcela III (n= 990) y con un número menor en la parcela I (n= 687). Los que se encuentran en forma general en un rango de 0.05 - 22.00 m de altura, distribuidos en plantas sin domacios (2798 individuos) que representan el 87.30 % del total registrado y plantas con domacios (407 individuos) que representan el 12.70 % del registro total. Dentro de plantas con domacios se obtuvo 102 individuos constituidos por un solo domacio, representando el 3.18 % para el total de plantas registradas y el 25.06 % del total de plantas con domacios (Tabla 1).

Tabla 1. Cantidad de plantas de *Tachigali ptychophysca* con y sin domacios registradas por zona de muestreo en la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana, Loreto, Perú

Parcela	Altura mínima (m)	Altura máxima (m)	Número de Plantas	Plantas sin domacios	Plantas con Domacios	Plantas con un domacio
I	0.08	20	687	573 (83.41)*	114 (16.59)*	28 (4.89)* (24.56)**
II	0.05	17	1528	1328 (86.91)*	200 (13.09)*	54 (3.53)* (27.00)**
III	0.07	22	990	897 (90.61)*	93 (9.39)*	20 (2.02)* (21.50)**
Total			3205	2798 (87.30)*	407 (12.70)*	102 (3.18)* (25.06)**

Fuente: Ficha de registro de datos

*Representa los porcentajes del total de plantas.

**Representa porcentaje del total de plantas con domacios.

Tabla 2. Frecuencia de plantas de *Tachigali ptychophysca* con y sin domacios según rango de altura

Planta	Altura de planta			TOTAL
	≤ 1.50 m	1.50 – 3.00 m	> 3.00 m	
Sin Domacio	2798	0	0	2798
Con Domacio	370	13	24	407
TOTAL	3168	13	24	3205

Fuente: Ficha de registro de datos

Tabla 3. Frecuencia de plantas de *Tachigali ptychophysca* con un sólo domacio según rango de altura

Parcela	Altura de planta			Total
	≤ 1.50 m	1.50 – 3.00 m	> 3.00 m	
I	28	0	0	28
II	54	0	0	54
III	20	0	0	20
Total	102	0	0	102

Fuente: Ficha de registro de datos

De acuerdo al agrupamiento según rango de altura las plantas de *Tachigali ptychophysca* sin domacios (2798 individuos) presentaron alturas ≤ 1.50 m, constituyendo la comunidad de plántulas y brinzales (Anexo 12), plantas con domacios fueron encontrados en los diferentes intervalos de altura siendo el rango más abundante ≤ 1.50 m (plántulas y brinzales) constituida por 370 individuos con domacios. En tallas superior a 1.50 m, que comprende la comunidad de latizales y fustales (Anexo 12), los registros fueron pocos, 24

individuos para plantas > 3.00 m, y 13 individuos para plantas con altura entre 1.50 - 3.00 m (Tabla 2).

La mayor concentración de individuos en talla inferior se debe a la distribución típica poblacional para plantas arbóreas en donde los individuos jóvenes son más abundantes. Dentro de las 407 plantas con domacios se registraron 102 individuos con un solo domacio los que fueron encontrados en plantas que no superaban el 1.50 m de altura (Tabla 3).

Las plantas de *Tachigali ptychophysca* sin ningún domacio fueron encontrados entre los 0.05 - 0.80 m de altura (plántulas y brinzales), presentando 0.25 m (± 0.02 , n= 2798) de talla promedio con mayor concentración por debajo de los 0.50 m; mientras que las plantas con un solo domacio se encontraron en el grupo de brinzales en una altura promedio de 0.55 m (± 0.01 , n= 102), con rango de talla entre 0.33 - 0.88 m de altura (Figura 2).

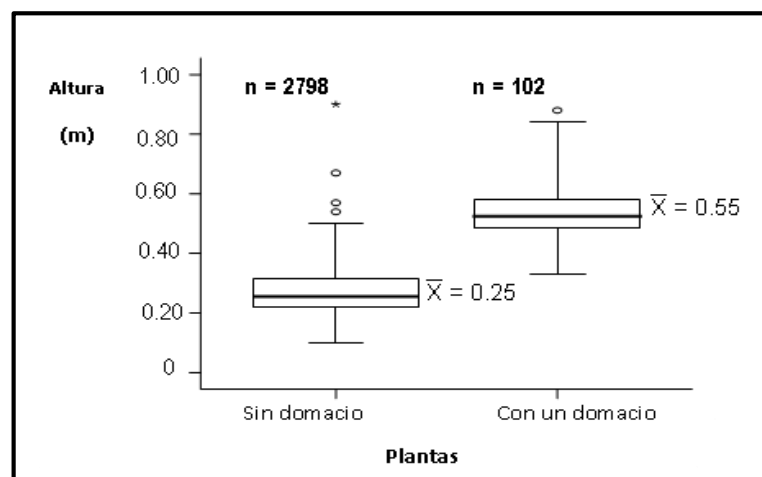


Figura 2. Altura de plantas de *Tachigali ptychophysca* según presencia y ausencia de domacios

4.2. Altura de la planta y colonización inicial

Al agrupar a las plantas de *Tachigali ptychophysca* por categorías de altura según el estado de desarrollo de los domacios se observó que los domacios tiernos solo están presente en plantas con tallas ≤ 1.50 m de altura (355 individuos), mientras que los domacios formados fueron encontrados en las tres categorías de altura (Tabla 4).

Tabla 4. Frecuencia de plantas de *Tachigali ptychophysca* según rango de altura y tipo de domacio.

Plantas	Altura de plantas			TOTAL
	≤ 1.50 m	1.50 – 3.00 m	> 3.00 m	
Domacios Tiernos	355	0	0	355
Domacios Formados	15	13	24	52
TOTAL	370	13	24	407

Fuente: Ficha de registro de datos

Pocas plantas fueron registradas con domacios formados en los distintos rangos de altura, 15 individuos en tallas ≤ 1.50 m, 13 individuos con alturas entre 1.50 - 3.00 m y 24 individuos en tallas > 3.00 m (Tabla 4). Observaciones de campo mostraron que en la menor categoría de altura (≤ 1.50 m), individuos con domacios tiernos pueden llegar a medir desde 0.33 m de altura y los pocos individuos registrados con domacios formados median por encima del metro de altura. En plantas que superan el 1.50 m de altura se observó que las hojas nuevas se desarrollan con domacios formados, y que los domacios no se forman a partir del peciolo delgado como sucede en plantas más pequeñas lo que determina en éstas la ausencia de domacios tiernos.

En plantas con domacios tiernos 111 individuos tuvieron agujeros en sus domacios hechos por hormigas, donde 58 plantas albergaban sólo hormigas reinas fundadoras, 44 plantas hospedaban sólo colonias incipiente, siete plantas fueron encontradas alojando en domacios independientes a reinas fundadoras y a colonias incipientes en otros domacios, y dos plantas albergaban en sus domacios colonias maduras (Tabla 5). El hallazgo de reinas fundadoras y colonias incipientes en una misma planta sugiere que cada uno representa fundación autónoma de una colonia. Las reinas fundadoras fueron encontradas siempre en domacios con agujeros sellados, mientras que las colonias incipientes estaban en domacios con agujeros sellado, así como en domacios con agujeros abiertos.

Tabla 5. Frecuencia de plantas de *Tachigali ptychophysca* con ≤ 1.50 m de altura según composición de domacio tiernos que presentan agujeros

Parcela	Plantas con domacios albergando reinas	Plantas con domacios albergando colonias incipientes	Plantas con domacios albergando colonias incipientes y reinas	Plantas con domacios albergando colonias maduras	TOTAL
I	18	8	3	0	29
II	27	10	2	2	41
III	13	26	2	0	41
TOTAL	58	44	7	2	111

Fuente: Ficha de registro de datos

Los domacios tiernos en *Tachigali ptychophysca* fueron observados con agujeros a 0.78 m (± 0.02 , n= 109) de altura en un rango de 0.43 - 1.50 m; mientras que plantas con domacios sin agujeros fueron encontradas entre 0.33 a 1.29 m de altura con una talla promedio de 0.57 m (± 0.01 , n= 243) de altura (Figura 3). Reinas fundadoras que anidan en domacios tiernos con agujeros fueron encontradas en plantas a partir de 0.43 m hasta 1.23 m de altura con una talla promedio de 0.73 m (± 0.03 , n= 58); colonias incipientes se reportaron en plantas con altura promedio de 0.86 m (± 0.03 , n= 44) en un rango de 0.61 - 1.50 m de altura; mientras que plantas que albergaban al mismo tiempo reinas fundadoras y colonias incipientes se encontraron con 0.82 m (± 0.04 , n= 7) de altura promedio, entre 0.70 - 0.90 m (Figura 4).

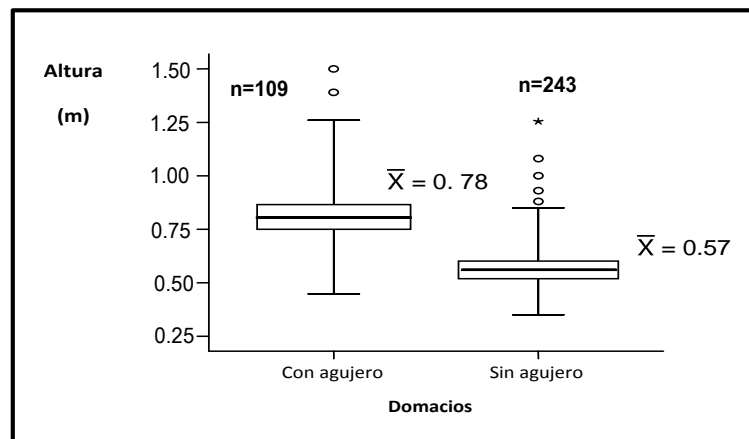


Figura 3. Altura de plantas de *Tachigali ptychophysca* ≤ 1.50 m según presencia y ausencia de agujeros en los domacios

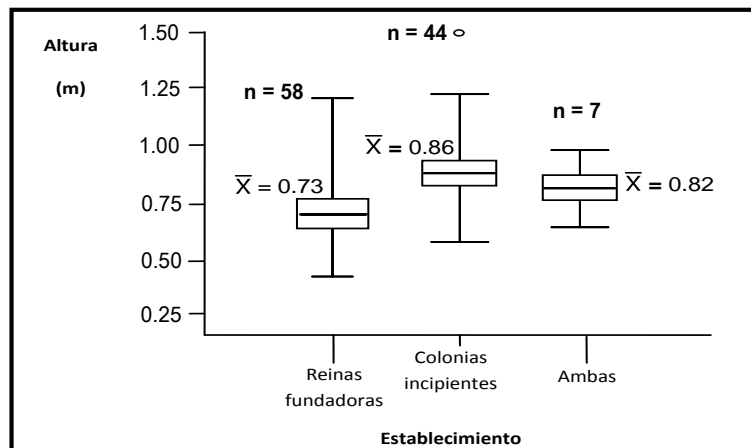


Figura 4. Altura de plantas de *Tachigali ptychophysca* ≤ 1.50 m habitadas por reinas fundadoras y colonias incipientes en domacios

4.3. Hormigas asociadas a *Tachigali ptychophysca* al inicio de la interacción y en las diferentes tallas de la planta

De las 407 plantas que presentaban domacios (Tabla 1, 2 y 4), solamente 163 individuos albergaban hormigas (Tabla 6). Todas las plantas con domacios mayores de 1.50 m de altura (Tabla 2, 4 y 6) estuvieron habitadas por hormigas, mientras que en plantas ≤ 1.50 m de altura sólo 126 individuos alojaban hormigas (Tabla 6).

Tabla 6. Frecuencia de plantas de *Tachigali ptychophysca* habitadas por hormigas según rango de altura

Parcela	Altura de plantas			Total
	≤ 1.50 m	1.50 - 3.00 m	> 3.00 m	
I	34	4	5	43
II	42	6	15	63
III	50	3	4	57
Total	126	13	24	163

Fuente: Ficha de registro de datos

Los géneros de hormigas encontrados habitando indistintamente plantas de *Tachigali ptychophysca* en los diferentes intervalos de altura fueron *Azteca* (Dolichoderinae), *Myrmelachista* (Formicinae), *Solenopsis* y *Pheidole* (Myrmicinae), y *Pseudomyrmex* (Pseudomyrmecinae). Registrándose los cuatro primeros géneros en tallas ≤ 1.50 m de altura, *Azteca* y *Myrmelachista* fueron encontrados en tallas de 1.50 a 3.00 m de altura, y en plantas con altura > 3.00 m se encontraron hormigas *Azteca*, *Myrmelachista* y *Pseudomyrmex* (Tabla7).

Azteca y *Myrmelachista* fueron los géneros de hormigas que anidaron mayor cantidad de plantas en cada una de las categorías de altura. *Myrmelachista* estuvo habitando mayor número de plantas en los dos primeros intervalos de altura. En el intervalo de mayor altura, *Azteca* estuvo presente en mayor

cantidad de plantas. Se encontró hormigas de *Azteca* y *Myrmelachista* habitando al mismo tiempo una planta con altura ≤ 1.50 m, cada género de hormiga estuvo presente en un domacio independiente (Tabla 7). *Solenopsis* y *Pheidole* estuvieron presentes, con tres y un individuos respectivamente, en plantas ≤ 1.50 m de altura, mientras que *Pseudomyrmex* fue registrada sólo por una vez en una planta que medía 3.90 m de altura (Tabla 7).

Tabla 7. Frecuencia de plantas de *Tachigali ptychophysca* según género de hormigas por rango altura

Altura de plantas	Género de hormigas						Total
	<i>Azteca</i>	<i>Myrmelachista</i>	<i>Pheidole</i>	<i>Solenopsis</i>	<i>Pseudomyrmex</i> *	<i>Myrmelachista</i> / <i>Azteca</i>	
≤ 1.50 m	49	72	1	3	0	1	126
1.50 - 3.00	5	8	0	0	0	0	13
> 3.00 m	19	4	0	0	1	0	24
Total	73	84	1	3	1	1	163

Fuente: Ficha de registro de datos

* *Pseudomyrmex* fue registrada en una planta de 3.90 m de altura

En plantas con altura ≤ 1.50 m que presentaron domacios tiernos, se encontró 35 reinas fundadoras de *Azteca* anidando 22 plantas, y 42 reinas fundadoras de *Myrmelachista* anidando 36 plantas, en donde el número de reinas registradas varia de uno a tres individuos por planta, anidando cada reina en un domacio sellado. Los cuatro géneros presentes en este rango de altura estuvieron formando sólo colonias incipientes, *Azteca* con 18 colonias, *Myrmelachista* con 23 colonias, *Solenopsis* con dos colonias y *Pheidole* con

una colonia. Los géneros de hormigas que presentaron colonias incipientes más reinas fundadoras en una misma planta fueron: *Azteca* con tres colonias incipientes más seis reinas (una colonia y dos reinas por planta), y *Myrmelachista* con tres colonias y tres reinas fundadoras (una colonia y una reina por planta); se obtuvo también una planta que albergaba dos reinas fundadoras de *Myrmelachista* y una de *Azteca* (en domacios sellados), más una colonia incipiente de *Myrmelachista*. Se encontró la existencia de dos plantas con domacios tiernos albergando colonias maduras del género *Myrmelachista* (Tabla 8).

Tabla 8. Frecuencia de géneros de hormigas habitando plantas de *Tachigali ptychophysca* ≤1.50 m de altura según presencia de reinas fundadoras, colonias incipientes y colonias maduras en domacios tiernos

Género de Hormigas	Reinas fundadoras		Colonias incipientes *		Colonias incipientes * y reinas fundadoras		Colonias maduras *		Total encuentros de hormigas	
	Nº de encuentros de hormigas solo reinas	Nº plantas	Nº de encuentros de hormigas obreras	Nº plantas*	Nº de encuentros de hormigas obreras (O) y reinas (R)		Nº de encuentros de hormigas	Nº plantas*		
					O	R				
<i>Azteca</i>	35	22	18	18	3	6+1**	3	0	0	63
<i>Myrmelachista</i>	42	36	23	23	3+1**	3+2**	4**	2	2	74
<i>Solenopsis</i>	0	0	2	2	0		0	0	0	2
<i>Pheidole</i>	0	0	1	1	0		0	0	0	1
Total de Plantas	77	58	44	44	7	12	7	0	2	

Fuente: Ficha de registro de datos

*Cada planta equivale a una colonia de hormigas

** Una planta con una reinas de *Azteca*, dos reinas de *Myrmelachista* y una colonia incipiente

La Figura 5, presenta la preferencia de alturas por género de hormigas reinas fundadoras en plantas de *Tachigali ptychophysca* ≤ 1.50 m, en donde las reinas de hormigas *Azteca* fueron encontradas anidando plantas con altura promedio de 0.81 m (± 0.04) en un rango de 0.48-1.23 m de altura, las reinas fundadoras de *Myrmelachista* fueron registradas en individuos con 0.69 m (± 0.03) de talla promedio en un intervalo 0.43-1.23 m altura.

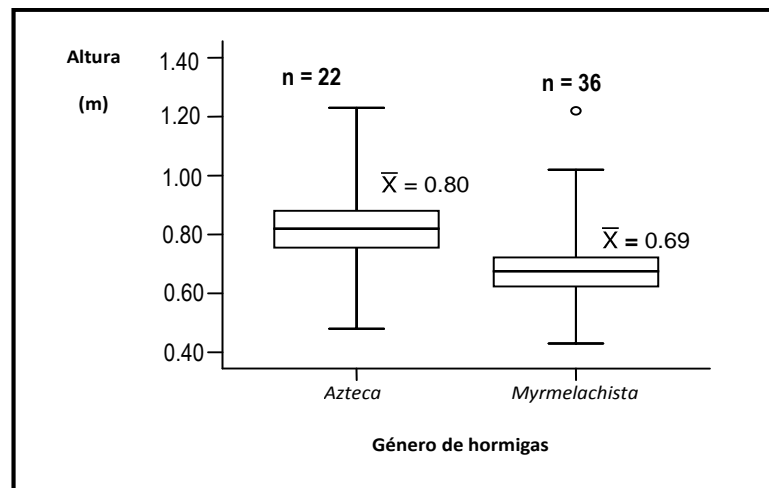


Figura 5. Altura de plantas de *Tachigali ptychophysca* ≤ 1.50 m habitadas sólo por hormigas reinas fundadoras en domacios tiernos

Plantas de *Tachigali ptychophysca* habitadas por hormigas *Azteca* formando colonias incipientes fueron registradas en una altura promedio 0.91 m (± 0.05 , n=18) encontrándose entre 0.65 y 1.50 m de altura; mientras que las plantas con hormigas *Myrmelachista* tuvieron como altura promedio 0.83 m (± 0.03 , n=23) distribuidas desde 0.61 a 1.12 m de altura. El género *Solenopsis* fue

localizado anidando dos plantas, una con 0.68 m de altura y otra con 0.79 m de altura ($\bar{X}=0.74$ m); mientras que *Pheidole* fue restringida en una planta de 1.06 m de altura (Figura 6).

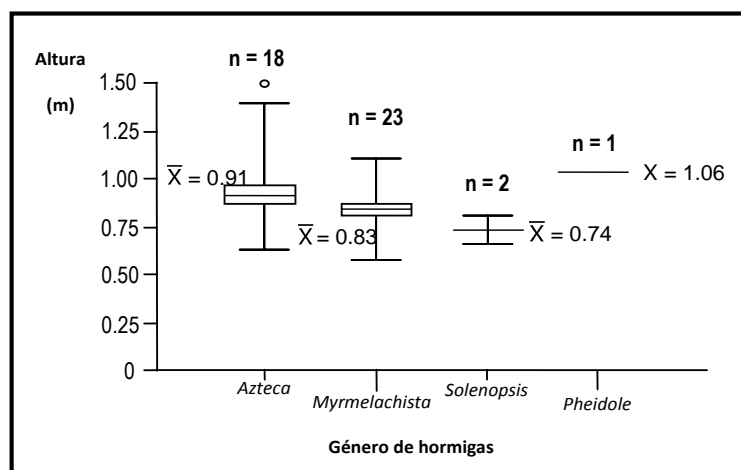


Figura 6. Altura de plantas de *Tachigali ptychophysca* ≤ 1.50 m habitadas por hormigas formando sólo colonias incipientes en domacios tiernos

La Figura 7, presenta las alturas promedio de plantas de *Tachigali ptychophysca* ≤ 1.50 m que fueron habitadas por género de hormigas formando colonias incipientes y al mismo tiempo colonizadas por reinas fundadoras. Hormigas *Azteca* fueron registradas en plantas con altura desde 0.70 a 0.85 m con talla promedio de 0.78 m (± 0.04 , n=3) de alto, y hormigas *Myrmelachista* anidaban plantas con altura promedio de 0.86 m (± 0.07 , n=3) que midieron entre 0.71 y 0.94 m de alto. Además ambos géneros estuvieron anidando en conjunto una sola planta de 0.83 m (una colonia incipiente de *Myrmelachista*, más reinas de *Azteca* y *Myrmelachista*).

Dentro de las plantas con domacios tiernos, se encontró dos individuos, uno de 1.17 m y otro de 1.26 m de alto ($\bar{X}=1.22$ m) con hormigas *Myrmelachista* que estuvieron formando colonias maduras.

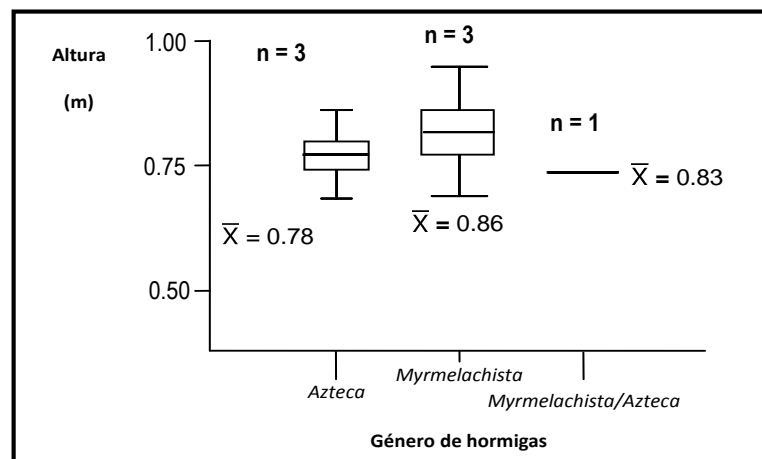


Figura 7. Altura de plantas de *Tachigali ptychophysca* ≤ 1.50 m habitadas por hormigas formando colonias incipientes y reinas fundadoras en domacios tiernos

En cuanto a plantas ≤ 1.50 m con domacios formados los promedio de alturas fueron de 1.10 m (± 0.07 , $n=7$) para *Azteca* dentro de un rango de 0.90 a 1.42 m de alto, y 1.05 m (± 0.04 , $n=7$) para *Myrmelachista* donde el individuo más pequeño llegó a medir 0.89 m y el de mayor tamaño tuvo 1.20 m de alto. Mientras que *Solenopsis* estuvo anidando en domacios formados de una sola planta con 0.65 m de altura (Figura 8).

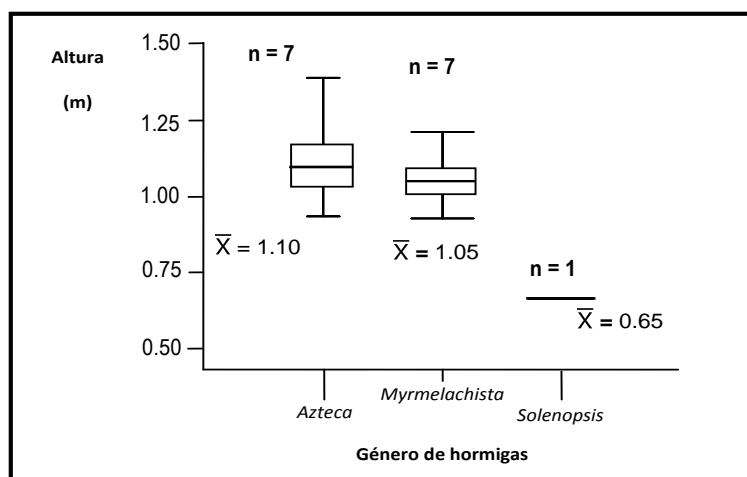


Figura 8. Altura de plantas de *Tachigali ptychophysca* ≤1.50 m con domacios formados habitadas por hormigas formando colonias maduras

4.4. Número de hormigas obreras por domacio al inicio de la interacción y en diferentes tallas de la planta

El promedio de hormigas que se encontró en domacios tiernos de plantas de *Tachigali ptychophysca* ≤ 1.50 m de altura no fue muy variada en tres de los cuatro géneros que forman colonias incipientes (Figura 9). Obreras *Azteca* fueron encontradas en número de 4 hasta 49 individuos por domacio con promedio de 24.18 (± 3.04) individuos agrupados en 21 plantas (o colonias incipientes); obreras *Myrmelachista* distribuidos en 27 colonias promediaron 28.01 (± 3.68) obreras por domacio en el rango de 4 a 71 individuos, *Solenopsis* por su lado tuvo un promedio total de 24 obreras por domacio calculado a partir de dos colonias, una con 15 y otra con 33 obreras; mientras tanto *Pheidole* sólo estuvo presente en una colonia con cinco obreras (Figura 9).

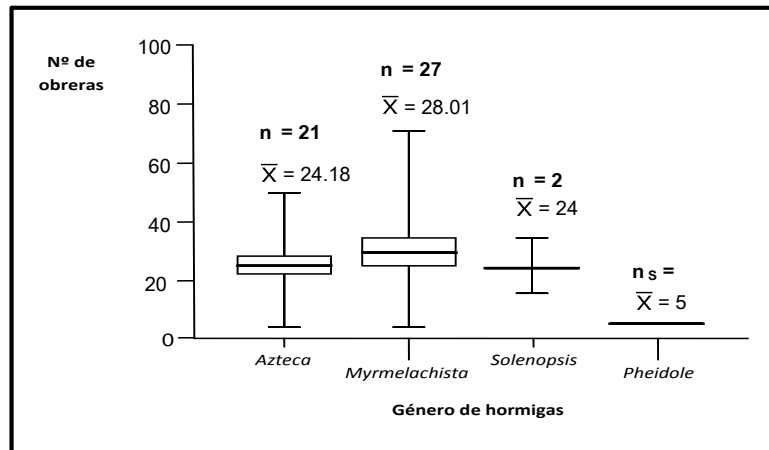


Figura 9. Número de hormigas obreras de colonias incipientes habitando domacios tiernos en plantas de *Tachigali ptychophysca* \leq 1.50 m de altura

Además, el promedio de obreras por domacio obtenido de colonias maduras de *Myrmelachista* que anidaron domacios tiernos fue de 80.17 obreras, calculado a partir de dos colonias, una con 93.67 obreras y otra con 96.66 obreras.

Se determinó que en domacios formados de plantas \leq 1.50 m de altura las hormigas *Azteca* y *Myrmelachista* presentaron más número de obreras que en domacios tiernos, encontrándose ambos géneros con similar número de obreras en domacios formados; el género *Azteca* fue registrado con 70.05 (± 5.88 , n=7) obreras en promedio por domacio y *Myrmelachista* con 68.71 (± 5.67 , n=7) obreras en promedio por domacio. En cambio, en contraposición

a lo observado, *Solenopsis* presente sólo en una planta, estuvo representada únicamente por seis obreras (Figura 10).

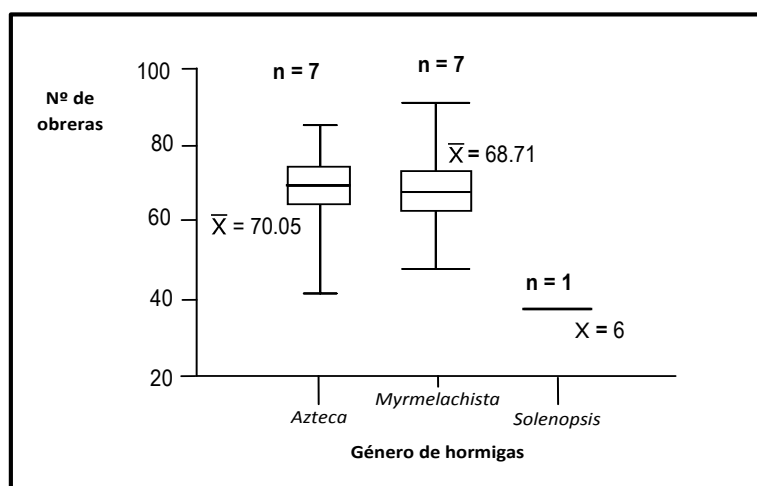


Figura 10. Número de hormigas obreras habitando domacio formados en plantas de *Tachigali ptychophysca* \leq 1.50 m de altura

La cantidad de hormigas que habitaban domacios formados en plantas con talla superior a 1.50 m (Figura 11) fue más abundante que en plantas con alturas \leq 1.50 m (Figura 9 y 10). En plantas $>$ 1.50 m de alto, hormigas *Azteca* incrementan el número de obreras de un rango a otro en los cuatro primeros intervalos, donde el promedio de obreras en la primera talla de altura (1.50-3.00 m) fue 94.60 (\pm 4.88) hormigas por domacio y en la cuarta talla de altura (9.00-12.00 m) fue 133.28 (\pm 7.66) hormigas por domacio. Después de 12.00 m de altura se observó que un domacio puede albergar en promedio 69.27 (\pm 6.54) obreras *Azteca* (Figura 11).

En hormigas *Myrmelachista* que estuvieron presente en plantas de *Tachigali ptychophysca* ≤ 9.00 m de altura se observó igual variación en el aumento de obreras por domacio como sucedió con obreras *Azteca*, donde el promedio de obreras en la primera talla de altura (1.50-3.00 m) fue 95.92 (± 3.78) hormigas por domacio y en la tercera talla de altura (6.00-9.00 m) fue 109.33 (± 5.16) hormigas por domacio. Mientras que *Pseudomyrmex* tuvo en promedio 10 obreras por domacio habitando una planta ente los 3.00-6.00 m de altura (Figura 11).

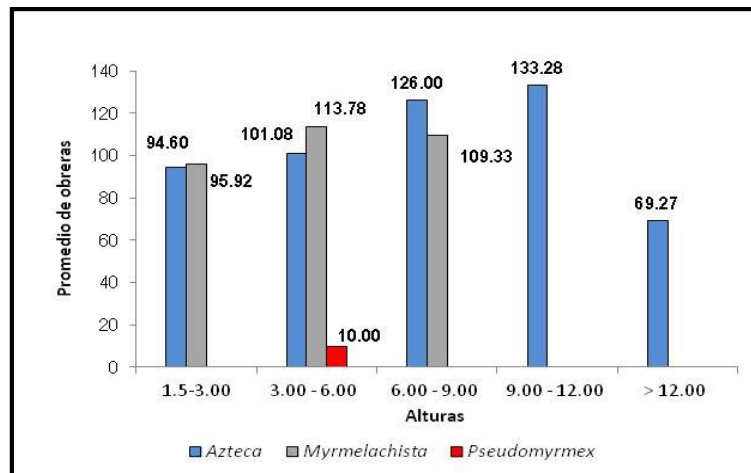


Figura 11. Número de obreras habitando domacio formados en plantas de *Tachigali ptychophysca* > 1.50 m de altura

4.5. Tamaño de domacios al inicio de la interacción como en diferentes tallas de la planta

En plantas de *Tachigali Ptychophysca* ≤ 1.50 m de altura se observó que los domacios presentaron volumen promedio 0.22 cm^3 (± 0.01 , $n=51$) y área promedio 0.59 cm^2 (± 0.03 , $n=51$) de menor tamaño cuando fueron tiernos y estuvieron habitados por colonias incipientes; mientras los domacios fueron más grandes cuando estos se encontraban tiernos (Volumen promedio= $0.40 \pm 0.02 \text{ cm}^3$ y área promedio= $0.80 \pm 0.03 \text{ cm}^2$, $n=2$) o formados (Volumen promedio= $0.39 \pm 0.06 \text{ cm}^3$ y área promedio= $0.82 \pm 0.08 \text{ cm}^2$, $n=15$) albergando colonias maduras (Figura 12).

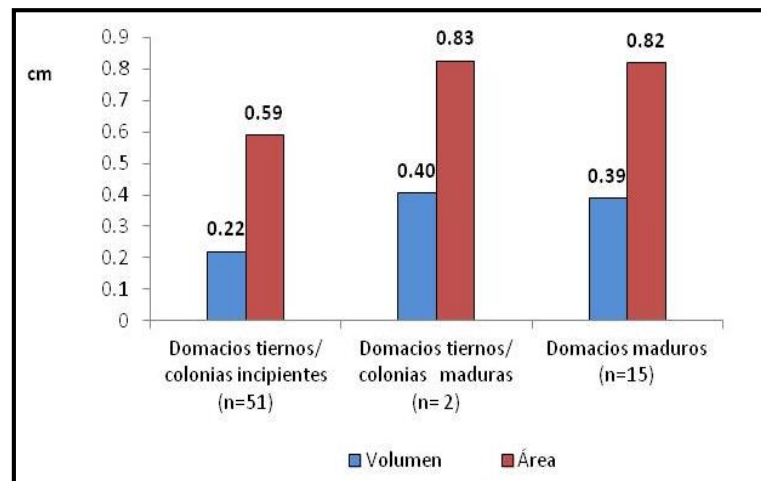


Figura 12. Tamaño de domacios en plantas de *Tachigali ptychophysca* ≤ 1.50 m de altura, según tipo de domacio

En plantas con altura superior a 1.50 m el tamaño de los domacios fueron homogéneos hasta alcanzar 9.00 m de altura siendo el volumen promedio mínimo 0.92 cm³ (± 0.11) y el máximo 0.98 cm³ (± 0.09), n=8; y el área promedio mínimo 1.45 cm² (± 0.07) y el máximo 0.98 cm² (± 0.04), n=13. En plantas que estuvieron en el rango de talla de 9.00-12.00 m de altura, los domacios incrementaron su capacidad ($\bar{X}=1.63 \pm 0.18$ cm³, n=6) y superficie ($\bar{X}=2.24 \pm 0.21$ cm², n=6). Mientras que en plantas que miden más de 12 metros de altura los domacios disminuyen drásticamente su tamaño siendo el volumen promedio 0.69 ± 0.02 cm³ y el área promedio 1.13 ± 0.02 cm², n=5 (Figura 13).

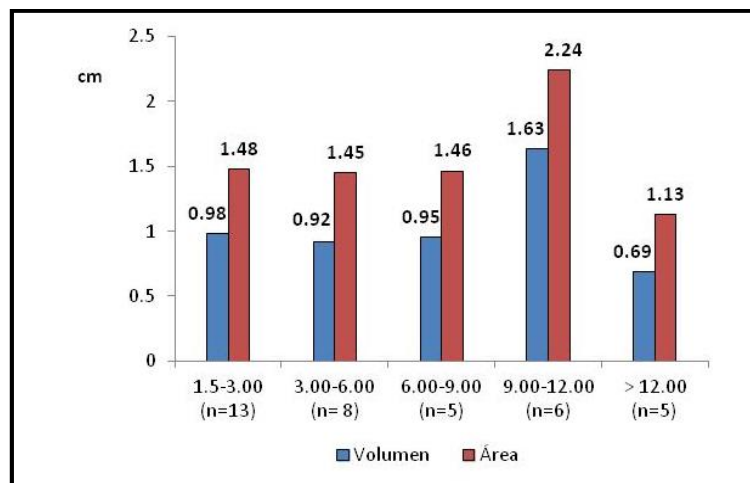


Figura 13. Tamaño de domacios en plantas de *Tachigali ptychophysca* > 1.50 m de altura, según rango de talla

Al comparar el volumen de domacios versus el número de hormigas obreras *Azteca* ($Y=47.96X+11.67$, $r^2=0.172$) y *Myrmelachista* ($Y=105.1X+7.033$, $r^2=0.223$) formando colonias incipientes en plantas ≤ 1.50 m de altura (Figura 14 y 15), se observó que no existe dependencia directa entre estas variables, debido a que en este rango de altura la cantidad de hormigas encontradas por domacio es muy heterogéneo y relativamente pequeño, por lo general variando desde unas pocas unidades a unas cuantas decenas.

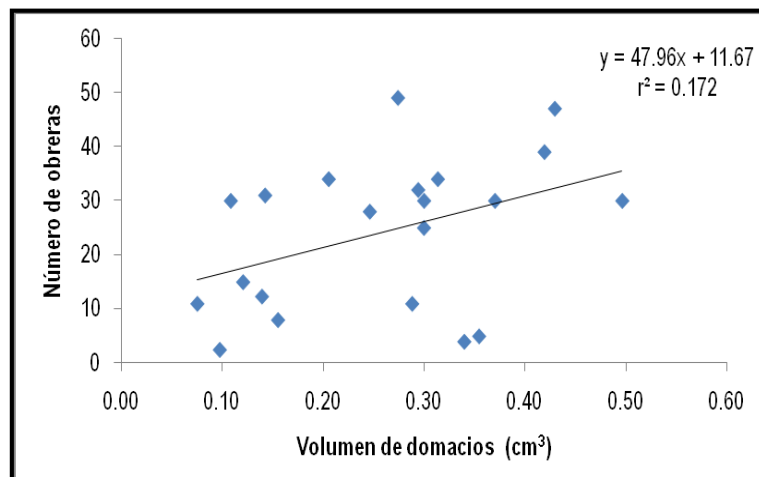


Figura 14. Relación entre el volumen de domacios y el número de obreras de hormigas *Azteca* en colonias incipientes de *Tachigali ptychophysca* ≤ 1.50 m de altura

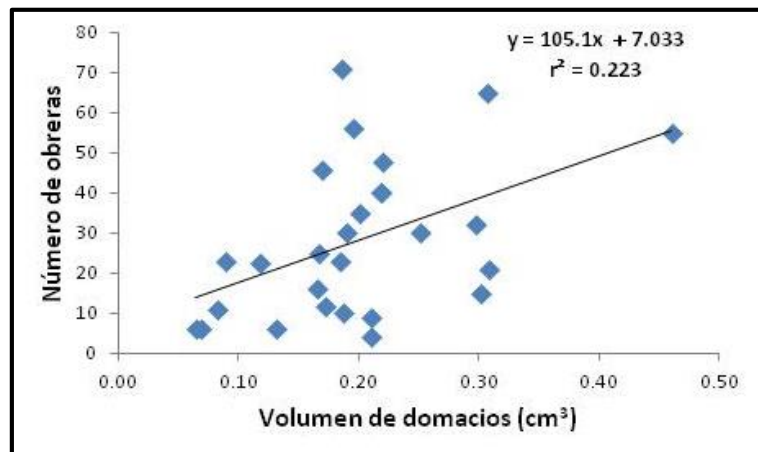


Figura 15. Relación entre el volumen de domacios y el número de obreras de hormigas *Myrmelachista* en colonias incipientes de *Tachigali ptychophysca* ≤ 1.50 m de altura

4.6. Estructura y tamaño de la colonia de hormigas en plantas jóvenes de *Tachigali ptychophysca*

Al examinar la composición estructural de las colonias de hormigas en cinco intervalos de altura en plantas que no superaron los tres metros se comprobó la existencia de las diferentes castas de hormigas de los géneros *Azteca* y *Myrmelachista*, las que fueron: huevos, larvas, pupas y reproductores alados, incluyendo a demás homópteros trofobiontes, fuente alimenticia para las hormigas. Se observó la presencia de hembra y machos alados en plantas mayores del 1.50 m de altura, lo que indica la existencia de colonias maduras a partir de esta talla (Tabla 9 y 10).

Al estimar la cantidad de obreras que puede tener una colonia (planta), se observó que las obreras de hormigas *Azteca* y *Myrmelachista* aumentaron en número mientras crecía la planta, lo que está directamente relacionado con la cantidad de hojas en la planta y con el mayor espacio que presentaron los domacios completamente formados (Tabla 9 y 10). Lo que demostró que una relación significativa al correlacionar de manera independiente el volumen de domacio y el número de obreras de *Azteca* ($Y=78.40X + 13.94$, $r^2=0.89$) y *Myrmelachista* ($Y=35.19X + 50.67$, $r^2=0.81$) que anidaron simbióticamente en plantas de *Tachigali ptychophysca* ≤ 3.00 m (Figura 16 y 17).

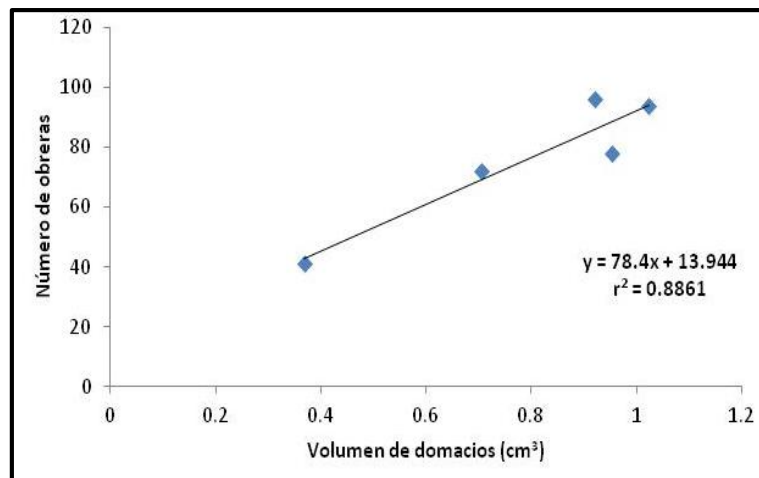


Figura 16. Relación entre el volumen de domacios y el número de obreras *Azteca* en plantas de *Tachigali ptychophysca* ≤ 3.00 m de altura que presentan domacios completamente formados

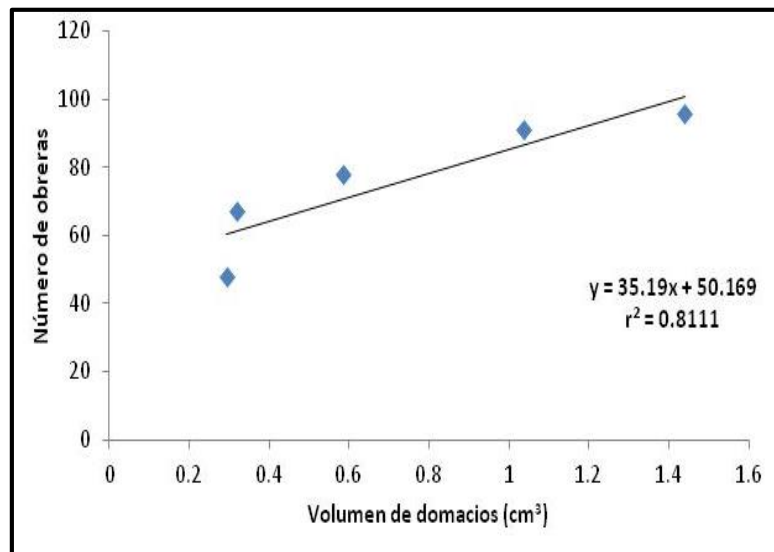


Figura 17. Relación entre el volumen de domacios y el número de obreras *Myrmelachista* en plantas de *Tachigali ptychophysca* ≤ 3.00 m de altura que presentan domacios completamente formados

Tabla 9. Estructura y tamaño de la colonia de *Azteca* en plantas de *Tachigali ptychophysca* ≤ 3.00 m de altura que presentan domacios completamente formados

	Altura de la planta (m)	Número de hojas con domacios	Volumen de domacio (cm ³)	Área de domacio (cm ²)	Número de reinas	Número de alados ♀	Número de alados ♂	Número de obrera	Número de Pupas	Número de larvas	Número de huevos	Número de trofobiontes	Estimado de obreras en colonia
0.50 - 1.00	0.92	8	0.37	0.79	1	0	0	41	13	3	0	12	328
1.00 - 1.50	1.22	7	0.70	1.31	1	0	0	72	7	5	6	8	504
1.50 - 2.00	1.71	14	0.95	1.17	1	6	4	78	8	0	0	3	1092
2.00 - 2.50	2.23	12	0.92	1.59	1	7	4	96	10	5	5	8	1152
2.50 - 3.00	2.64	6	1.02	1.35	1	5	3	94	5	9	3	11	564

Fuente: Ficha de registro de datos.

Tabla 10. Estructura y tamaño de la colonia de *Myrmelachista* en plantas de *Tachigali ptychophysca* ≤ 3.00 m de altura que presentan domacios completamente formados

	Altura de la planta (m)	Número de hojas con domacios	Volumen de domacio (cm ³)	Área de domacio (cm ²)	Número de reinas	Número de alados ♀	Número de alados ♂	Número de obrera	Número de pupas	Número de larvas	Número de huevos	Número de trofobiontes	Estimado de obreras en colonia
0.50 - 1.00	0.96	10	0.29	0.70	1	0	0	48	9	5	10	4	480
1.00 - 1.50	1.02	7	0.32	0.75	1	0	0	67	10	2	2	4	469
1.50 - 2.00	1.88	8	0.58	1.10	0	5	5	78	0	0	0	0	624
2.00 - 2.50	2.02	10	1.04	1.49	0	4	2	91	0	0	0	0	910
2.50 - 3.00	2.33	14	1.44	1.81	1	4	0	96	6	11	2	16	1344

Fuente: Ficha de registro de datos.

4.7. Morfología de *Tachigali ptychophysca*

Tachigali ptychophysca, árbol emergente que crece en bosque primario sobre suelos arenosos de la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana fue registrado desde 5 cm a 22 m de altura. Las plantas jóvenes se encontraron constituyendo la comunidad del sotobosque, considerados plantas umbrófilas, creciendo en conjunto agrupados con individuos de tamaño variado (Foto 1 y 13).



Foto 13. Plantas jóvenes de *Tachigali ptychophysca* (con cintas rojas) de tamaño variado

Las plantas de *Tachigali ptychophysca* presentaron una arquitectura simple sin ramificación hasta los 2 m de altura (Foto 13 y 14). En plantas jóvenes, el ritidoma del tallo es liso hasta alrededor de 2 m de altura volviéndose luego papiráceo, el cual va atenuándose hasta hacerse reticulado mientras llega a la adultez (Foto 15 al 17).

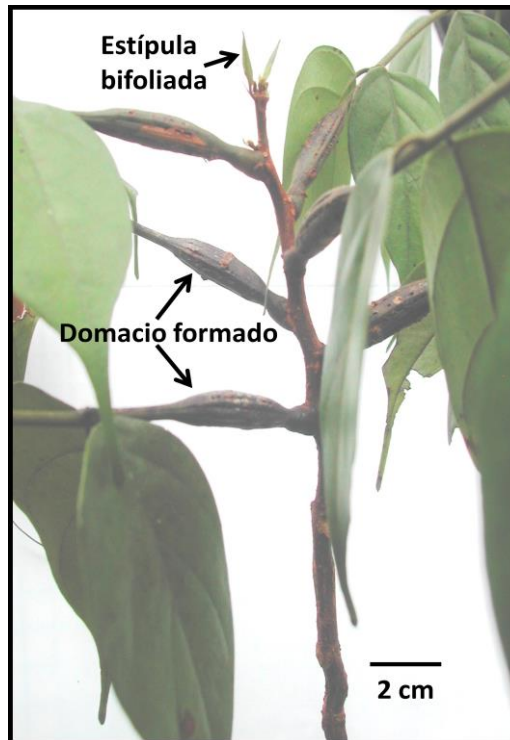


Foto 14. Planta joven de *Tachigali ptychophysca* de 1.22 m sin ramificación con domacios formados y estípula bifoliada

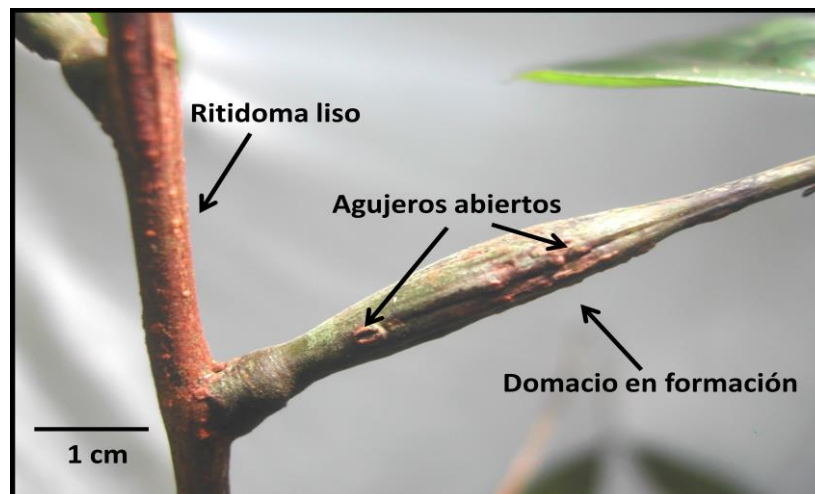


Foto 15. Tallo de planta joven de *Tachigali ptychophysca* de 1.22 m de altura con ritidoma liso



Foto 16. Tallo de planta joven de *Tachigali ptychophysca* de 2.33 m de altura con ritidoma papiráceo



Foto 17. Tronco cilíndrico de árbol de *Tachigali ptychophysca* de 22 m de altura con ritidoma reticulado

En este estudio no se encontraron plantas jóvenes con cotiledones, se observó que a partir de los 5 cm de altura estos ya fueron absorbidos por completo, presentando dos hojas compuestas paripinadas (1er par de neofilos) de 2 cm de largo con 3 pares de foliolos oblongo-lanceolado de 1.00-1.50 cm x 0.50-0.80 cm, ápice longiacumidado, base cordada-asimetrica, el raquis y pecíolo es delgado y cilíndrico. En plantas de 7 cm de altura se registró que las hojas y sus foliolos fueron del mismo tamaño (Foto 18), y a los 10 cm de altura las hojas y foliolos duplicaron su tamaño. En plantas con un

metro de altura se registró 4-13 hojas de 40 cm de largo con 6 foliolos; y en árboles emergentes las hojas llegaron a medir 25 cm de largo (Foto 19).



Foto 18. Hojas en individuo joven de *Tachigali ptychophysca* de 8 cm de altura



Foto 19. Hoja de individuo joven de *Tachigali ptychophysca* de 50 cm de altura con domacio tierno

La planta desde sus primeras hojas presentaron estípulas foliáceas, enteras, caducas que varían de forma y tamaño según el estadio, en plantas inferiores a 10 cm de altura se encontraron estípulas simples finas de 0.5 mm de ancho x 1.5 mm de largo, y en plantas mayor de 10 cm de altura se encontraron estípulas bifoliadas de 2 mm de ancho x 5 mm de largo, el cual fue creciendo

con la altura de la planta hasta llegar a medir 5 mm de ancho x 1.5 cm de largo (Foto 20 y 21) .

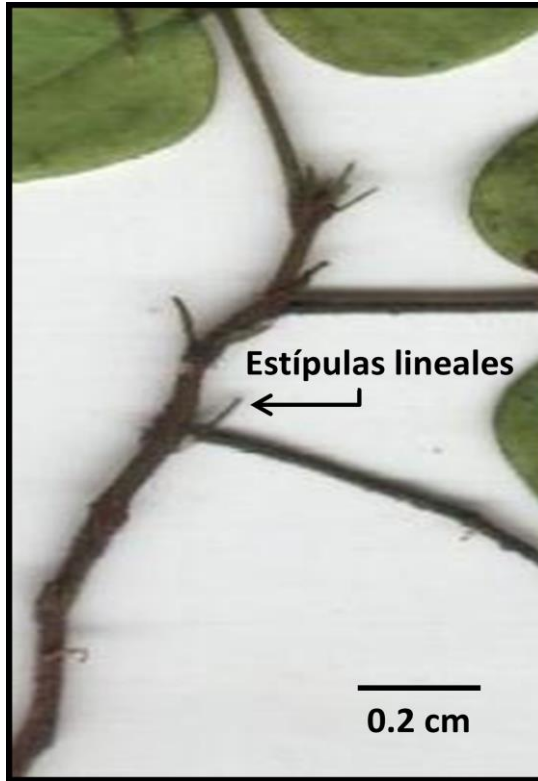


Foto 21. Individuo joven de *Tachigali ptychophysca* de 7 cm de altura con estípulas lineales

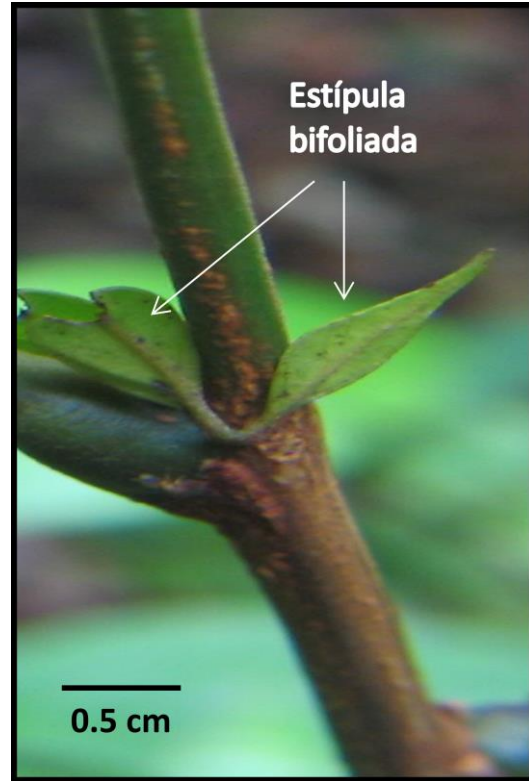


Foto 22. Individuo joven de *Tachigali ptychophysca* de 1m de altura con estípulas bifoliadas

Los domacios de origen caulinar constituyen únicamente los pecíolos hinchados y huecos de las hojas, estos fueron observados en plantas muy jóvenes a partir de 33 cm de altura (Figura 2) en forma de una protuberancia esférica pequeña (domacio inicial) muy distinguible en el pecíolo que contienen la medula central o parénquima interno de consistencia suave, esta protuberancia se alarga alcanzando parte de la totalidad del pecíolo en

plantas jóvenes (domacio tierno), y en plantas adultas alcanzan todo el peciolo, engrosándose hasta llegar a completar su desarrollo (Foto 4 al 7; 23 al 26).



Foto 23. Corte longitudinal de domacio tierno mostrando médula central

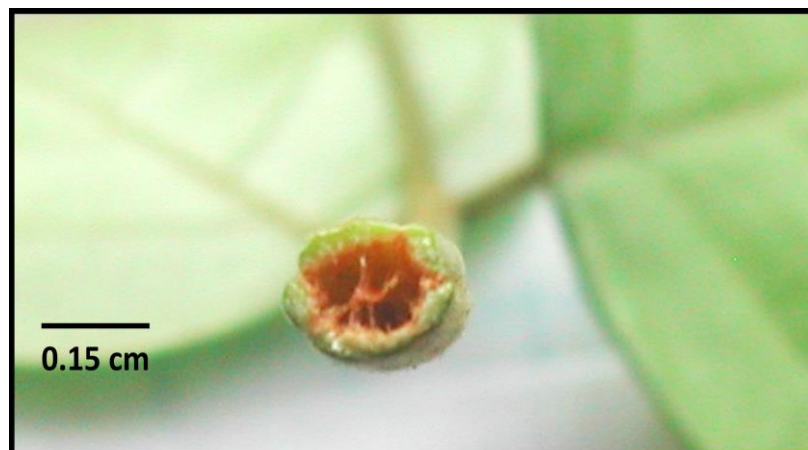


Foto 24. Corte transversal de domacio tierno mostrando médula central



Foto 25. Corte longitudinal de domacio formado sin médula central



Foto 26. Corte transversal de domacio formado sin médula central

En plantas jóvenes los domacios tiernos fueron relativamente pequeños de forma cilíndrica casi homogénea, incrementando su tamaño y tomando una forma irregular comprimida en la cara superior mientras completaron su

desarrollo durante el crecimiento de la planta, y en árboles a partir de los 15 metros de altura los domacios se vuelven pequeños, observando así que el tamaño de los domacios estuvo relacionado directamente con el tamaño de la hoja. Los domacios presentaron ranuras longitudinales que fueron difíciles de observar cuando estos comienzan a aparecer sobre los pecíolos volviéndose más visibles mientras van creciendo hasta completar su desarrollo. Estos domacios cuando jóvenes presentaron un agujero de entrada de hormigas que fue abierta por una reina alada en cualquier lugar de su superficie, mientras crece el domacio se observó más agujeros ubicados a lo largo de sus ranuras (Foto 6 al 8) realizados por los trofobiontes que anidan con hormigas.

V. DISCUSIÓN

5.1. Altura de la planta y formación de domacios

El inicio de la formación del domacio es importante porque las mirmecofitas son caracterizadas por una transmisión horizontal, en el cual la asociación puede ser establecida nuevamente en cada generación sucesiva de mutualistas (Bailey, 1923). El momento de la aparición de los primeros domacios puede variar en las diferentes especies de plantas, considerando el estado ontogénico (Bailey, 1923; Fiala & Maschwitz, 1992; Yu & Pierce, 1998; Brouat & McKey, 2000; Rainer, 2001); lo que permite agruparlos en dos estados de interacción, plantas con “interacción transicional” para aquellas que no forman domacios cuando son plántulas pero si cuando son principalmente plantas jóvenes (brinzales) y plantas con “interacción específica” que se da en plántulas (Brouat & McKey, 2000). Presentándose así en una etapa temprana del desarrollo de la planta, en tallas que no sobrepasan a 1 m de altura (Bailey, 1923; Fiala & Maschwitz, 1992; Brouat & McKey, 2000). Con algunas pocas excepciones en donde la formación de los domacios se da en plantas más altas (Rainer, 2001). Este estudio revela, en concordancia con lo expuesto por Bailey (1923), que las plantas de *Tachigali ptychophysca* muestran sus primeros domacios en la fase transicional de la planta a partir de los 33 metros de altura, debido a que no se observaron domacios en estadio de plántula.

Si bien es cierto que en el sotobosque la luz como factor limitante sugiere un ahorro de energía con el crecimiento lento de las plantas, sobre todo algunas especies de *Tachigali* que pueden permanecer de tamaño pequeño hasta por algunas décadas (Foster, *com. pers.*), la formación de domacios a corta altura como sucede en *Tachigali ptychophysca* representa un gasto de energía, la que es compensada con el mayor beneficio obtenido por la planta en el tiempo (Benson, 1985; Fonseca, 1993). Siendo la formación de domacios un paso crucial en la evolución de la mirmecofilia (Fiala & Maschwitz 1992). La temprana aparición de domacios en *Tachigali ptychophysca* permite la pronta interacción con hormigas para la mayor protección de la planta y éxito de las especies asociadas, siempre y cuando sean hormigas especialistas u obligadas (Brouat & McKey, 2000).

5.2. Altura de la planta y colonización inicial

A diferencia de la fundación de colonias en plantas de *Macaranga* (Fiala & Maschwitz, 1990) y *Cordia nodosa* (Frederickson, 2006), el establecimiento inicial de hormigas en *Tachigali ptychophysca* no fue registrada mediante la observación de reinas aladas colonizando plantas jóvenes, actividad que ocurre con mayor frecuencia, principalmente durante el atardecer (Fiala & Maschwitz, 1990). Pero sí se pudo determinar la presencia de más de una reina por plántula (Figura 3), demostrando así que las plantas de manera individual son colonizadas típicamente por más de una reina fundadora, las

que anidan en diferentes domacios de una misma planta, quienes compiten intra e interespecíficamente por la planta hospedera (Longino, 1989; Fiala & Maschwitz, 1990; Davidson *et al.*, 1991; Frederickson, 2006) para establecerse definitivamente y comenzar a la fundación de una nueva colonia.

Las observaciones de campo confirmaron que una planta se clasifica como ocupada cuando presenta agujeros de entrada en los domacios, sean estos sellados o abiertos, y más aún cuando la actividad de las hormigas es visible. Muchas de las especies mirmecófitas son colonizadas por reinas fundadoras cuando tienen una altura inferior a 1 m (Longino 1989; Fiala & Maschwitz, 1990; Fiala & Maschwitz, 1992), asimismo, colonias incipientes originarias de reinas fundadoras se encuentran establecidas en plantas jóvenes (Yu & Pierce, 1998; Frederickson, 2005). Mientras que algunas pocas especies de plantas son colonizadas cuando son más altas (Reiner, 2001).

Se observó Interacción transicional en *Tachigali ptychophysca*, debido a que las plantas jóvenes (43 cm de alto) son inicialmente colonizadas por hormigas reinas casi inmediatamente después de producir sus primeros domacios (33 cm de alto), los que aún se encuentran en etapa de formación (domacios tiernos), del mismo modo que sucede en *Tachigali myrmecophila* y *Tachigali polyphylla* especies estudiadas por Fonseca & Benson (2003) y por

observaciones análogas hechas por Yu & Price (1998) en *Cordia nodosa* . El hallazgo de reinas fundadoras y colonias incipientes en plantas de *Tachigali ptychophysca* con alturas casi homogéneas demuestra la precocidad en el mutualismo con relación a la ontogenia de esta planta, y en otras especie diferentes (Fiala & Maschwitz, 1992; Brouat & McKey, 2000; Itino & itioka, 2001; Frederickson, 2005; Frederickson, 2006).

La ocurrencia de reinas fundadoras y colonias incipientes en un mismo individuo, y solo colonias incipientes en otro individuo de *Tachigali ptychophysca* que se encontraron en el mismo rango de altura, demostró que las primeras hormigas obreras de una colonia emergen activamente sobre toda la planta eliminando toda posible competencia, desplazando a reinas fundadoras de otros domacios y colonias nuevas que aún no salieron de otros domacios (Longino, 1989; Fiala & Maschwitz, 1990, Fonseca, 1999).

Algunas plantas jóvenes de *Tachigali ptychophysca* que aún no estuvieron habitadas por hormigas presentaron señales de ser atacadas por insectos herbívoros y parásitos. A pesar de ello, en este estudio no se demostró que estos factores bióticos pueden afectar drásticamente a la población de plantas en este estado de desarrollo. Pero estudios previos han demostrado que el inicio temprano de la interacción planta-hormiga brinda mayor posibilidad de supervivencia tanto para las planta como para las hormigas

(Longino 1989; Fiala & Maschwitz, 1990; Fiala & Maschwitz, 1992; Vasconcelos & Davidson, 2000; Itino & Itioka, 2001)

5.3. Hormigas asociadas a *Tachigali ptychophysca* al inicio de la interacción y en diferentes tallas de la planta

Varias especies de hormigas pueden interactuar con una misma plantas (Longino, 1989), el tamaño de la planta es una característica que difiere en preferencia a la especie de hormiga que coloniza su planta hospedera (Vasconcelos & Davidson, 2000).

Las hormigas del género *Azteca* predominantemente especialistas, al igual que *Pseudomyrmex*, habitan diferentes especies de plantas mirmecófitas, estas hormigas son consideradas colonizadoras obligadas de plantas de *Tachigali* (Benson, 1985; Fonseca, 1991; Ward, 1991; Fonseca, 1994; Ward, 1999), juntamente con *Myrmelachista* (Benson, 1985). En contraste a esto, al estudiar el sistema *Tachigali ptychophysca*-hormiga se descubrió que la planta mirmecófitas está asociada con cinco géneros de hormigas simbioses; en donde *Myrmelachista*, *Azteca*, *Solenopsis* y *Pheidole* estuvieron presentes al inicio de la interacción formando colonias incipientes en plantas que aún no sobrepasaron el 1.50 m de altura. De los cuatro géneros de hormigas en mención, solamente de *Myrmelachista* y *Azteca* se encontraron reinas fundadoras, manteniéndose ambos géneros en plantas de mayor tamaño

formando colonias maduras. La alta frecuencia de registros de *Myrmelachista* y *Azteca* en comparación con las mínimas observaciones de *Solenopsis* y *Pheidole* sugiere que los dos primeros géneros pueden coexistir independientemente en plantas jóvenes desde el establecimiento de reinas, fundación de nueva colonia e incluso hasta colonias maduras. Mientras *Solenopsis* y *Pheidole* se considerarían hormigas oportunistas o no obligadas para *Tachigali ptychophysca*, como lo observado por Benson (1985) en el género *Tachigali*, y por Longino (1989) en la asociación mutualista *Cecropia* - *Azteca*.

Al inicio de la interacción en individuos jóvenes de *Tachigali ptychophysca* las reinas fundadores y colonias incipientes fueron en su mayoría de hormigas *Myrmelachista*, pero en plantas mayores se observó que fueron mayormente habitadas por hormigas *Azteca*, manteniéndose éstas como único género de hormiga en árboles grandes, demostrando así que existe competencia interespecífica por sitio de anidación (Longino, 1989; Fiala & Maschwitz 1990) lo que evidencia que una hormiga puede reemplazar a otra en el tiempo, el cual fue corroborado al observar hormigas obreras de *Azteca* atacando un domacio ocupado por hormigas *Myrmelachista*, este comportamiento indica la competencia que existe entre hormigas por posesión de mirmecófitas. Reflejando además que la primera reina que encuentra una planta para fundar una nueva colonia no es necesariamente la más exitosa (Longino,

1989). Es así que la competencia puede jugar un rol importante en determinar que especie (en el caso de este estudio, que género) de hormiga se desarrolla exitosamente y persiste en cada una de las plantas mirmecófitas.

Las hormigas que habitan en mirmecófitas pueden proveer diferentes beneficios y resultados en el desarrollo de la planta hospedera. Como se ve en *Duroia*, *Azteca* puede ser más benéfica que *Myrmelachista* en ambientes donde existe mayor herbivoría, mientras que *Myrmelachista* puede dar mayor beneficio a plantas que crecen en ambientes con poca luz (Frederickson, 2005), lo que demuestra la existencia de factores que regulan y dirigen la especialización evolutiva en la mirmecofilia. Este interesante mecanismo de coexistencia se ve reflejado en *Tachigali ptychophysca* y sus hormigas asociadas, juntamente con la competencia por la planta huésped, existiendo un cambio predecible de hormigas asociadas mediante el reemplazo interespecífico en la ontogenia de la planta (Reiner, 2001; Feldhaar *et al.*, 2003; Fonseca & Benson, 2003) en donde *Myrmelachista* fue encontrada en más plantas que crecen en estrato inferior del bosque, mientras que *Azteca* se registró anidando más individuos en estrato medio y superior del bosque. Las hormigas que anidan plantas jóvenes a menudo difieren de las hormigas que anidan árboles grandes de la misma especie, ya que no todas las especies de hormigas pueden colonizar arboles grandes, debido a la diferencia en el fundación, comportamiento y vida útil de la colonia de hormigas,

característica que juegan un importante rol en los cambios ontogénicos de planta, facilitando el cambio de especies de hormigas (Feldhaar *et al.*, 2003)

Si bien es cierto que *Pseudormymex* es considerado como uno de los principales géneros de hormigas asociados de forma obligada a *Tachigali* (Bailey, 1923; Benson, 1985; Fonseca, 1991; Ward, 1991; Fonseca, 1993; Ward, 1999), los resultados de este estudio mostraron todo lo contrario, presentando un registro de *Pseudormymex* en una planta con altura superior a los tres metros, esta ocurrencia se debe a las características propias de *Tachigali ptychophysca*, que dan un limitado espacio para que la hormiga pueda anidar (Fonseca, 1993; Fonseca 1999, Frederickson, 2006)

5.4. Número de hormigas obreras por domacio al inicio de la interacción y en diferentes tallas de la planta

La presencia de obreras en un domacio de *Tachigali ptychophysca* se ve limitada en número por diversos factores, principalmente por el espacio disponible dentro del domacio y el tamaño de las hormigas (Fonseca 1991; Fonseca 1993; Fonseca, 1999), aunque esto no es significativo en colonias incipientes debido a las pocas hormigas que se encuentran habitando los domacios de algunas plantas; sí es determinante para colonias maduras que anidan en plantas con domacios que han completado su desarrollo (Fonseca,

1993; Fonseca 1999). Esto se ve reflejado en *Tachigali ptychophysca*, donde un domacio tierno puede albergar casi la misma cantidad de hormigas *Azteca* y *Myrmelachista* cuando forman colonias incipientes. *Myrmelachista* estuvo presente con mayor número de obreras por domacio debido a la diferencia de tamaño entre estos dos géneros de hormigas, siendo *Myrmelachista* relativamente más pequeña que *Azteca* (Obs. Pers.) El encuentro de pocos individuos de *Pheidole* y *Solenopsis* en domacios tiernos y *Pseudomyrmex* en domacios formados demuestra que estos géneros de hormigas están interactuando con *Tachigali ptychophysca* como hormigas facultativas u oportunistas

En colonias maduras que habitan plantas jóvenes, el incremento del número de obreras por domacio se ve afectado por el crecimiento necesario de la colonia, es por eso que el número de obreras en colonias maduras en *Tachigali ptychophysca* es mucho mayor que en colonias incipientes, pudiendo llegar casi al ciento de obreras por domacio (Fonseca 1993; Fonseca, 1999). Cuando las plantas van aumentando de tamaño se observó un incremento paulatino de obreras por domacio hasta que la planta se convierta en un árbol joven o sub adulto, mientras que al llegar a la adultez, un domacio alberga similar número de hormigas que cuando fue planta joven, debido al cambio de tamaño del domacio durante el crecimiento ontogénico de la planta (ver siguiente ítem, tamaño de domacios por planta),

Por otro lado, la ausencia de hormigas *Myrmelachista* en árboles sub adultos y adultos de *Tachigali ptychophysca* reveló la existencia de un desplazamiento por parte de *Azteca* en plantas con mayor tamaño (Longino, 1989; Fiala & Maschwitz 1990).

5.5. Tamaño de domacios al inicio de la interacción y en las diferentes tallas de la planta

Tachigali ptychophysca presentó domacios más pequeños y con menor capacidad con relación a otras especies de *Tachigali* (Bailey, 1923; Fonseca, 1993); el volumen y área de los domacios incrementaron en función a su grado de desarrollo y a la altura de la plantas; mientras crece la planta las hojas se vuelven más grandes para mayor captación de luz y en consecuencia los domacios también crecen, una vez en el dosel donde existe mayor disponibilidad de luz, las hojas y domacios disminuyen de tamaño. La disponibilidad de espacio en los domacios de *Tachigali ptychophysca* durante su desarrollo permitió albergar diferentes cantidades de hormigas por domacio en cada etapa de su ontogenia, como lo hacen las especies mirmecófilas pertenecientes a este género (Bailey, 1923; Fonseca y Benson, 2003). Al comparar el número de hormigas obreras de colonias incipientes de dos géneros más frecuentes con el volumen de domacio en plantas jóvenes no se encontró relación significativa; caso contrario se dio en colonias maduras en donde el número de obreras incrementa al aumentar el volumen del domacio.

A pesar de que esta correlación no se hizo en plantas que superaron los tres metros de altura se pudo inferir con lo anterior que el espacio de los domacios de *Tachigali ptychophysca* controla y limita la cantidad de hormigas que estas puedan albergar. La forma y tamaño del domacio facilita la presencia de la hormiga asociadas en determinada planta, y del mismo modo el tamaño de la hormiga y la forma del cuerpo brindan ventajas a la especie para obtener domacios habitables; hormigas de cuerpo pequeño pueden anidar en domacios pequeños y este brinda espacio suficiente para la realización dentro de la colonia, lo que no sería posible si hormigas de gran tamaño anidaran domacios pequeños (Fonseca, 1993; Fonseca, 1999). Siendo así que, *Myrmelachista* y *Azteca*, hormigas pequeñas anidan exitosamente en los domacios de espacio reducido de *T. ptychophysca*, mientras que *Pseudomyrmex* a pesar de ser hormiga obligada a *Tachigali* es demasiado grande para albergar domacios de tamaño reducido.

5.6. Estructura y tamaño de la colonia de hormigas en plantas jóvenes de

Tachigali ptychophysca

El tamaño de la colonia de hormigas es una característica muy importante que influye en los procesos reproductivos (Fonseca, 1996). Fonseca (1993) propuso para hormigas que viven en mirmecófitas, el espacio para anidar es el principal factor que limita el tamaño de la colonia, mucho más que el alimento o el territorio. En *T. ptychophysca* menores de 3 m de altura con domacios

desarrollados se ve una positiva relación entre el total de espacio ofrecido por la planta para ser ocupada por *Azteca* y *Myrmelachista* y el número de obreras que lo pueden albergar; existiendo también una fuerte relación entre el número de domacios y el tamaño de la colonia, como lo reportado por Fonseca (1999) y Vasconcelos & Davidson (2000).

La presencia de castas reproductivas en plantas jóvenes de *Tachigali ptychophysca* determina el pronto reclutamiento de plantas que no fueron colonizadas anteriormente, y quizás la incorporación de nuevas reinas progenitoras dentro de una misma colonia, con el consiguiente incremento de individuos brinda mayor éxito en la defensa de la planta.

5.7. Morfología de *Tachigali ptychophysca*

Se observó en *T. ptychophysca* que el peciolo presenta una abultamiento en forma de saco. La hipertrofia de peciolos que sufre esta especie le confiere la característica propia de planta mirmecófita, como lo describe Bailey (1923), indicando además que este fenómeno de crecimiento en la hoja es producida exclusivamente por la planta, el cual se debe a procesos evolutivos del desarrollo de mirmecodomacios a temprana edad en la ontogenia de la planta para permitir el éxito de la especie (Fiala & Maschwitz 1992, Brouat & McKey, 2000).

VI. CONCLUSIONES

La generación de los primeros domacios en *Tachigali ptychophysca* se da en etapa temprana del desarrollo de las plantas cuando estas son muy pequeñas desde 33 cm de altura, constituyendo la comunidad de sotobosque como brinzales.

Los individuos de *T. ptychophysca* son colonizadas por primera vez por hormigas reinas fundadoras inmediatamente después de la aparición de los primeros domacios cuando las plantas tienen 43 cm de altura. Más de una reina de dos especies de hormigas puede colonizar una planta estableciéndose individualmente en un domacio para dar inicio a la interacción con la producción de las primeras obreras.

Myrmelachista, *Azteca*, *Solenopsis*, *Pheidole* y *Pseudomyrmex* fueron los géneros de hormigas que se encontraron anidando en *T. ptychophysca*, considerando que los últimos tres géneros no son socios obligados en la interacción con la planta. *Myrmelachista* y *Azteca* son las hormigas que individualmente dan inicio a la interacción y que ambas se mantienen presente en casi toda la vida de la planta; siendo *Azteca* el género de hormigas que se encuentra presente en individuos adultos; lo que demuestra el desplazamiento de *Myrmelachista* por *Azteca* durante el crecimiento de la planta.

La cantidad de hormigas que alberga un domacio en *T. ptychophysca*, está relacionado directamente con la altura de la planta. Al inicio de la interacción, en

plantas jóvenes (brinzales), el promedio del número de obreras por domacio producido por la reina fundadora se encuentra cerca de 30 individuos. En plantas mayores hasta subadultos un domacio alberga alrededor 100 de obreras, y en árboles adultos un domacio en promedio puede tener alrededor de 69 hormigas.

El tamaño del domacio en *Tachigali ptychophysca* varía de acuerdo a su estado de desarrollo y al tamaño de la planta. En plantas jóvenes (brinzales), los domacios son muy pequeños llegando a tener cerca de 0.50 cm³ capacidad (domacios tiernos), en plantas mayores hasta subadultos sus domacios puede llegar a tener alrededor de 1.00 cm³ de capacidad, y en árboles adultos un domacio en promedio puede tener 0.69 cm³ de capacidad.

Colonias de hormigas *Azteca* y *Myrmelachista* se encuentran maduras cuando las plantas tienen más de 1.50 m de altura. El tamaño de la colonia de hormigas está directamente relacionada con el espacio disponible de los domacios y la cantidad de hojas que tiene la planta de *T. ptychophysca*.

La característica que confiere a *T. ptychophysca* ser mirmecófita se debe al crecimiento abultado que sufre el peciolo cuando la planta es muy joven, el cual va desarrollándose mientras la planta aumenta de tamaño, incrementando el espacio para nidificación de sus hormigas simbiotes. Siendo la formación del domacio generada por la misma planta.

VII. RECOMENDACIONES

Estudiar la competencia interespecífica de hormigas que anidan en *Tachigali ptychophysca* mediante la observación de la colonización por parte de reinas aladas y determinar los factores que limitan a una reina para la fundación de una nueva colonia en una planta joven.

Realizar estudios experimentales de herbivoría para determinar si existen diferencias benéficas en cuanto a la defensa proporcionada por las hormigas *Myrmelachista* y *Azteca* hacia su hospedero para ver los efectos directos sobre el crecimiento y sobrevivencia de *T. ptychophysca*. Además estudiar si el crecimiento de los domacios puede ser influenciado con la presencia de hormigas.

Realizar estudios de interacción en individuos de *Tachigali ptychophysca*-hormiga que estén localizados a partir del estrato medio del bosque, para determinar la presencia de *Azteca* como mutualista obligada en estrato arbóreo.

Realizar la identificación a nivel de especie de las hormigas que fueron encontradas en este estudio.

Revisar las colecciones de *T. ptychophysca* depositadas en el Herbarium Amazonense (AMAZ), para ver si se puede obtener muestras de hormigas, identificarlas y comparar con los resultados obtenidos en el presente estudio.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105–121.

Bailey, I. W. 1923. Notes on neotropical Ant-Plant. II. *Tachigalia paniculata* Aubl. *Botanical Gazette*. **75**: 27-41

Benson, W. W. 1985. Amazon ant-plants. In Prance, G.T. and Lovejoy, T. E. (Eds.) Amazonia. Pergamon Press, Oxford, England. 239-266.

Bolton, B. 1997. Identification guide to the ant genera of the world. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts. 222 pp.

Brouat, C. & D. MacKey. 2000. Origin of caulinary ant domatia and timing of their onset in plant ontogeny: evolution of a key trait in horizontally transmitted ant-plant symbioses. *Biological Journal of the Linnean Society*. **71**: 801-819.

Bronstein, J.L. 1994. Our current understanding of mutualism. *The Quarterly Review of Biology*, **69**, 31-51.

- Collingwood, C. & A. Price. 1998.** A guide to ants of continental Portugal. Boletim da Sociedade Portuguesa de Entomologia. Lisboa. Nº 05: 47 pp.
- Cronin, G. 1998.** Between-species and temporal variation in acacia-ant-herbivore interactions. *Biotropica*. **30**: 135-139.
- Davidson, D. W., Snelling, R. R. & J.T. Longino. 1989.** Competition among ants for myrmecophytes and the significance of plant trichomes. *Biotropica*. **21(1)**: 64-73.
- Davidson, D. W. & D. McKey. 1993a.** Ant-plant symbioses: Stalking the Chuyachaqui. *Trends in Ecology and evolution* **8**: 326-332
- Davidson, D. W. & D. McKey. 1993b.** The evolutionary ecology of symbiotic ant-plant relationship. *J. Hymenopteran Res.* **2**: 13-83.
- Del Val E. & R. Dirzo, 2004.** Mirmecofilia: Las plantas con ejercito propio. *Interciencia*. **29(12)**: 673-679.
- Dwyer, J. 1954.** The tropical American genus *Tachigalia* Aublet (Caesalpiniaceae). *Ann Mossoiri Bot. Garden.* **41**:223-260.

Encarnación, F. 1985. Introducción a la flora y la vegetación de la Amazonía peruana: estado actual de los estudios, medio natural y ensayo de claves de determinación de las formaciones vegetales en la llanura Amazónica. *Candollea*, 40: 237-252.

Encarnación, F. 1993. El bosque y las formaciones vegetales en la llanura amazónica del Perú. *Alma Mater*, Vol. 6. 93– 114.

Feldhaar, H.; Fiala, B.; Hashim, R. B & U. Maschwitz. 2003. Patterns of the *Crematogaster-Macaranga* association: The ant partner makes the difference. *Insectes Soc.* **50**: 9–19.

Fernández, F. 2003. Introducción a las Hormigas de la Región Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. XXVI + 398 p.

Fiala, B. & O. Maschwitz. 1990. Studies on the South East Asian ant-plant association *Crematogaster borneensis/Macaranga*: Adaptations of the ant partner. *Insectes Sociaux*. **37(2)**: 212-213.

- Fiala, B. & O. Maschwitz. 1992.** Domatia as most important adaptation in the evolution of myrmecophytes in the paleotropical tree genus *Macaranga* (Euphorbiaceae). *Plant Systematic and Evolution*. **108**: 53-64.
- Fonseca, C. R. 1991.** Interação entre *Tachigalia myrmecophila* Ducke (Cesalpinaceae) e formigas associadas. MSc. tese, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brazil.
- Fonseca, C. R. 1993.** Nesting space limits colony size of the plant-ant *Pseudomyrmex concolor*. *Oikos* **67**: 437-482.
- Fonseca, C. R. 1994.** Herbivory and the long-lived leaves of an Amazonian ant-tree. *Journal of Ecology*. **82**: 833-842.
- Fonseca, C. R. 1999.** Amazonian ant-plant interaction and the nesting space limitation hypothesis. *Journal of Tropical Ecology*. **15**: 807-825.
- Fonseca, C. R. & G. Ganade. 1996.** Asymetries, Compartments and null interaction in an Amazonian ant-myrmecophytic community. *J. Anim. Ecol.* **65**: 339-347.
- Fonseca, C. R. & W. W. Benson. 2003.** Ontogenetic succession in Amazonian ant-trees. *Oikos*. **102(2)**: 407-412.

Frederickson, M. 2005. Ant species confer different partner benefits on two neotropical myrmecophytes. *Oecologia* **143**:387–395.

Frederickson, M.; Greene, M. & D. Gordon. 2005. Devil's garden's bedevilled by ants. An ant species uses herbicidal weaponry to secure its own niche in the Amazonian rainforest. *Nature*. Vol **437**: 497-496

Frederickson, M. 2006. The reproductive phenology of an Amazonian ant species reflects the seasonal availability of its nest sites. *Oecologia*.**149**:418–427.

García, R.; Ahuite, M. & M. Olórtegui. 2003. Clasificación de bosques sobre arena blanca de la Zona Reservada Allpahuayo-Mishana. *Folia Amazónica*, 4(1-2): 11-27

Hölldobler, B. & E. O. Wilson. 1990. *Then Ants*. Harvard University Press, Cambridge, 732 pp.

Itino, T. & T. Itioka. 2001. Interspecific variation and ontogenetic change in antiherbivore defense in myrmecophytic *Macaranga* species. *Ecological Research*. **16**: 765–774

Janzen, D. H. 1966. Coevolution of mutualism between ants and acacias in Central America. *Evolution*. **20**: 249-275.

Janzen, D. H. 1969. Allelopathy by myrmecophytes: The ant *Azteca* as an allelopathic agent of *Cecropia*. *Ecology*. **50**: 147-153.

Jolivet, P. 1996. Ants and Plant, an example of coevolution (enlarged edition). 303 pp. Backhuys Publishers, Leiden.

Letourneau, D. K. 1990. Code of ant-plant mutualism broken by parasite. *Science*. **298**: 215-217.

Longino, J. T. 1989. Geographic variation and community structure in an ant-plant mutualism: *Azteca* and *Cecropia* in Costa Rica. *Biotropica*. **21**: 126-132.

Longino, J. T. 1991. *Azteca* ants in *Cecropia* trees: taxonomy, colony, and behavior. In Huxley, C. R. and D.F. Cutler (Eds.) *Ant-plant Interactions*. *Oxford University Press*, New York. 271-288.

Marengo, J. A. 1998. Climatología de la zona de Iquitos, Perú. En Kalliola, R. & Flores Paitan S. (eds.) *Geoecología y desarrollo Amazónico: Estudio integrado en la zona de Iquitos, Perú*. *Annales Universitatis Turkuensis Ser A II*. **114**: 35-37.

Martínez, M. D.; Acosta, F.J. & E. Ruiz. 1985. Clave para la identificación de la fauna Española. Las subfamilias y géneros de las hormigas ibéricas. Universidad Complutense. Madrid. 24 pp.

Morawetz, W.; Henzl, M. & B. Wallnoefer. 1992. Tree killing by herbicide producing ants for the establishment of pure *Tococa occidentalis* populations in the Peruvian Amazon. *Biodiversity and Conservation*. **1**: 19-33.

McKey, D. 1984. Interaction of the ant-plant *Leonardoxa Africana* (Caesalpiniaceae) with its obligate inhabitants in a rainforest in Cameroon. *Biotropica*. **16**: 81-99.

McKey, D.; W. Davidson & H. Gay. 1993. Ant-plant symbiosis in Africa and the neotropics: History, biogeography and diversity. In P. Goldblatt (ed). Biological relationships between Africa and South America. *Yale University Press, New Hawen, Connecticut*. 568-606.

Rainer, M. S. 2001. Interactions between *Tetrathylacium macrophyllum* (Flacourtiaceae) and its live-stem inhabiting ants. Thesis for attaining the academic degree. Magister rerun naturarum of the Faculty of Natural Sciences and Mathematics, University of Vienna. 60 pp.

- Renner, S. S. & R. E. Ricklefs. 1998.** Herbicidal Activity of domatia-inhabiting ants in patches of *Tococa guianensis* and *Clidemia heterophylla*. *Biotropica*. **30**: 324-327.
- Risch, S. J. & F.R. Rickson. 1981.** Mutualism in which ant must be present before plants produce food bodies. *Nature*. **291**: 149-150.
- Van der Werff. 2008.** A Synopsis of the Genus *Tachigali* (Leguminosae: Caesalpinioideae) in Northern South America. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 95 (4):618-661.
- Vasconcelos, H. L. 1991.** Mutualism between *Maieta guianensis* Aubl., a myrmecophytic melastome, and one of its ant inhabitants: ant protection against insect herbivores. *Oecologia*. **87**: 295-298
- Vasconcelos, H. L. & D. W. Davidson. 2000.** Relationship between plant size and ant associates in two Amazonian ant-plants. *Biotropica*. **32(1)**: 100-111.
- Vásquez, R. M. 1997.** Flórmula de las reservas biológicas de Iquitos, Perú: Allpahuayo-Mishana, Explornapo Camp, Explorama Lodge. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* **63**: i-xii, 1–1046.

- Vásquez, R. M. & O. L. Phillips. 2000.** Allpahuayo Floristic, structure and dynamics of high-diversity forest in Amazonian Peru. *Ann Missouri Bot. Gard.* **87**: 491-527.
- Ward, P. D. 1991.** Phylogenetic analysis of Pseudomyrmicinae ant associates with domatia bearing plant. In Huxley, C.R. & D. F. Cutler (eds). Ant-plant interactions. *Oxford University Press. Oxford.* 335-352.
- Ward, P. D. 1999.** Systematics, biogeography and host plant associations of the *Pseudomyrmex viduus* group. (Hymenoptera: Formicidae), Triplaris-and Tachigali-Inhabiting ants. *Zool. Jour. Linn.* **126**: 451-540.
- Wheeler, W. M. 1942.** Studies of Neotropical ant-plants and their ants. *Bull. Mus. Comp. Zool.* **90**: 1-62.
- Wilson, E. O. 1971.** The insects societies. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts. 548 pp.
- Yu, D. W., & N. E. Pierce.1998.** A castration parasite of an ant-plant mutualism. *Proc R Soc Lond B.* 265:75–382.

Zarucchi, J. 1998. *Tachigali*. In Steyermark, J. A. ; Berry , P. E. & B. K. Holst , editors.
Flora of the Venezuelan Guayana, Vol. 4: Caesalpiniaceae-Ericaceae. Missouri
Botanical Garden Press. St. Louis. 114–120.

ANEXOS

Anexo 1. Ficha de Registro de datos

**Establecimiento de hormigas en *Tachigali ptychophysca* Spruce ex Benth, 1876
(Fabaceae) en bosques de arena blanca en la Reserva Nacional Allpahuayo-
Mishana, Loreto, Perú.**

Autor: Mauro Olórtegui Zuameta

Día: Hora: Clima:

Habitat:

Código de Planta: Altura:

Otros:

Nº total de hojas: Nº de hojas con domacios: Nº de hojas sin domacios:

Estadio de domacio: Orificio de domacio:

Características de Hojas y domacios:.....

.....

.....

Medidas de domacios:

.....

Hormiga durante la colecta: SI NO Hormiga después de la colecta: SI NO

Nº hormigas obreras:..... Nº hormigas reinas: Nº hormigas aladas ♂:.....

Nº hormigas aladas ♀:..... Nº larvas:..... Nº de pupas:

Nº de Coccidos: Otros:.....

Género de hormigas:

Datos ecológicos:

.....

Perú, Loreto, RNAM (Carretera Iquitos-Nauta Km. 25, 28 y 31.5)

Anexo 2. Proceso de toma de datos e identificación en el estudio del “Establecimiento inicial de hormigas en *Tachigali ptychophysca* Spruce ex Benth, 1876 (Fabaceae) en bosques de arena blanca en la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana, Loreto, Perú”



A.- (a) codificación de plantas y (b) medición de plantas de *Tachigali ptychophysca*



A.- Rociado de agua a plantas de *Tachigali ptychophysca*



B.- Medición de domacio



C.- Corte de domacio



D.- Extracción de hormigas de domacio



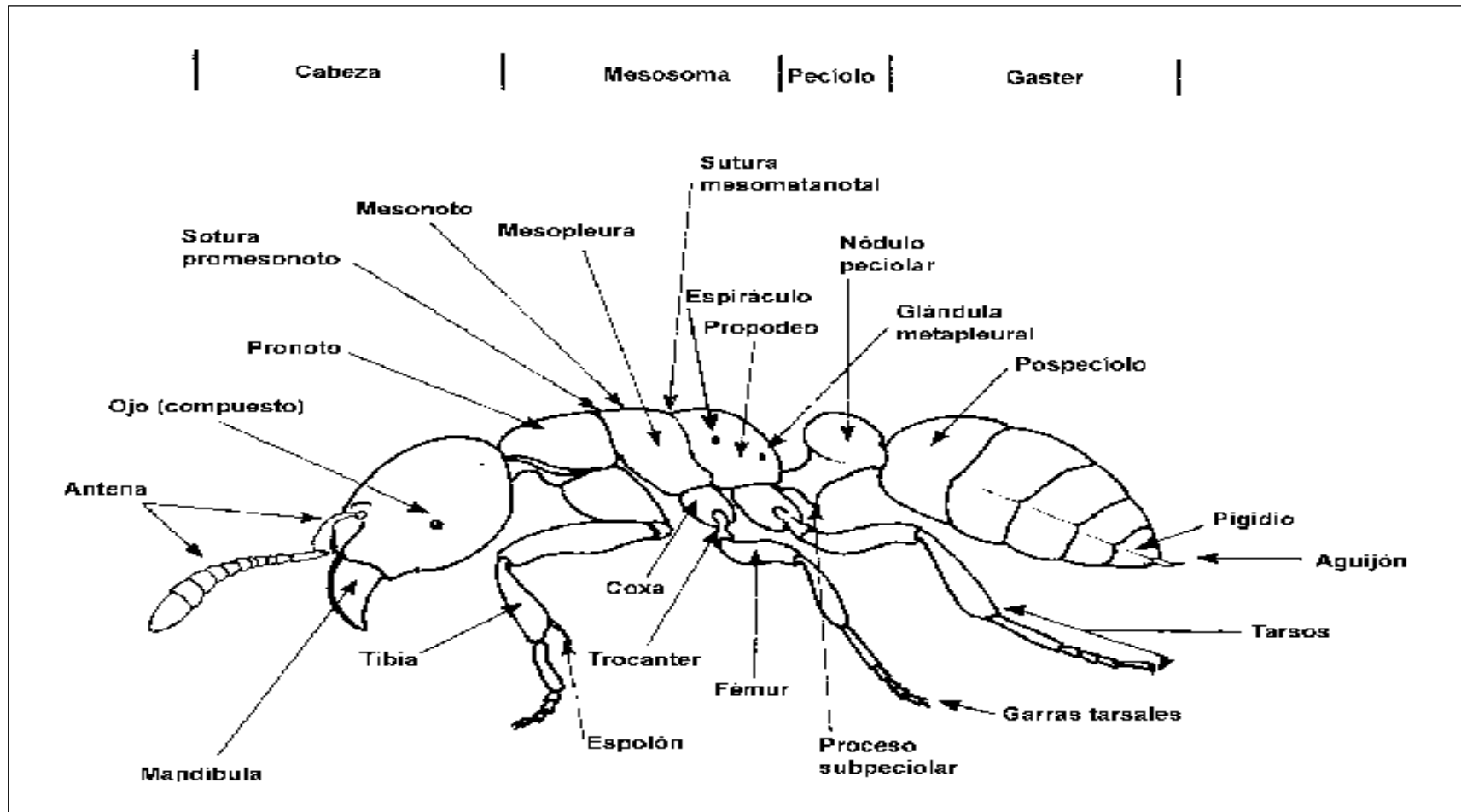
a)



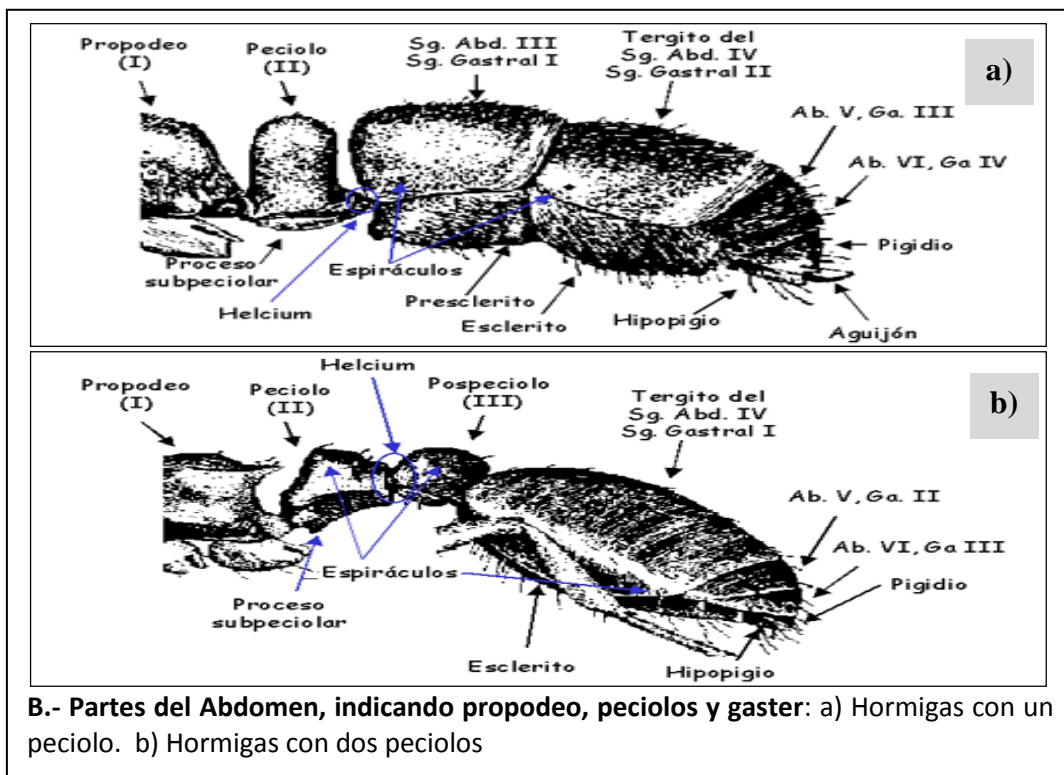
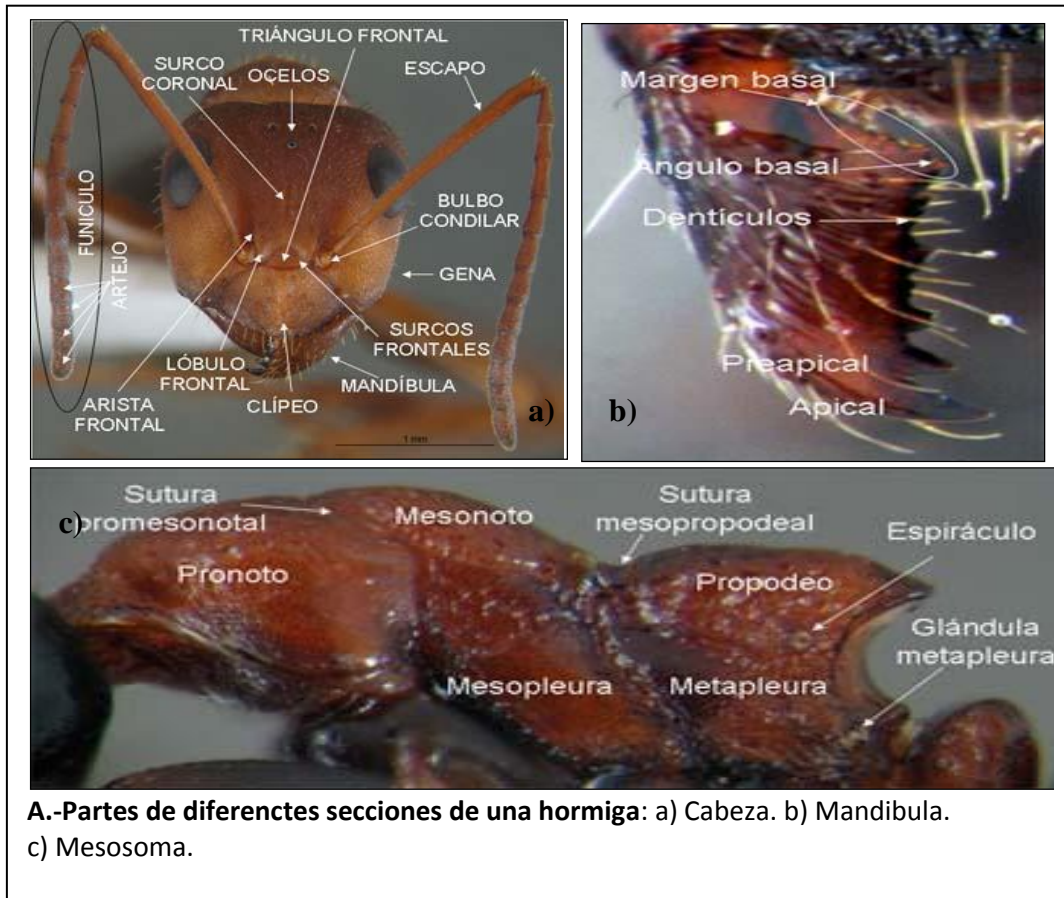
b)

E.- Identificación: a) hormigas en viales de vidrio. b) Observación en estereoscopio.

Anexo 3. Representación esquemática de las partes de una hormiga



Anexo 4. Principales partes de una hormiga para la identificación de géneros

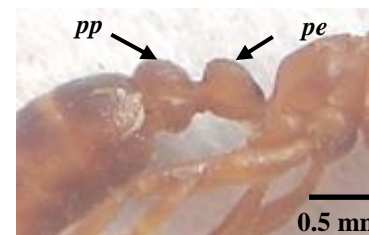


Anexo 5. Guía rápida para el reconocimiento de subfamilias de hormigas obreras que habitan en *Tachigali ptychophysca*, en la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana, Loreto, Perú

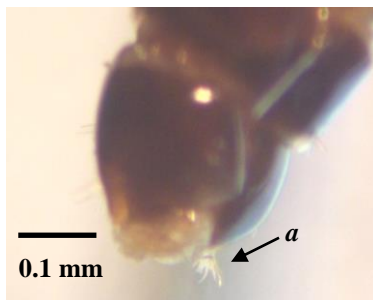
Cuerpo con un solo segmento aislado o reducido (pecíolo, *pe*). Agujón ausente (*aa*).



Cuerpo con dos segmentos aislados o reducidos (pecíolo, *pe* y postpecíolo, *pp*).

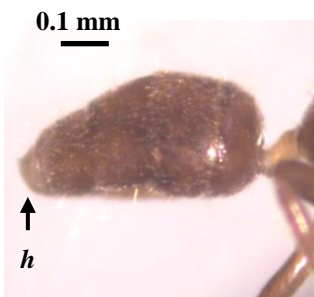


Ápice del gaster con acidoporo (*a*) circular a semicircular que sale del hipopigio (*h*) y que está proyectdo en forma tubular y bordeado por sedas.



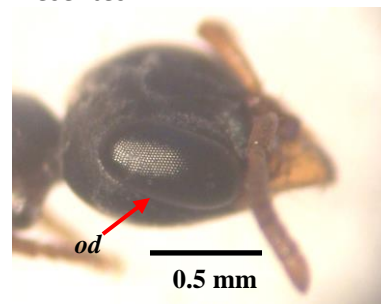
FORMICINAE

Ápice del gaster con el hipopigio (*h*) careciendo de acidoporo y formando un margen posterior liso



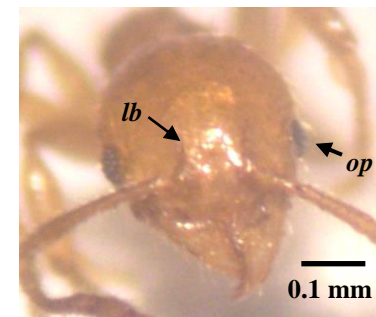
DOLICHODERINAE

Ojos notablemente desarrollados (*od*), ocupando cuando menos la mitad de los lados de la cabeza. Ocelos Presentes.



PSEUDOMYRMECINAE

Ojos nunca abarcan la mitad de los lados de la cabeza (*op*). Lóbulos frontales bien desarrollados (*lb*).



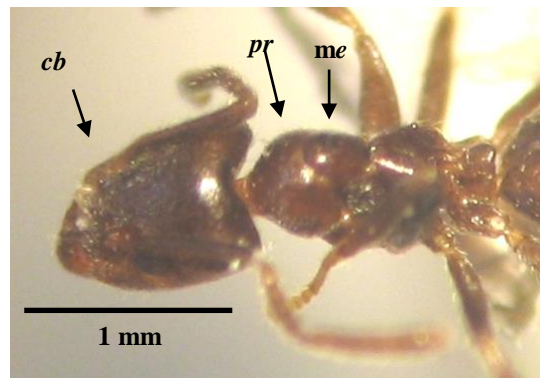
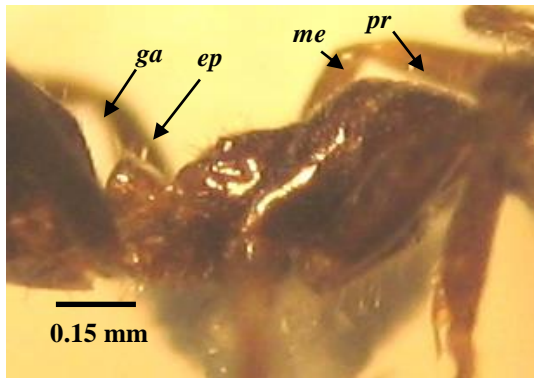
MYRMICINAE

Anexo 6. Guía rápida para el reconocimiento del género de la subfamilia Dolichoderinae que habita en *Tachigali ptychophysca* en la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana, Loreto, Perú

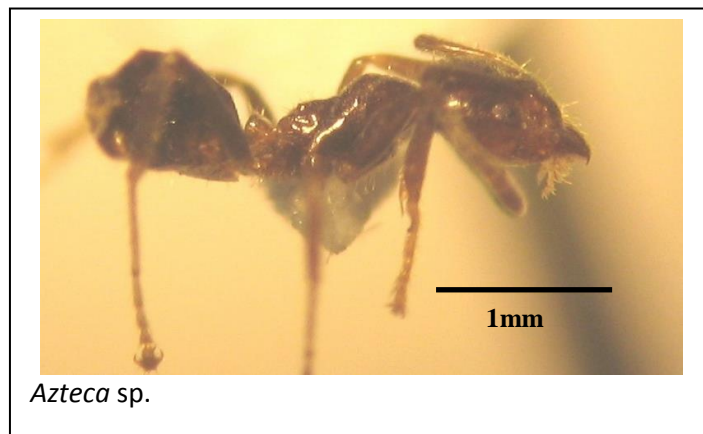
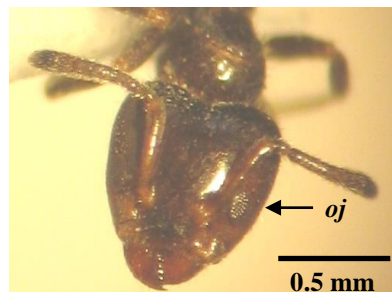
Único peciolo. Sin acidoporo en el gaster



Escama peciolar (*ep*) presente y definida, visible, el primer tergo del gaster (*ga*) no se proyecta sobre el peciolo. Mesonoto (*me*) notablemente elevado por encima del pronoto (*pr*)



Cabeza (*cb*) en forma de corazón con ojos (*oj*) siempre presentes

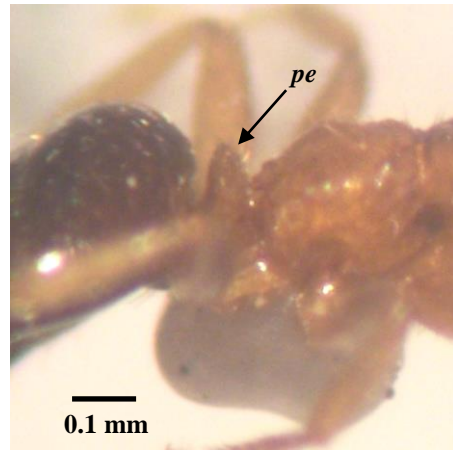
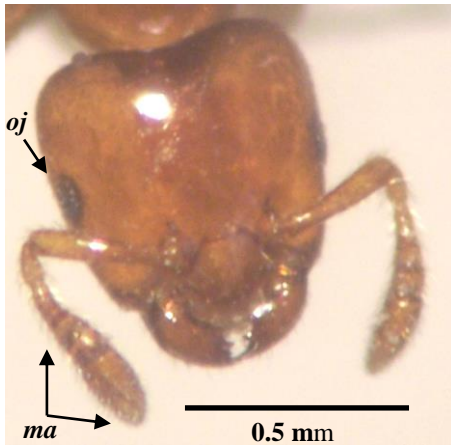


Anexo 7. Guía rápida para el reconocimiento del género de la subfamilia Formicinae que habita en *Tachigali ptychophysca* en la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana, Loreto, Perú

Único pecíolo. Acidoporo en el gaster



Ojos (*oj*) bien desarrollados, pero no ocupando más de la mitad de los lados de la cabeza, situados justo detrás de la línea media cefálica. Antena de 9 segmentos con maza apical (*ma*) de 3 segmentos. Escama del pecíolo erecta, prominente y muy expuesta



Myrmelachista



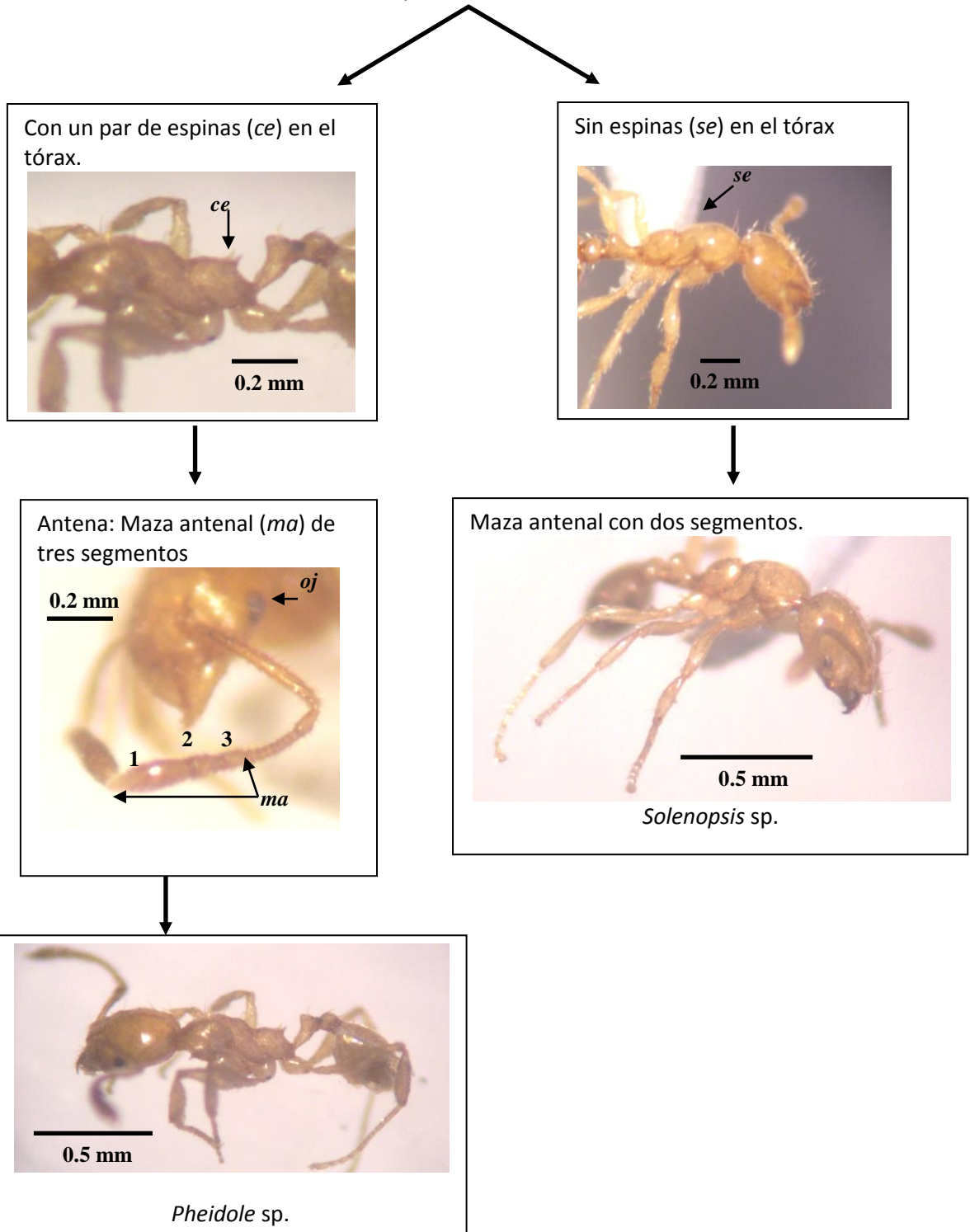
Myrmelachista sp. (Individuo fresco)



Myrmelachista sp. (Individuo montado)

Anexo 8. Guía rápida para el reconocimiento del género de la subfamilia Myrmicinae que habita en *Tachigali ptychophysca* en la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana, Loreto, Perú

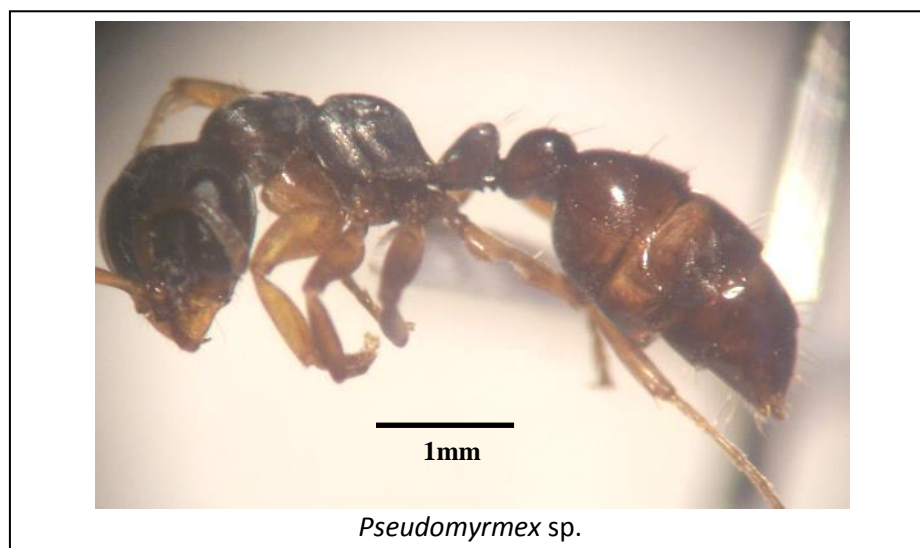
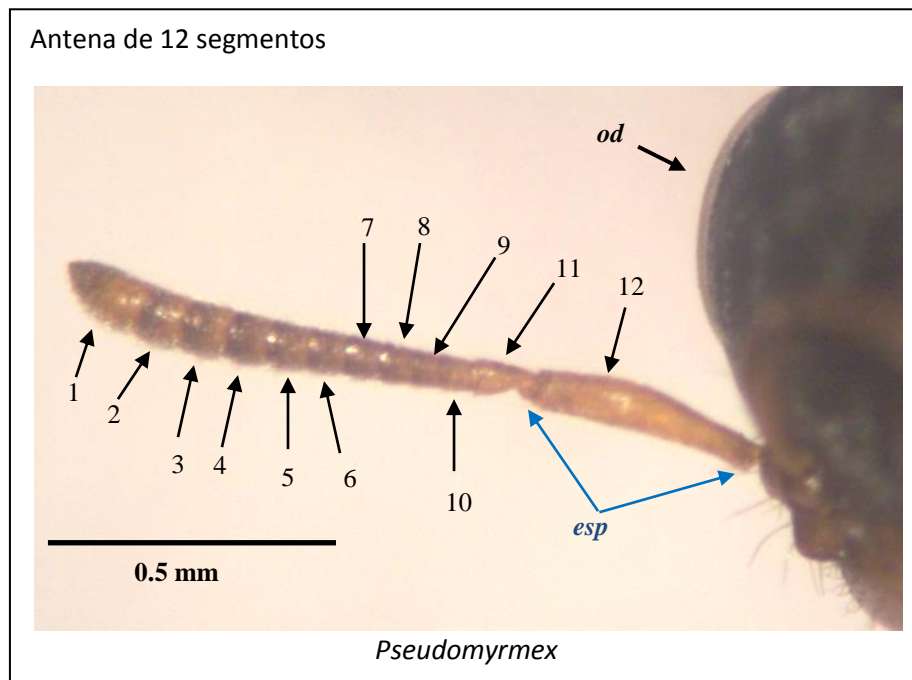
Cuerpo con dos segmentos aislados o reducidos (pecíolo, *pe* y postpecíolo, *pp*). Ojos nunca abarcan la mitad de los lados de la cabeza (*op*). Lóbulos



Anexo 9. Guía rápida para el reconocimiento del género de la subfamilia Pseudomyrmecinae que habita en *Tachigali ptychophysca* en la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana, Loreto, Perú

Cuerpo con dos segmentos aislados o reducidos (pecíolo, *pe* y postpecíolo, *pp*).

Ojos notablemente desarrollados (*od*), ocupando cuando menos la mitad de los lados de la cabeza. Ocelos Presentes. Escapo pequeño (*esp*).



Anexo 10. Datos registrados de 163 plantas de *Tachigali ptychophysca* habitadas por hormigas en la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana, Loreto, Perú

Nº de planta	Altura de planta (m)	Nº de Hojas		Promedio de domacios		Género de Hormigas Asociadas
		Sin Domacio	Con Domacio	Volumen (cm3)	Área (cm2)	
1	0.43	6	3	0.06	0.30	<i>Myrmelachista</i>
2	0.47	8	1	0.10	0.45	<i>Myrmelachista</i>
3	0.48	5	3	0.11	0.39	<i>Myrmelachista</i>
4	0.48	6	1	0.19	0.56	<i>Azteca</i>
5	0.49	3	2	0.06	0.25	<i>Azteca</i>
6	0.50	5	1	0.20	0.62	<i>Myrmelachista</i>
7	0.50	5	8	0.10	0.36	<i>Myrmelachista</i>
8	0.51	5	6	0.22	0.57	<i>Myrmelachista</i>
9	0.51	3	3	0.10	0.33	<i>Myrmelachista</i>
10	0.51	3	2	0.07	0.29	<i>Azteca</i>
11	0.52	9	3	0.10	0.28	<i>Myrmelachista</i>
12	0.53	5	2	0.09	0.33	<i>Myrmelachista</i>
13	0.55	6	2	0.05	0.18	<i>Myrmelachista</i>
14	0.58	6	6	0.15	0.51	<i>Myrmelachista</i>
15	0.59	2	3	0.18	0.50	<i>Azteca</i>
16	0.60	7	4	0.16	0.45	<i>Myrmelachista</i>
17	0.60	4	2	0.09	0.34	<i>Myrmelachista</i>
18	0.61	9	4	0.13	0.42	<i>Azteca</i>
19	0.61	0	7	0.18	0.52	<i>Azteca</i>
20	0.62	7	7	0.10	0.37	<i>Myrmelachista</i>
21	0.64	2	9	0.15	0.47	<i>Myrmelachista</i>
22	0.64	6	3	0.20	0.53	<i>Myrmelachista</i>
23	0.64	4	3	0.12	0.42	<i>Myrmelachista</i>
24	0.65	2	4	0.35	0.94	<i>Solenopsis</i>
25	0.65	4	4	0.14	0.44	<i>Azteca</i>
26	0.65	4	5	0.08	0.28	<i>Myrmelachista</i>
27	0.66	6	2	0.10	0.36	<i>Myrmelachista</i>
28	0.66	3	7	0.11	0.35	<i>Azteca</i>
29	0.67	5	6	0.22	0.58	<i>Myrmelachista</i>
30	0.67	3	2	0.16	0.56	<i>Myrmelachista</i>
31	0.67	6	5	0.14	0.43	<i>Myrmelachista</i>
32	0.67	3	3	0.07	0.28	<i>Azteca</i>
33	0.68	2	2	0.13	0.43	<i>Myrmelachista</i>
34	0.68	3	2	0.11	0.38	<i>Solenopsis</i>
35	0.69	6	2	0.08	0.42	<i>Myrmelachista</i>
36	0.70	7	7	0.30	0.74	<i>Azteca</i>
37	0.70	2	6	0.30	0.81	<i>Myrmelachista</i>
38	0.70	1	5	0.29	0.83	<i>Azteca</i>
39	0.71	5	1	0.34	0.72	<i>Myrmelachista</i>
40	0.71	4	8	0.19	0.59	<i>Myrmelachista</i>

Continua....

.....viene

Nº de planta	Altura de planta (m)	Nº de Hojas		Promedio de domacios		Género de Hormigas Asociadas
		Sin Domacio	Con Domacio	Volumen (cm3)	Área (cm2)	
41	0.71	4	2	0.12	0.45	<i>Myrmelachista</i>
42	0.71	1	4	0.16	0.49	<i>Myrmelachista</i>
43	0.72	7	2	0.23	0.73	<i>Azteca</i>
44	0.72	6	6	0.12	0.42	<i>Myrmelachista</i>
45	0.72	7	6	0.10	0.34	<i>Myrmelachista</i>
46	0.72	5	4	0.18	0.59	<i>Azteca</i>
47	0.72	5	2	0.15	0.52	<i>Myrmelachista</i>
48	0.72	2	4	0.30	0.80	<i>Myrmelachista</i>
49	0.72	3	4	0.08	0.31	<i>Azteca</i>
50	0.73	3	3	0.07	0.32	<i>Myrmelachista</i>
51	0.74	3	4	0.22	0.64	<i>Myrmelachista</i>
52	0.75	4	3	0.14	0.44	<i>Azteca</i>
53	0.77	5	8	0.13	0.45	<i>Myrmelachista</i>
54	0.77	6	5	0.14	0.50	<i>Myrmelachista</i>
55	0.78	7	6	0.11	0.37	<i>Myrmelachista</i>
56	0.78	3	3	0.06	0.24	<i>Myrmelachista</i>
57	0.78	4	3	0.10	0.35	<i>Myrmelachista</i>
58	0.78	4	4	0.25	0.71	<i>Myrmelachista</i>
59	0.78	5	1	0.09	0.38	<i>Myrmelachista</i>
60	0.79	5	5	0.13	0.44	<i>Azteca</i>
61	0.79	3	6	0.20	0.52	<i>Solenopsis</i>
62	0.80	7	7	0.25	0.86	<i>Azteca</i>
63	0.80	7	4	0.17	0.53	<i>Myrmelachista</i>
64	0.80	1	6	0.15	0.51	<i>Myrmelachista</i>
65	0.80	7	6	0.13	0.41	<i>Azteca</i>
66	0.80	0	6	0.37	0.86	<i>Azteca</i>
67	0.80	1	3	0.12	0.39	<i>Azteca</i>
68	0.80	4	4	0.08	0.29	<i>Myrmelachista</i>
69	0.81	0	6	0.31	0.71	<i>Myrmelachista</i>
70	0.82	13	2	0.16	0.50	<i>Azteca</i>
71	0.82	4	5	0.35	0.68	<i>Azteca</i>
72	0.82	3	5	0.31	0.71	<i>Myrmelachista</i>
73	0.83	7	6	0.17	0.53	<i>Myrmelachista</i>
74	0.84	1	5	0.19	0.58	<i>Myrmelachista</i>
75	0.85	2	5	0.46	0.93	<i>Myrmelachista</i>
76	0.85	5	6	0.31	0.80	<i>Azteca</i>
77	0.85	6	9	0.22	0.57	<i>Myrmelachista</i>
78	0.86	1	10	0.18	0.49	<i>Azteca</i>
79	0.88	11	5	0.30	0.95	<i>Myrmelachista</i>
80	0.88	6	8	0.33	0.90	<i>Azteca</i>

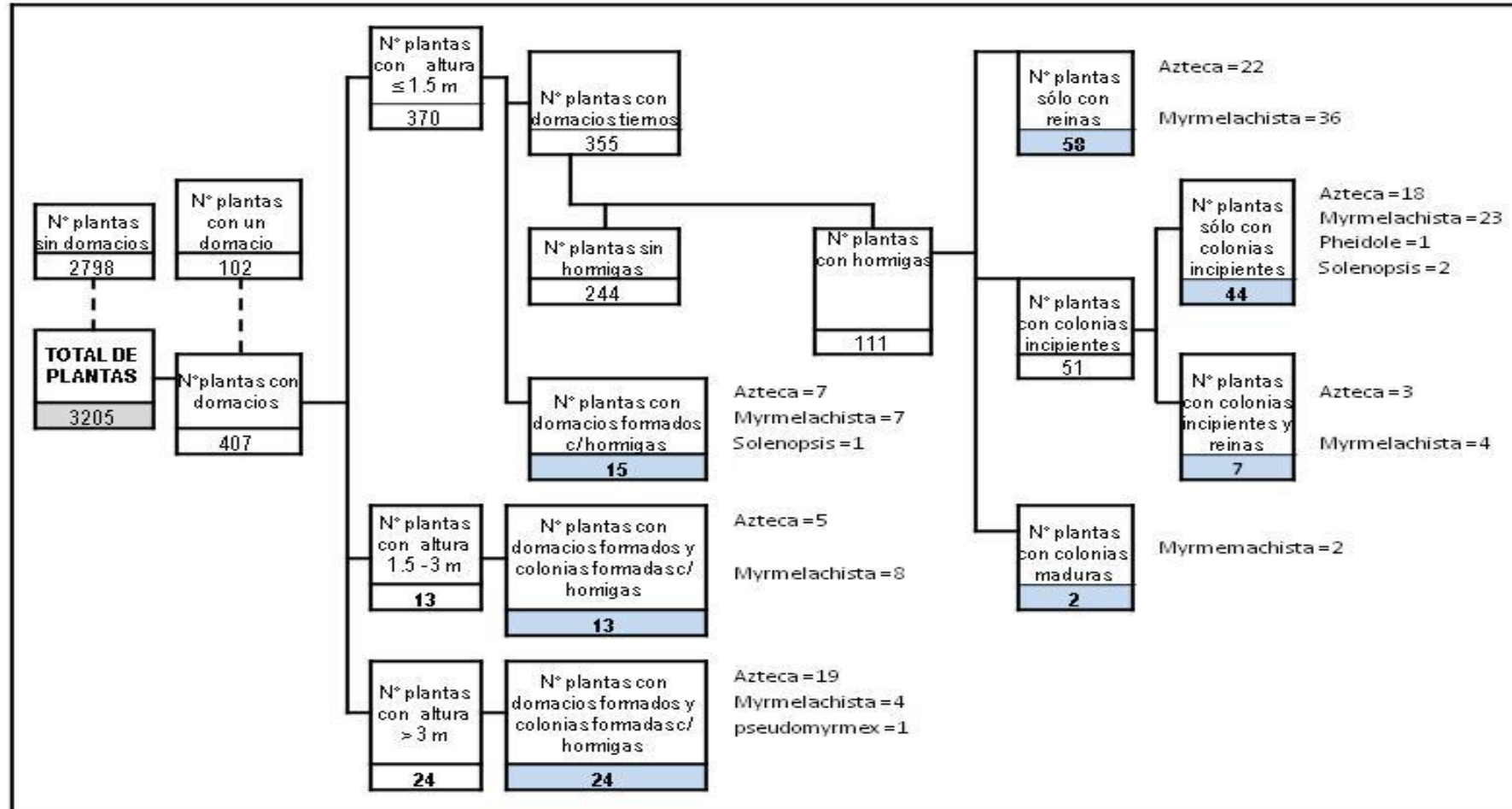
Continua ...

Nº de planta	Altura de planta (m)	Nº de Hojas		Promedio de domacios		Género de Hormigas Asociadas
		Sin Domacio	Con Domacio	Volumen (cm3)	Área (cm2)	
81	0.89	1	5	0.17	0.49	<i>Myrmelachista</i>
82	0.89	1	8	0.21	0.64	<i>Myrmelachista</i>
83	0.90	8	3	0.31	0.96	<i>Azteca</i>
84	0.90	6	6	0.17	0.45	<i>Azteca</i>
85	0.90	2	5	0.23	0.60	<i>Azteca</i>
86	0.90	0	6	0.17	0.46	<i>Myrmelachista</i>
87	0.92	8	3	0.21	0.60	<i>Myrmelachista</i>
88	0.92	6	2	0.29	0.72	<i>Azteca</i>
89	0.92	0	8	0.37	0.79	<i>Azteca</i>
90	0.92	1	6	0.21	0.55	<i>Azteca</i>
91	0.93	0	9	0.20	0.52	<i>Myrmelachista</i>
92	0.94	1	7	0.22	0.73	<i>Myrmelachista</i>
93	0.95	7	12	0.43	1.01	<i>Azteca</i>
94	0.96	6	3	0.13	0.42	<i>Myrmelachista</i>
95	0.96	0	7	0.19	0.56	<i>Myrmelachista</i>
96	0.97	5	7	0.23	0.70	<i>Myrmelachista</i>
97	0.97	0	7	0.15	0.47	<i>Azteca</i>
98	0.97	1	5	0.27	0.65	<i>Azteca</i>
99	1.00	6	6	0.19	0.59	<i>Azteca</i>
100	1.01	3	6	0.10	0.34	<i>Azteca</i>
101	1.01	6	4	0.31	0.53	<i>Azteca</i>
102	1.01	1	5	0.29	0.70	<i>Myrmelachista</i>
103	1.02	3	8	0.22	0.63	<i>Myrmelachista</i>
104	1.02	4	6	0.15	0.50	<i>Azteca</i>
105	1.02	0	7	0.32	0.75	<i>Myrmelachista</i>
106	1.05	4	4	0.32	0.74	<i>Azteca</i>
107	1.05	1	3	0.30	0.80	<i>Azteca</i>
108	1.06	6	5	0.55	1.01	<i>Azteca</i>
109	1.06	1	3	0.16	0.46	<i>Pheidole</i>
110	1.07	8	8	0.28	0.68	<i>Myrmelachista</i>
111	1.10	11	6	0.52	1.02	<i>Azteca</i>
112	1.10	0	6	0.19	0.49	<i>Myrmelachista</i>
113	1.11	2	5	0.15	0.41	<i>Azteca</i>
114	1.12	4	3	0.17	0.56	<i>Myrmelachista</i>
115	1.15	4	3	0.14	0.59	<i>Azteca</i>
116	1.15	0	8	0.25	0.62	<i>Azteca</i>
117	1.17	6	9	0.42	0.89	<i>Myrmelachista</i>
118	1.17	0	7	0.30	0.73	<i>Myrmelachista</i>
119	1.20	0	7	0.43	0.90	<i>Myrmelachista</i>
120	1.22	7	6	0.37	0.82	<i>Myrmelachista</i>
121	1.22	10	7	0.70	1.31	<i>Azteca</i>

Continua ...

Nº de planta	Altura de planta (m)	Nº de Hojas		Promedio de domacios		Género de Hormigas Asociadas
		Sin Domacio	Con Domacio	Volumen (cm3)	Área (cm2)	
122	1.23	6	4	0.31	0.78	<i>Myrmelachista y Azteca</i>
123	1.25	0	6	0.42	0.79	<i>Azteca</i>
124	1.26	4	10	0.41	0.80	<i>Myrmelachista</i>
125	1.42	0	10	0.96	1.49	<i>Azteca</i>
126	1.50	0	6	0.50	1.13	<i>Azteca</i>
127	1.51	0	5	0.50	1.13	<i>Myrmelachista</i>
128	1.60	1	5	0.27	0.70	<i>Myrmelachista</i>
129	1.71	5	14	0.53	1.01	<i>Azteca</i>
130	1.88	4	8	0.58	1.10	<i>Myrmelachista</i>
131	2.02	4	10	0.92	1.41	<i>Myrmelachista</i>
132	2.03	6	10	1.35	2.23	<i>Myrmelachista</i>
133	2.17	0	9	0.56	0.92	<i>Myrmelachista</i>
134	2.18	0	16	0.65	1.20	<i>Myrmelachista</i>
135	2.23	7	12	0.92	1.59	<i>Azteca</i>
136	2.27	0	9	1.68	2.31	<i>Myrmelachista</i>
137	2.33	10	14	1.44	1.81	<i>Myrmelachista</i>
138	2.63	5	20	0.93	1.48	<i>Azteca</i>
139	2.64	0	6	1.02	1.35	<i>Azteca</i>
140	2.85	5	11	1.35	1.85	<i>Azteca</i>
141	3.63	0	14	0.37	0.79	<i>Azteca</i>
142	3.90	0	20	0.53	1.02	<i>Pseudomyrmex</i>
143	3.94	0	21	1.12	1.66	<i>Azteca</i>
144	4.30	0	23	0.79	1.44	<i>Azteca</i>
145	4.97	6	30	0.93	1.61	<i>Myrmelachista</i>
146	5.10	5	todos	1.04	1.69	<i>Azteca</i>
147	5.50	7	6	1.14	1.46	<i>Myrmelachista</i>
148	6.80	6	todos	1.10	1.85	<i>Azteca</i>
149	7.30	5	todos	1.27	1.82	<i>Azteca</i>
150	8.40	0	todos	1.02	1.44	<i>Azteca</i>
151	8.50	5	todos	1.15	1.77	<i>Myrmelachista</i>
152	9.00	0	todos	1.10	1.72	<i>Azteca</i>
153	9.70	4	todos	0.95	1.46	<i>Azteca</i>
154	10.00	4	todos	1.27	1.72	<i>Azteca</i>
155	10.80	6	todos	1.66	2.65	<i>Azteca</i>
156	11.00	3	todos	2.10	2.72	<i>Azteca</i>
157	12.00	6	todos	1.87	2.41	<i>Azteca</i>
158	12.00	7	todos	1.95	2.49	<i>Azteca</i>
159	15.00	6	todos	0.68	1.10	<i>Azteca</i>
160	15.00	0	todos	0.68	1.10	<i>Azteca</i>
161	17.00	0	todos	0.74	1.19	<i>Azteca</i>
162	20.00	0	todos	0.70	1.15	<i>Azteca</i>
163	22.00	0	todos	0.63	1.08	<i>Azteca</i>

Anexo 11. Flujograma resumen de frecuencia de individuos de *Tachigali ptychophysca* registrados en la Reserva Nacional Allphuayo-Mishana, Loreto, Perú



Fuente: dicha de registro de datos

Anexo 12. Estado de desarrollo de plantas

ESTADO DE DESARROLLO	DIMENSIONES
Plántulas	$0.10 \text{ m} \geq \text{altura} < 0.30 \text{ m}$
Brinzales	$0.30 \text{ m} \geq \text{altura} < 1.50 \text{ m}$
Latizales	$\geq 1.50 \text{ m}$ y $\text{dap} < 5 \text{ cm}$
Fustales	$\text{dap} > 5 \text{ cm}$