

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA**



**ATRACCIÓN DE CERAMBÍCIDOS UTILIZANDO TRAMPAS TIPO PANEL Y  
FEROMONAS DE AGREGACIÓN EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
DE LA SELVA, PERÚ**

**Tesis para optar el grado de:**

**MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROECOLOGÍA, MENCIÓN GESTIÓN  
AMBIENTAL**

**ROY REÁTEGUI RODRIGUEZ**

**ASESORA: Dra. TANIA ELIZABETH GUERRERO VEJARANO**

**Tingo María, 2022**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**UNIDAD DE POSGRADO**  
**DIRECCIÓN**



“AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL”

**ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS**  
**Nro. 013-2022-UPG-FRNR-UNAS**

En la ciudad universitaria, siendo las 03:00 p.m. del martes 26 de julio de 2022, reunidos virtualmente vía Microsoft Teams, se instaló el Jurado Calificador a fin de proceder a la sustentación de la tesis titulada:

“ATRACCIÓN DE CERAMBÍCIDOS UTILIZANDO TRAMPAS TIPO PANEL  
Y FEROMONAS DE AGREGACIÓN EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL  
AGRARIA DE LA SELVA, PERÚ”

A cargo del candidato al Grado de Maestro en Ciencias en Agroecología, mención: Gestión Ambiental **ROY REATEGUI RODRIGUEZ**.

Luego de la exposición y absueltas las preguntas de rigor, el Jurado Calificador procedió a emitir su fallo declarando **APROBADO** con el calificativo de **MUY BUENO** Acto seguido, a horas 03.00 p.m. el presidente dio por culminada la sustentación; procediéndose a la suscripción de la presente acta por parte de los miembros del jurado, quienes dejan constancia de su firma en señal de conformidad.

.....  
Dr. LADISLAO RUIZ RENGIFO  
Presidente del Jurado

.....  
Ing. MS.c. WARREN RIOS GARCIA  
Miembro del Jurado

.....  
Ing. MS.c. EDILBERTO DIAZ QUINTANA

Miembro del Jurado

.....  
Dra. TANIA ELIZABETH GUERRERO VEJARANO

Asesor

## **DEDICATORIA**

*A Dios; por ser la fuente de Sabiduría y  
bondad infinita.*

*A mis padres Lucila Rodríguez Alvarado y  
Robinson Reátegui Arce; por su inmenso  
amor, dedicación, apoyo y entrega brindados  
durante todo este tiempo, para ser cada día  
mejor.*

*A mi compañera de vida, Indira Álvarez  
Naveros, mi hermosa hija Valeria Alexandra  
Reátegui Álvarez, mis hermanos Leonardo  
Reátegui Rodríguez y Rosario Reátegui  
Rodríguez; por su amor y confianza, afecto  
que nos une día a día y son la fuerza de mi  
vida.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Durante mi formación profesional, personal y desarrollo de la presente investigación, diversas personas participaron directa e indirectamente, a quienes deseo expresar mi más profundo reconocimiento:

A los docentes de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, que se esforzaron por entregarme sus conocimientos y experiencias.

A la Dra. Tania Elizabeth Guerrero Vejarano y al Dr. Oniel Jeremías Aguirre Gil, quienes me ofrecieron su invaluable asesoramiento en la presente investigación; gracias por su paciencia, empeño y confianza.

A mis familiares, mis padres Robinson Reátegui Arce y Lucila Rodríguez Alvarado, mis hermanos Leonardo Reátegui Rodríguez y Rosario Reátegui Rodríguez, a mi esposa Indira Álvarez Naveros y mi adorada hija Valeria Alexandra Reátegui Álvarez, por acompañarme durante mi formación profesional y brindarme su apoyo durante todo este tiempo.

## ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo general.....	2
1.2. Objetivos específicos.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Marco teórico.....	3
2.1.1. Bosque.....	3
2.1.2. Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS).....	3
2.1.3. Feromonas de agregación.....	4
2.1.4. Familia Cerambycidae.....	5
2.1.5. Inventario forestal.....	5
2.1.6. Índice de valor de importancia (IVI).....	6
2.2. Estado del arte.....	8
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1. Lugar de ejecución.....	13
3.1.1. Clima.....	13
3.1.2. Fisiografía.....	13
3.1.3. Zona de vida.....	13
3.1.4. Componente arbóreo.....	13
3.1.5. Red hídrica.....	14
3.2. Materiales y equipos.....	14
3.2.1. Materiales y equipo de campo.....	14
3.2.2. Materiales y equipo de laboratorio.....	14
3.2.3. Feromonas de agregación.....	14

3.3. Metodología.....	14
3.3.1. Inventario forestal de un área de dos hectáreas (ha) del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.....	14
3.3.2. Índice de valor de importancia (IVI) del área en estudio.....	16
3.3.3. Relación entre la cantidad colectada de insectos de la familia Cerambycidae, la cantidad de especies forestales del área en estudio y las condiciones climáticas.....	16
3.3.4. Cantidad de insectos de la familia Cerambycidae colectada mediante trampas tipo panel y feromonas de agregación.....	17
3.3.5. Variables en estudio.....	17
3.3.6. Prueba estadística.....	17
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
4.1. Inventario forestal en un área de dos hectáreas (ha) del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.....	19
4.1.1. Diámetro del fuste.....	19
4.1.2. Altura comercial.....	21
4.1.3. Volumen de la madera.....	23
4.2. Índice de valor de importancia (IVI) del área en estudio.....	25
4.3. Relación entre la cantidad colectada de insectos de la familia Cerambycidae, la cantidad de especies forestales del área en estudio y las condiciones climáticas.....	27
4.4. Cantidad de insectos de la familia Cerambycidae colectada mediante trampas tipo panel y feromonas de agregación.....	28
V. CONCLUSIONES.....	32
VI. PROPUESTAS A FUTURO.....	33
VII. REFERENCIAS.....	34
ANEXOS.....	41

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Inventario forestal de la parcela I.....	19
2. Inventario forestal de la parcela II.....	20
3. Estadísticos descriptivos de las 10 especies con mayor promedio de Dap (m).....	22
4. Estadísticos descriptivos de las 10 especies con mayor promedio de altura comercial (m).....	24
5. Estadísticos descriptivos de las 10 especies con mayor promedio de volumen maderable (m <sup>3</sup> ).....	27
6. Especies de valor de importancia en las dos parcelas estudiadas en el BRUNAS.....	28
7. Condiciones climáticas durante los cuatro meses de evaluación.....	30
8. Relación entre la cantidad colectada de insectos y los condiciones climáticas.....	30
9. Cantidad de especies forestales y cantidad de insectos de la familia Cerambycidae encontrados durante los cuatro meses de evaluación.....	31
10. Relación entre la cantidad de especies forestales con la cantidad colectada de insectos de la familia Cerambycidae.....	31
11. ANVA para la cantidad de insectos de la familia Cerambycidae colectada mediante feromonas de agregación.....	34
12. Comparación de medias (Duncan) para la cantidad de insectos de la familia Cerambycidae colectada mediante feromonas de agregación.....	34
13. Índice de valor de importancia de la parcela I.....	46
14. Índice de valor de importancia de la parcela II.....	47
15. Cantidad de insectos colectada por tipo de feromona y distancia, correspondiente al mes de junio.....	49
16. Cantidad de insectos colectada por tipo de feromona y distancia, correspondiente al mes de julio.....	49
17. Cantidad de insectos colectada por tipo de feromona y distancia, correspondiente al mes de agosto.....	50
18. Cantidad de insectos colectada por tipo de feromona y distancia, correspondiente al mes de setiembre.....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Medias con barras de error para la cantidad de insectos de la familia Cerambycidae colectada mediante feromonas de agregación.....	30
2. Armado de las trampas tipo panel para captura de insectos.....	50
3. Letrerización de la tesis en el área de investigación.....	51
4. Instalación de las trampas tipo panel en área de estudio.....	51
5. Colocación de las feromonas de agregación en las trampas tipo panel.....	52
6. Visita de asesores y jurados de la tesis, a las parcelas de evaluación.....	52
7. Limpieza de trampas tipo panel, para retirar hojas caídas de los árboles.....	53
8. Colecta de insectos capturados mediante trampas tipo panel y feromonas de agregación.....	54
9. Insectos de la familia Cerambycidae capturados mediante trampas tipo panel (A).....	54
10. Insectos de la familia Cerambycidae capturados mediante trampas tipo panel (B).....	55
11. Insecto de la familia Cerambycidae capturado mediante trampas tipo panel, en el tratamiento 3, repetición 3.....	56
12. Recolección de cerambícidos mediante una pinza, a efectos de no dañar la muestra.....	56
13. Cambio de agua luego de recolección de insectos de la familia Cerambycidae.....	57
14. Montaje de insectos de la familia Cerambycidae recolectados.....	57
15. Mapa de dispersión de especies de las parcelas I y II.....	58
16. Mapa de dispersión de especies de la parcela I.....	59
17. Mapa de dispersión de especies de la parcela II.....	60

## RESUMEN

El objetivo fue evaluar la atracción de Cerambícidos utilizando trampas tipo panel con feromonas de agregación, en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Se evaluaron dos parcelas de una hectárea, donde se registró el diámetro a la altura del pecho (Dap), altura y volumen comercial de los árboles, analizados mediante estadística descriptiva; se calculó el índice de valor de importancia (IVI); se aplicó la correlación de Spearman para determinar relación entre variables; finalmente, se realizó la colecta de insectos mediante trampas tipo panel y feromonas de agregación (RRSS 2,3-hexanediol cont ChemTica; 2-hydroxy-3-octanone H ChemTica; Acetato de Fuscomol), cuyos datos fueron analizados asumiendo un diseño completo al azar en parcelas divididas. La parcela I muestra 21 especies arbóreas, 212 individuos con Dap promedio de 0,24 m, altura comercial de 19,16 m y volumen maderable de 0,82 m<sup>3</sup>, donde *Cecropia sciadophylla* obtuvo mayores valores; la parcela II evidencia 32 especies arbóreas, 286 individuos con Dap promedio de 0,20 m, altura comercial de 16,61 m y volumen maderable de 0,45 m<sup>3</sup>, donde *Jacaranda copaia* registró mayores valores. El IVI de la parcela I muestra tres especies predominantes: *Miconia barbeyana*, *Cedrelinga cateniformis* y *Guatteria hyposericea* y el de la parcela II, seis: *Miconia barbeyana*, *Cedrelinga cateniformis*, *Casearia arborea*, *Tapirira guianensis*, *Jacaranda copaia* y *Pourouma mollis*. No se encontró significancia entre la correlación de las variables climáticas, cantidad de insectos y cantidad de especies forestales. Con la feromona de agregación Acetato de Fuscomol se logró la mayor colecta de insectos.

**Palabras clave:** Cerambycidae; trampa tipo panel; RRSS 2,3-hexanediol cont ChemTica; 2-hydroxy-3-octanone H ChemTica; Acetato de Fuscomol.

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the attraction of Cerambicids using panel-type traps with aggregation pheromones, in the Reserve Forest of the Universidad Nacional Agraria de la Selva. Two plots of one hectare were evaluated, where the diameter at breast height (DBH), height and commercial volume of the trees were recorded, analyzed by descriptive statistics; the importance value index (IVI) was calculated; Spearman's correlation was applied to determine the relationship between variables; finally, insects were collected using panel-type traps and aggregation pheromones (RRSS 2,3-hexanediol cont ChemTica; 2-hydroxy-3-octanone H ChemTica; Fuscomol Acetate), whose data were analyzed assuming a complete randomized

design in divided plots. Plot I shows 21 tree species, 212 individuals with an average DBH of 0.24 m, commercial height of 19.16 m and timber volume of 0.82 m<sup>3</sup>, where *Cecropia sciadophylla* obtained higher values; plot II shows 32 tree species, 286 individuals with an average DBH of 0.20 m, commercial height of 16.61 m and timber volume of 0.45 m<sup>3</sup>, where *Jacaranda copaia* registered higher values. The IVI of plot I shows three predominant species: *Miconia barbeyana*, *Cedrelinga cateniformis* and *Guatteria hyposericea* and that of plot II, six: *Miconia barbeyana*, *Cedrelinga cateniformis*, *Casearia arborea*, *Tapirira guianensis*, *Jacaranda copaia* and *Pourouma mollis*. No significance was found between the correlation of climatic variables, number of insects and number of forest species. With the aggregation pheromone Fuscomol Acetate, the greatest collection of insects was achieved.

**Keywords:** Cerambycidae; panel-type trap; RRSS 2,3-hexanediol cont ChemTica; 2-hydroxy-3-octanone H ChemTica; Acetato de Fuscomol.

## I. INTRODUCCIÓN

Las plagas forestales provocan deterioro de naturaleza mecánica o fisiológica en los árboles; este deterioro está constituido por deformaciones, inhibición de su crecimiento, debilitamiento o incluso la muerte, cuyas consecuencias sociales, económicas y ecológicas revisten de gran importancia (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT], 2003).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2002), los plaguicidas están constituidos por productos químicos de síntesis o insecticidas químicos, que en muchos casos ocasionan colateralmente, alteración del equilibrio ambiental, de la salud humana y la aparición de plagas que actúan con mayor agresividad. Bourguet *et al.* (2000) indican, además, que son los insecticidas químicos los que desarrollan en los insectos, resistencias a insecticidas.

De la problemática antes expuesta, surge la interrogante: ¿Cuál será el efecto de las feromonas de agregación Cerambycid RRSS 2,3-hexanediol cont ChemTica; Cerambycid 2-hydroxy-3-octanone H ChemTica y Acetato de Fuscolmol en la atracción de insectos de la familia Cerambycidae en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva?

Dado que las plantaciones forestales son infestadas por diversas plagas y la resistencia de estas a los insecticidas químicos se ha incrementado en los últimos años, urge aplicar métodos alternativos que no incidan negativamente en el crecimiento, el vigor y la supervivencia de los árboles y en las poblaciones de entomofauna benéfica. La detección temprana de plagas puede permitir prácticas de manejo que podrían mitigar con éxito el daño. Es necesario, por tanto, buscar una solución ecológica al ataque de plagas.

En este contexto, en el presente estudio se propone una alternativa ecológica para capturar insectos de la familia Cerambycidae mediante feromonas de agregación y trampas tipo panel, lo cual va a contribuir a evitar el uso de diferentes productos químicos cuyos efectos no son específicos, sino que afectan a la totalidad de insectos.

### **Hipótesis**

El inventario florístico de un bosque residual tiene relación con la atracción de insectos de la familia Cerambycidae utilizando trampas tipo panel y feromonas de agregación.

### **1.1. Objetivo general**

- Evaluar la atracción de Cerambícidos utilizando trampas tipo panel y feromonas de agregación, en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú.

### **1.2. Objetivos específicos**

- Realizar un inventario forestal en un área de dos hectáreas (ha) del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú.
- Determinar el índice de valor de importancia (IVI) del área en estudio.
- Determinar la relación entre la cantidad colectada de insectos de la familia Cerambycidae, la cantidad de especies forestales del área en estudio y las condiciones climáticas.
- Determinar la cantidad de insectos de la familia Cerambycidae colectada mediante trampas tipo panel y feromonas de agregación.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Marco teórico

#### 2.1.1. Bosque

Son tierras con área mínima de 0,5 hectáreas, donde existen árboles con altura mayor de cinco metros y cobertura constituida por un dosel mínimo de 10 por ciento, o por árboles con capacidad de alcanzar esta altura en dicha área. En este contexto, se excluyen las tierras dedicadas al uso preferentemente agrícola o urbano (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2012).

La existencia de árboles y ausencia de diferentes usos de la tierra son características principales de los bosques, donde los árboles deberían poseer cinco metros como altura mínima. Los bosques incluyen, además, árboles jóvenes que todavía no alcanzaron, pero tienen la capacidad de lograr un dosel que cubra como mínimo el 10 por ciento y altura no menor a cinco metros. Asimismo, incluye áreas con ausencia momentánea de árboles, debido al desbosque con fines de ordenación forestal o a causas naturales, cuya regeneración se espera suceda en un periodo de cinco años. De manera excepcional, podría justificarse un plazo mayor si las condiciones del lugar lo ameritan (FAO, 2012).

#### 2.1.2. Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS)

Al respecto, Puerta y Cárdenas (2012) en un estudio sobre el BRUNAS, refieren que, “es un área con cobertura forestal propia de Selva Alta y al igual que el Parque Nacional de Tingo María, representa una de las zonas boscosas poco intervenidas en la provincia de Leoncio Prado” (p. 1).

“Fue creado por Resolución N° 1502 – UNASTM, el 31 de diciembre de 1971, como zona intangible a fin de conservar los recursos naturales: flora, fauna, suelos, agua y diversidad biológica, existentes en este bosque” (Puerta & Cárdenas, 2012, p. 1).

Según Burgos (1955), en el BRUNAS se localiza la plantación más antigua a nivel de América del Sur, de *Cedrelinga cateniformis* (tornillo), establecida en el año 1950. En la actualidad, el referido bosque pertenece a la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) y es utilizado como laboratorio natural por parte de la corporación docente y estudiantil.

Asimismo, Puerta y Cárdenas (2012) sostienen que en el BRUNAS han sido instaladas diversas plantaciones con especies arbóreas propias de la zona y provenientes de otras latitudes, entre las que se encuentra la plantación de *C. cateniformis* establecida el año 1950 por el Ing. José Burgos durante la vigencia de la Estación Experimental Agrícola Tingo María. Esta plantación estuvo a su vez asociada con plantas de *Swietenia macrophylla* (caoba); no obstante, estas no sobrevivieron y las de *C. cateniformis* prosperaron debido a que fueron instaladas debajo de un dosel arbóreo.

Finalmente, Puerta y Cárdenas (2012) indican que, producto de prácticas pre profesionales, en el BRUNAS se han instalado también plantaciones de diversas especies de bambú, tales como: *Bambusa tuldoides*, *Gigantochloa apus* y *Dendrocalamus asper*.

### **2.1.3. Feromonas de agregación**

Según Schlyter y Birgersson (1999), las feromonas de agregación se han registrado mayormente en los órdenes Orthoptera, Heteroptera y Coleoptera. Por lo general, las feromonas de agregación son usadas para monitoreo y trampeo masivo de especímenes del orden Coleoptera; no obstante, en menor proporción se han empleado también, feromonas sexuales. Las feromonas de agregación se caracterizan por ser producidas/liberadas por insectos de un sexo y ser atractivas a ambos sexos. Los especímenes de escarabajos productores de este tipo de feromona se alimentan de la misma forma que los adultos y su ciclo de vida es relativamente largo; asimismo, sus plantas hospederas se encuentran distribuidas de manera irregular.

De acuerdo con El-Sayed (2006), este tipo de feromona se emplea a fin de atraer conoespecíficos a lugares con condiciones alimenticias y de apareamiento y procreación. Asimismo, las feromonas de agregación de insectos del orden Coleoptera, por lo general presentan longitud de 4-14 átomos de carbono, cuyos grupos funcionales incluyen alcoholes, aldehídos, cetonas, dioles, esterres carboxílicos, hidrocarburos y lactonas macrocíclicas.

Por su parte, Pedigo (1996) manifiesta que las feromonas de agregación son encontradas en mayor proporción en las especies de escarabajos, propiciando que los insectos se agrupen, congreguen o agreguen en un determinado lugar con el fin de alimentarse, hibernar o reproducirse.

Finalmente, Shani (1998) sostiene que, las feromonas sexuales o de agregación son empleadas para capturar insectos y eliminarlos.

#### 2.1.4. Familia Cerambycidae

“Los coleópteros (escarabajos) representan casi una cuarta parte de todas las especies animales conocidas actualmente. Por lo tanto, la comprensión de su diversidad global y patrones de distribución es crucial, especialmente frente a una sexta crisis de extinción masiva” (Ceballos *et al.*, 2015, p. 1). Por su parte, Seibold *et al.* (2015) sugieren que una de las familias con mayor riqueza y diversidad de especies del orden coleoptera es la familia Cerambycidae o escarabajos de cuernos largos; asimismo, presentan importancia ecológica y económica; sin embargo, son considerados en peligro debido a la constante alteración y pérdida de sus hábitats.

“Cerambycidae es una gran familia de escarabajos con más de 36 000 especies en el mundo. Sin embargo, aunque solo una pequeña proporción de estas especies son plagas en la agricultura, silvicultura u horticultura, su impacto económico es enorme” (Wang, 2017, p. 305).

Los escarabajos pertenecientes a la familia Cerambycidae comprenden a nivel global, aproximadamente 4 000 géneros y 35 000 especies (Costa, 2000); por su parte, Monné y Bezark (2009) refieren que en América existen en promedio 9 000 especies y 1 600 géneros.

Esta familia está dividida en 9 subfamilias: Parandrinae, Prioninae, Lepturinae, Spondylidinae, Necydalinae, Dorcasominae, Apatophyseinae, Cerambycinae y Lamiinae (Bouchard *et al.*, 2011).

“En el Perú la familia Cerambycidae actualmente está compuesta por cinco subfamilias, 57 tribus, 405 géneros y subgéneros, y 854 especies, de las cuales 161 son endémicas y 196 tienen registros de sus plantas hospedadoras” (Monné & Chaboo, 2015, p. 34).

#### 2.1.5. Inventario forestal

El inventario forestal es la base para planificar la ordenación de los bosques, con el fin de realizar el aprovechamiento y manejo sustentable, haciendo posible, por consiguiente, la determinación cuali-cuantitativa del potencial de los recursos forestales.

Mediante el inventario forestal se determina cualitativa y cuantitativamente el potencial del recurso forestal. El aspecto cualitativo muestra de manera objetiva la alteración de la masa forestal en cada estrato o ecosistema, permitiendo, asimismo, precisar los cambios en la composición florística de los bosques y las características propias de las especies en estudio (por ejemplo: morfología de copa y fuste). Desde el punto de vista cuantitativo, mediante el inventario se determina la cantidad de especies existentes en un área dado y variables

dasométricas constituidas por el diámetro a la altura del pecho (Dap), altura comercial y altura total de cada árbol inventariado. Habiendo procesado los datos colectados en campo, puede estimarse el área basal y volumen comercial por unidad de área (Pinelo, 2004).

### 2.1.6. Índice de valor de importancia (IVI)

La composición florística de un área determinado se determina a través del índice valor de importancia (IVI) de las especies. El IVI se estima mediante la suma del valor relativo de la abundancia o densidad, dominancia y frecuencia, y muestra de manera simultánea, la importancia ecológica relativa de las diversas especies arbóreas de una comunidad (Curtis, 1959).

$$\text{IVI} = \text{Ab}\% + \text{D}\% + \text{Fr}\%$$

Donde:

IVI = Índice de valor de importancia.

Ab% = Abundancia relativa.

D% = Dominancia relativa.

Fr% = Frecuencia relativa.

**1. Abundancia.** Número de individuos por especie, presentes en una comunidad.

**Abundancia absoluta (Aba) = Número de individuos por especie (ni) con respecto al número total de individuos encontrados en el área de estudio.**

**Abundancia relativa (Ab%)**

$$\text{Ab}\% = (\text{ni} / \text{N}) \times 100$$

Donde:

ni = Número de individuos de la enésima especie.

N = Número total de individuos en la muestra.

**2. Dominancia.** Respecto al tamaño de los árboles, los principales componentes de su distribución espacial son el fuste, la copa y las raíces; por lo general, dada su facilidad de dimensionamiento, se emplea el Dap (diámetro a la altura del pecho, medido a 1,30 m desde el nivel del suelo) de los individuos a caracterizar. Una especie es dominante si presenta marcada influencia sobre la composición y forma de la comunidad.

**Dominancia absoluta (Da)**

$$Da = Gi / Gt$$

Donde:

Gi = Área basal en m<sup>2</sup> para la iésima especie.

Gt = Área basal en m<sup>2</sup> de todas las especies.

**Dominancia relativa (D%)**

$$D\% = (DaS / DaT) \times 100$$

Donde:

DaS = Dominancia absoluta de una especie.

DaT = Dominancia absoluta de todas las especies.

**3. Frecuencia.** Constituida por el número de veces que una especie está presente en una determinada cantidad de parcelas o puntos de muestreo.

La frecuencia muestra el nivel de dispersión de las especies; se determina dividiendo las parcelas inventariadas, en subparcelas de dimensiones uniformes, donde luego se procede a verificar la presencia o ausencia de las especies.

**Frecuencia absoluta (FrA)**

**Fra = Número de parcelas en las que aparece una especie**

**Frecuencia relativa (Fr%)**

**Frecuencia relativa % = N° de veces o submuestras en que se repite una especie / N° total de submuestras x 100**

## 2.2. Estado del arte

Existen criterios que permiten implementar un efectivo y barato sistema de trapeo, entre los que se tienen el tipo de trampa, cantidad de kairomona, ubicación de trampas, y su mantenimiento al interior de la plantación (Barrera *et al.*, 2006).

El ataque de cerambícidos que se alimentan de madera, particularmente los géneros *Cerambyx* y *Prinobius*, constituye el detonante del problema de la “seca” del género *Quercus* en España (Navarro *et al.*, 2004).

Las sustancias volátiles contenidas en las plantas hospedadoras y no hospedadoras, son muy importantes para la selección de huéspedes por parte una gran cantidad de insectos fitófagos, cuya detección la realizan a través de neuronas receptoras con estructuras olfativas ubicadas en su antena (Masson & Mustaparta, 1990). En insectos de la familia *Cerambycidae*, la referida selección se realiza a fin de encontrar sustratos idóneos que favorezcan la oviposición y ampliación de la progenie, facilitando así la ubicación de alimentos para los adultos (Hanks *et al.*, 1998). La atracción que ejerce el hospedante sobre los insectos coleópteros que se alimentan de madera, puede sufrir la influencia de compuestos químicos presentes en la madera, por factores climáticos, órganos vegetativos de los árboles (ramas, tronco, raíz), la edad del árbol y su estado fisiológico (Compte & Caminero, 1982). Asimismo, la estimulación química a distancias considerables puede verse incrementado por estímulos visuales a corta distancia, como la forma del árbol (McIntosh *et al.*, 2001) y su color (Groot & Nott, 2001).

La temperatura se encuentra relacionada con las fluctuaciones de dióxido de carbono atmosférico en un intercambio periódico que se presenta en horizontes temporales de milenios (Walther *et al.*, 2002). La vegetación experimenta necesariamente una adaptación a estos cambios periódicos, particularmente las áreas boscosas localizadas en áreas cercanas al ecotono forestal (Carrión *et al.*, 2001). Todo ello conlleva al debilitamiento y pérdida de vitalidad de los árboles, que los hace susceptibles a la infestación de insectos de la familia *Scolytidae*. Por consiguiente, se asocia determinados eventos epidémicos al efecto del cambio climático, que colateralmente da lugar a climas más cálidos (Dunn & Crutchfield, 2006).

De esta manera, el incremento de la temperatura favorece el crecimiento y vigor en determinadas especies, en tanto otras experimentan estrés y debilitamiento, generando alteraciones bioquímicas que a su vez emiten semioquímicos como etanol y  $\alpha$ -pineno (Kelsey *et al.*, 2014), los mismos que son localizados por ciertos escolítidos como evidencias de su

vulnerabilidad. Sin embargo, pueden también presentarse desequilibrios entre los procesos biológicos. De esta manera, un depredador puede aparecer muy rápido o bastante tarde a fin de controlar de manera muy eficaz el nivel poblacional de su especie presa, favoreciéndola debido a la menor presión depredativa.

Las feromonas de agregación juegan un rol importante en la eficiencia de la colonización y resistencia hacia las defensas de los hospederos. Este tipo de comunicación es conocida también como kairomonal por las especies consideradas enemigos naturales de insectos descortezadores, quienes cumplen un rol fundamental en su dinámica poblacional, dado que tienen la capacidad para disminuir los niveles poblacionales hasta cantidades más bajas de las que lograría con su ausencia, lo cual constituye un control biológico natural (Viñuela *et al.*, 2002).

Alentadoramente, una gran cantidad de perforadores muy perjudiciales como los escarabajos (insectos de las familias Scolytidae y Cerambycidae), tienen presencia significativa y se les considera perniciosos, solamente cuando la masa forestal no se encuentra en su estado óptimo (es decir, en estado de equilibrio, destacando el rol de los descomponedores y recicladores de la materia orgánica); es necesario e importante, por consiguiente, realizar labores preventivas y de control. Sin embargo, determinadas especies de insectos de la familia de los cerambícidos, tienen la capacidad de matar árboles sanos y convertirse en plaga forestal primaria (MacLeod *et al.*, 2002).

Usando un atrayente que contenía la feromona de agregación 2-undeciloxi 1-etanol, Pajares *et al.* (2009) tuvieron éxito en el campo por primera vez en el año 2009, particularmente para el género *Monochamus* que fue toda una novedad. Asimismo, empleando un atrayente con diversas sustancias kairomonales como Ipsenol y 2-metil-3buten-1-ol, han mostrado ser buenos atrayentes debido a sus efectos sinérgicos (Ibeas *et al.*, 2007). En ambos casos, se fijaron a las bandas plásticas de las trampas, presentando desde la óptica del fabricante, una permanencia de 45 días.

En el manejo integrado de plagas, los métodos de trampeo empleando semioquímicos se clasifican en dos importantes grupos: a) monitoreo de poblaciones mediante la detección, a fin de evaluar diversos métodos de muestreo, la eficiencia de los métodos de control, la variación de la dinámica poblacional, y la determinación de umbrales que faciliten la aplicación de técnicas de control; b) control de poblaciones, mediante el trampeo masivo empleando principalmente feromonas y/o kairomonas (Barrera *et al.*, 2006).

Bravo (2009) estudió cuatro tipos de trampas para la colecta de adultos de *S. acupunctatus* empleando atrayentes constituidos por tejidos de agave y feromona de agregación sintética, obteniendo durante 15 días capturas de entre 42-53 especímenes. Por su parte, Cú (2008) al emplear la feromona Cocolur® para capturar *Rhynchophorus palmarum* (picudo negro de la palma), logró colectas de hasta 35 especímenes por trampa en un periodo de seis semanas.

Un semioquímico puede actuar de diversas maneras en simultáneo; así, por ejemplo, las feromonas de agregación atraen insectos de una misma especie, pero también puede atraer a sus enemigos naturales, ejerciendo una acción kairomonal (Sánchez-Martínez *et al.*, 2007).

Según Hansen *et al.* (2006) y Zhang *et al.* (2009), la feromona de agregación frontalina se ha usado a gran escala como atrayente de una gran diversidad de insectos constituidos por escarabajos descortezadores.

Los insectos hospederos deben el éxito de su colonización y resistencia a un sistema de comunicación química, donde intervienen feromonas de agregación. Este tipo de comunicación kairomonal es percibida por diversas especies de enemigos naturales de insectos descortezadores, quienes cumplen un rol fundamental sobre su dinámica poblacional, toda vez que tienen la capacidad de disminuir la densidad poblacional hasta valores por debajo de los que podrían alcanzar sin su presencia, lo cual le brinda la connotación de controlador biológico natural (Macías-Sámano *et al.*, 2014).

Núñez *et al.* (2016) empleando un cebo con feromona de agregación 2-undeciloxil-1-etanol y kairomonas ipsenol, 2-metil-3-buten-2-ol y  $\alpha$ -pineno, logró capturar seis especies en dos inventarios, cuyas trampas fueron revisadas cada 10 días.

Las feromonas poseen importantes cualidades para ser usadas como controladores de plagas, las cuales pueden ser: selectividad por especie, actividad en pequeñas concentraciones y ninguna toxicidad para otros animales (Witzgall *et al.*, 2010). En tal sentido, las feromonas de índole sintético tienen efectos solamente sobre el insecto diana, con una probable excepción de especímenes relacionadas taxonómicamente (Cardé & Haynes, 2004). Se han registrado gran cantidad de feromonas para el control de plagas, de las que no se evidencian efectos nocivos para la salud humana y organismos benéficos; así, por ejemplo, en cultivos agrícolas tratados con feromonas de lepidópteros, no se reportan residuos (Tinsworth, 1990).

Las feromonas se desarrollan tomando como base un principio natural propio de los insectos utilizado como vía de comunicación entre especímenes de una misma especie. La feromona sexual por su parte, se presenta cuando las hembras requieren de los machos para copular, para lo cual liberan al ambiente una sustancia que es percibida por los insectos machos que buscan a las hembras para copular. Bajo este principio, la industria química formula feromonas de síntesis o sintéticas, las mismas que son colocadas en trampas para coleccionar insectos adultos, reduciendo así las poblaciones de insectos, dado que las hembras en el campo cuentan con menor cantidad de opciones para producir descendencia, al restringirse las oportunidades de copulación (Vera, 1986).

Szendrei *et al.* (2011) en estudios realizados en campo, observaron que la incorporación de Z-3-hexenil-acetato y hexil acetato, volátiles importantes de los arándanos, conjuntamente con compuestos de feromona de *Anthocoris musculus*, no mostraron mejora en la atracción.

De acuerdo con Ruiz-Montiel *et al.* (2008), investigaciones desarrolladas en insectos de la especie *Scyphophorus acupunctatus* utilizando trampas cebadas con feromona sintética, lograron mayor captura de insectos hembras que machos. Al respecto, indican también, que, si se realiza un sistema de trapeo masivo, se podría reducir en gran proporción la población de picudos, si de preferencia se coleccionaran más hembras que machos.

Las tablas de índice de valor de importancia (IVI) de diversas parcelas pueden compararse e interpretarse ecológicamente según las especies que han alcanzado mayor importancia. Por lo general, se observan determinadas coincidencias en parcelas con un mismo tipo de vegetación; asimismo, al analizar un gradiente en particular, pueden identificarse también especies que caracterizan a cada tipo de comunidad (Guevara, 2001).

De alguna manera, la desventaja para determinar el IVI es que se necesita de individuos que tengan un apreciable diámetro a la altura de pecho, desechándose, por consiguiente, formas de vida que no cuentan con un tallo definido.

En Venezuela, por ejemplo, el empleo del IVI se ha realizado en ecosistemas que se encontraban en producción, donde se prevé exista un desarrollo forestal sustentable, evidenciable a través de índices cuantitativos. Por lo general, se han estudiado palmeras y árboles, prescindiendo de diversas formas de vida que podrían estar por debajo de los 10 cm de diámetro (lianas y helechos arbóreos).

Las formas de vida no consideradas, pueden representar una cantidad pequeña de la biomasa de la comunidad; sin embargo, se conoce que presenta una función ecológica importante. Con estos mecanismos existe, por consiguiente, una visión restringida de la diversidad de los ecosistemas, así como de las interrelaciones bióticas entre sus componentes.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de ejecución

El estudio se desarrolló en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS), políticamente ubicado en el distritito Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado, departamento Huánuco.

El BRUNAS se localiza a 1,5 km de la ciudad de Tingo María y cuenta con una extensión de 217,22 ha, de las que en sólo 185 existen bosques; en el resto del área, actividades humanas como la instalación de cultivos ilícitos en las zonas altas durante la década comprendida entre 1970 y 1980, han ocasionado el desbosque (Puerta, 2007).

##### 3.1.1. Clima

Según registros de la Estación Meteorológica José Abelardo Quiñonez de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en el distrito Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado, departamento Huánuco, durante el periodo 1990-2020, la precipitación presentó una media histórica de entre 3 384,14 a 3 403,82 mm/año, con meses lluviosos de octubre a marzo y meses poco lluviosos de abril a setiembre; la temperatura media histórica fue de entre 24,77 a 25,09 °C y la humedad relativa fluctuó entre 82,20 a 84,29%.

##### 3.1.2. Fisiografía

El BRUNAS se localiza entre los 667 a 1 092 msnm, donde se observa la existencia de tres unidades fisiográficas: Colina Baja, con un área de 22,91 ha; colina alta, con 150,74 ha; y la zona montañosa, con 43,57 ha, denominada Cerro Cachimbo debido a que en gran parte de él no existe vegetación arbórea. Con referencia a la pendiente, el 70,74 % de la superficie total del BRUNAS posee valores superiores al 25%, lo cual le brinda la connotación de zona de protección (Puerta, 2007).

##### 3.1.3. Zona de vida

Según la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1982), El BRUNAS pertenece a bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh-PT).

##### 3.1.4. Componente arbóreo

El BRUNAS se encuentra poblado por especies arbóreas como: *Senefeldera inclinata* (huangana caspi), *Hevea brasiliensis* (shiringa), *Psychotria caerulea* (cicotria), *Jacaranda*

*copaia* (huamansamana) *Pouteria caimito* (caimito), *Cecropia sciadophylla* (cetico), *Virola pavonis* (cumala), *Apuleia leiocarpa* (apuleya), *Nectandra magnoliifolia* (moena), *Cinchona officinalis* (quina), *Vitex pseudolea* (paliperro), *Couratori macrosperma* (machimango), *Guatteria modesta* (carahuasca), *Iryanthera tricornis* (cumala), *Persea grandis* (moena), *Cedrelinga cateniformis* (tornillo), *Jacaratia digitata* (papaya caspi), entre otras (Rodríguez, 2000).

### **3.1.5. Red hídrica**

El BRUNAS cuenta con seis quebradas: Córdova, Cocheros, Naranjal, Asunción Saldaña, Del Águila y Zoocriadero, cuyas nacientes se encuentran en la parte alta y tributan sus aguas al río Huallaga, cumpliendo un recorrido de este a oeste; dotan del vital elemento a la UNAS y a los asentamientos humanos colindantes: Buenos Aires, Asunción Saldaña, Sven Erickson, Mercedes Alta, Quebrada del Águila y San Martín (Dueñas, 2009).

## **3.2. Materiales y equipos**

### **3.2.1. Materiales y equipo de campo**

Libreta de campo, etiquetas de colección de insectos, frascos de plástico, lupa, ficha de registro de árboles, trampas tipo panel, machete, cámara fotográfica digital, GPS marca Garmin modelo 12 Etrex.

### **3.2.2. Materiales y equipo de laboratorio**

Alcohol al 70%, pinzas comunes, pinzas entomológicas, pinceles comunes, etiquetas autoadhesivas, balanza analítica, microscopio estereoscópico.

### **3.2.3. Feromonas de agregación**

RRSS 2,3-hexanediol cont ChemTica; 2-hydroxy-3-octanone H ChemTica; Acetato de Fuscomol y tratamiento control.

## **3.3. Metodología**

### **3.3.1. Inventario forestal de un área de dos hectáreas (ha) del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva**

Se seleccionaron dos parcelas de una hectárea (ha) cada una, las mismas que previamente fueron georreferenciadas mediante un GPS, para luego ser delimitadas empleando

jalones e hilo rafia; posteriormente, se realizó el registro de árboles de especies forestales a partir de cuatro centímetros de diámetro a la altura del pecho (Dap).

Para el efecto, habiendo medido el Dap y luego la altura de los árboles, se procedió a calcular el área basal y volumen comercial, según se detalla a continuación:

- **Área basal**

$$G = (\pi/4) * d^2$$

**Donde:**

G = Área basal.

$\pi$  = Constante (0,7854).

$d^2$  = Diámetro a la altura del pecho.

El valor de su superficie supuesta circular, que se suele expresar como "g", se obtiene a través de la medida de su diámetro "d" y la aplicación de la fórmula que nos proporciona el área del círculo a través del mismo,  $g=(\pi/4)*d^2$ .  $g=(\pi/4)*d^2$ .

- **Volumen comercial**

$$VC = AB \times Hc \times cf$$

**Donde:**

VC = Volumen comercial (m<sup>3</sup>).

AB = Área basal (m<sup>2</sup>).

Hc = Altura comercial.

cf = Coeficiente de forma: 0.65.

Los datos obtenidos fueron procesados empleando la estadística descriptiva, cuyos estadísticos calculados fueron la media, el valor mínimo, el valor máximo y el coeficiente de variación; dichos valores fueron categorizados en forma descendente, seleccionando como 10 primeras especies a las de mayor valor promedio. Asimismo, fueron exceptuadas las especies que presentaban un solo individuo, debido a que no se pudo calcular los valores de los estadísticos por no contar con repetición.

Finalmente, se añadió a la tabla el resultado global de los estadísticos, teniendo en consideración la cantidad de especies e individuos por cada parcela en estudio.

### **3.3.2. Índice de valor de importancia (IVI) del área en estudio**

Se calculó el índice de valor de importancia (IVI) para cada parcela de una hectárea (ha), empleando la fórmula propuesta por Curtis y McIntosh (1951), a fin de comparar el peso ecológico de cada especie dentro del bosque. El referido índice se calculó para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la dominancia (área basal) relativa y la frecuencia relativa, cuyo valor total debe ser igual a 300 %.

$$\text{IVI} = (\text{ABr} (\%) + \text{Dr} (\%) + \text{Fr} (\%))$$

**Donde:**

ABr = Área basal relativa.

Dr = Densidad relativa.

Fr = Frecuencia relativa.

Estos valores relativos o porcentajes se calcularon dividiendo el valor absoluto para una especie entre la suma de los valores para todas las especies y luego se multiplican por 100.

Las tablas mostradas en los resultados fueron resumidas con las especies de mayor valor de importancia, en tanto el resultado global forma parte de los anexos.

### **3.3.3. Relación entre la cantidad colectada de insectos de la familia Cerambycidae, la cantidad de especies forestales del área en estudio y las condiciones climáticas**

Debido a que las condiciones climáticas durante el periodo de desarrollo del estudio no mostraron comportamiento lineal, se aplicó la correlación de Spearman (prueba no paramétrica), con la finalidad de contrastar alguna hipótesis de relación entre variables; en este sentido, se ha tenido que sumar los valores de la cantidad de insectos encontrados durante todos los meses en cada parcela en estudio, añadiéndose además la sumatoria de los insectos encontrados en ambas parcelas, a efectos de encontrar alguna relación con las condiciones climáticas.

Amerita indicar, asimismo, que no fue posible procesar la correlación entre la cantidad colectada de insectos con el número de especies e individuos, debido a que estos valores fueron constantes y el programa estadístico SPSS v. 25 consideró nulo dicho análisis, por la carencia de variabilidad.

### **3.3.4. Cantidad de insectos de la familia Cerambycidae colectada mediante trampas tipo panel y feromonas de agregación**

#### **3.3.4.1. Colecta de insectos**

Los insectos fueron colectados utilizando trampas tipo panel, las mismas que contenían las feromonas de agregación antes indicadas. Estas trampas fueron colocadas a 1,20 m del suelo, conteniendo una feromona por trampa.

Las trampas fueron evaluadas cada 14 días durante un periodo de cuatro meses. Por su parte, las feromonas fueron monitoreadas semanalmente con la finalidad de reponerlas en caso se acabasen.

#### **3.3.4.2. Identificación de insectos**

Para la identificación de los insectos una vez recolectados, se procedió a colocarlos en frascos de plástico, debidamente etiquetados, los que fueron posteriormente llevados al laboratorio donde fueron identificados y preservados, a fin de mantener los especímenes colectados en óptimas condiciones para su identificación, actividad desarrollada con apoyo del doctor en Entomología Agrícola, Oniel Jeremías Aguirre Gil (egresado de la Facultad de Agronomía - UNAS).

#### **3.3.4.3. Variables en estudio**

- Variables independientes: Distancia, tipo de feromona.
- Variable dependiente: Cantidad colectada de insectos de la familia Cerambycidae.
- Variables intervinientes: Especies forestales, condiciones climáticas meses de evaluación.

#### **3.3.4.4. Prueba estadística**

Para el análisis de los datos, a efectos de demostrar causalidad entre el uso de feromonas y la distancia de distribución de las trampas sobre el número de insectos colectados o

capturados, se ha asumido un diseño completo al azar en parcelas divididas, donde el modelo matemático corresponde a la forma:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + a\theta_{ik} + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Siendo:

$Y_{ijk}$  = Variable respuesta (cantidad de insectos).

$\mu$  = Media general.

$\alpha_i$  = Efecto del factor A.

$a\theta_{ik}$  = Error de la parcela.

$\beta_j$  = Efecto del factor B.

$\alpha\beta_{ij}$  = Interacción del factor A y B.

$\varepsilon_{ijk}$  = Error de la subparcela.

La contrastación de hipótesis se realizó mediante un ANVA para parcelas divididas y debido a que se encontró significancia estadística se procedió a realizar la comparación de medias mediante la prueba de Duncan, ambos a un nivel de confiabilidad de 95,0%.

El factor A estuvo constituido por la distancia entre trampas tipo panel y el factor B por el tipo de hormona empleado.

Se contó, asimismo, con ocho tratamientos, cada uno de los cuales tuvo tres repeticiones y 24 unidades experimentales (trampas tipo panel) en total (Tabla 15, Tabla 16, Tabla 17 y Tabla 18).

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 4.1. Inventario forestal en un área de dos hectáreas (ha) del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva

**Tabla 1.** Inventario forestal de la parcela I.

N°	Nombre científico	Nombre común	Ab (m <sup>2</sup> )/especie	Volumen (m <sup>3</sup> )/especie
1	<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C. Sm.	Ishpingo	0,14	0,79
2	<i>Aniba perutilis</i> Hemsl.	Moena negra	0,42	5,25
3	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	Árbol de pan	0,02	0,27
4	<i>Bellucia pentamera</i> Naudin	Manzanita tropical	0,29	3,59
5	<i>Calycophyllum megistocaulum</i> (K. Krause) C.M. Taylor	Capirona de altura	0,01	0,04
6	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	Casearia	0,05	0,56
7	<i>Cecropia membranacea</i> Trécul	Cetico	0,09	1,36
8	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Cetico	0,34	6,62
9	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	Tornillo	2,32	32,86
10	<i>Copaifera paupera</i> (Herzog) Dwyer	Copaiba	0,19	1,43
11	<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.	Aceite caspi	0,10	1,13
12	<i>Dipterix alata</i> Vogel	Shihuahuaco	0,32	3,46
13	<i>Guatteria hyposericea</i> Diels	Carahuasca	0,60	7,90
14	<i>Guatteria hyposericea</i> Diels	Carahuasca	0,18	2,23
15	<i>Miconia pilgeriana</i>	Rifari	0,11	1,21
16	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don.	Huamansamana	0,62	10,08
17	<i>Miconia barbeyana</i> Cogn.	Paliperro	5,19	89,27
18	<i>Bursera bippinata</i>	Copal	0,04	0,33
19	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Shiringarana	0,07	1,17
20	<i>Tachigali cavipes</i> Spruce	Ucshaquiro	0,02	0,32
21	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Huira caspi	0,33	3,06
<b>Total</b>			<b>11,47</b>	<b>172,96</b>

**Tabla 2.** Inventario forestal de la parcela II.

N°	Nombre científico	Nombre común	Ab (m <sup>2</sup> )/especie	Volumen (m <sup>3</sup> )/especie
1	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	Zancudo caspi	0,07	0,73
2	<i>Palicourea guianensis</i> C.M. Taylor	Palicourea	0,01	0,06
3	<i>Aniba perutilis</i> Hemsl.	Moena negra	0,37	3,81
4	<i>Bellucia pentamera</i> Naudin	Manzanita tropical	0,15	1,33
5	<i>Terminalia oblonga</i> Exell	Yacushapana	0,01	0,07
6	<i>Calycophyllum megistocaulum</i> (K. Krause) C.M. Taylor	Capirona de altura	0,02	0,24
7	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	Casearia	0,65	7,00
8	<i>Casearia ulmifolia</i> Vahl ex Vent.	Casearia	0,03	0,26
9	<i>Cecropia membranacea</i> Trécul	Cetico	0,16	1,76
10	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	Tornillo	1,58	18,98
11	<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.	Aceite caspi	0,39	4,43
12	<i>Guatteria hyposericea</i> Diels	Carahuasca	0,33	3,54
13	<i>Miconia pilgeriana</i>	Rifari	0,35	3,49
14	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	Shiringa	0,03	0,24
15	<i>Himatanthus sukuuba</i> (Spruce ex Müll. Arg.) Woodson	Bellaco caspi	0,16	1,73
16	<i>Inga longipes</i> Benth.	Rascalpacea	0,03	0,24
17	<i>Inga ruiziana</i> G. Don	Shimbillo	0,03	0,19
18	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don.	Huamansamana	0,81	12,14
19	<i>Ladenbergia magnifolia</i> (Ruiz & Pav.) Klotzsch	Sinchona	0,12	1,04
20	<i>Miconia barbeyana</i> Cogn.	Paliperro	2,87	40,58
21	<i>Myrsine latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Spreng	Lápiz rojo	0,01	0,05
22	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	Uvilla	0,04	0,37
23	<i>Pourouma minor</i> Benoist	Sacha uvilla	0,13	1,22
24	<i>Pourouma mollis</i> Trécul	Uvilla	0,59	7,68
25	<i>Bursera bippinata</i>	Copal	0,18	2,64
26	<i>Pseudolmedia laevis</i>	Chimicua	0,03	0,26
27	<i>Rollinia pittieri</i> Saff.	Anonilla	0,06	0,77
28	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Shiringarana	0,02	0,21
29	<i>Tachigali cavipes</i> Spruce	Ucshaquiro	0,22	2,29
30	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Huire caspi	0,64	8,03
31	<i>Virola albidiflora</i> Ducke	Cumala	0,20	2,28
32	<i>Virola peruviana</i> (A. DC.) Warb.	Cumala blanca	0,11	1,05
<b>Total</b>			<b>10,38</b>	<b>128,70</b>

#### 4.1.1. Diámetro del fuste

En el análisis descriptivo de los datos correspondientes a la variable diámetro del fuste, se ha exceptuado en el agrupamiento a las especies *Sapium glandulosum* (shiringarana) con un diámetro de 0,30 m en la parcela I y *Rollinia pittieri* (anonilla) con un valor de 0,28 m en la parcela II, debido a que solamente se encontró un solo individuo por especie.

En la parcela I sobresalió la especie *Cecropia sciadophylla* (cetico) como la especie cuyos árboles alcanzaron mayor diámetro, con una media de 0,43 m; no obstante, fueron los más variables dado que hubo un individuo con mayor diámetro y otro con mucho menor diámetro. Por su parte, los individuos de las especies *Aniba perutilis* (moena negra), *Cecropia membranacea* (cetico) y *G. hyposericea* (carahuasca), se caracterizaron por presentar similar valor promedio de diámetro. En la parcela II, se reporta a las especies *G. hyposericea*, *C. membranacea* y *A. perutilis* cuyos árboles poseen diámetros promedio similares, pese a que la última especie presentó alta variabilidad en sus valores (Tabla 3).

En síntesis, para el caso de la parcela I, la media general para los árboles de las 21 especies identificadas fue 0,24 m, distribuida en 212 individuos; dicha media superó a la media general de 0,20 m obtenida en la parcela II, distribuida en 32 especies, con un total de 286 individuos (Tabla 3).

Al respecto, según Cancino (2006), el Dap es la variable que con mayor frecuencia evalúan los forestales, debido particularmente a su facilidad de medición en los árboles; es sensible a las fluctuaciones ambientales y a la cantidad de individuos por unidad de área en el bosque; asimismo, se encuentra íntimamente relacionada con la altura total, volumen de fuste y biomasa de los árboles, así como el tamaño de la copa de los mismos, como variables de importancia y difíciles de medir en los árboles en pie.

Por su parte, Gonzáles (2012) al estudiar la composición florística del bosque altimontano de las Yungas en la concesión para conservación Alto Huayabamba - San Martín, encontró que la mayor cantidad de individuos en el sector Incapirca se localizaron en la clase diamétrica comprendida entre 0,100 a 0,193 m con 579 individuos en total; en tanto en el sector Huayabamba se registró 258 individuos ubicados en la clase diamétrica de 0,106 a 0,185 m. Estos resultados evidencian valores muy cercanos a los registrados en la presente investigación, dado que en la parcela I el Dap promedio para los árboles fue de 0,24 m y en la parcela II fue de 0,20 m, por lo que se puede afirmar que se corrobora los resultados obtenidos.

Asimismo, el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR, 2019) en el estudio para el Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre del Perú, reporta que en el bosque de la ecozona Selva Alta Accesible, el área basal de los árboles  $\geq 30$  cm muestra que el rango entre  $0,30 \leq \text{Dap} < 0,60$  m de Dap concentra más de 40,51% del área basal, en tanto el área basal de los árboles con diámetro  $\geq 0,60$  m contiene el 17,62% del área basal total. Como puede observarse, estos valores superan ampliamente los resultados obtenidos en el presente estudio, toda vez que en la parcela I el Dap promedio para los árboles fue de 0,24 m y en la parcela II fue de 0,20 m.

**Tabla 3.** Estadísticos descriptivos de las 10 especies con mayor promedio de Dap (m).

Nombre científico	Nombre común	N	Media	Mín.	Máx.	CV (%)
<b>Parcela I</b>						
<i>Cecropia sciadophylla</i>	Cetico	2	0,43	0,25	0,61	58,27
<i>Miconia barbeyana</i>	Paliperro	65	0,31	0,11	0,55	29,04
<i>Jacaranda copaia</i>	Huamansamana	9	0,29	0,16	0,40	24,91
<i>Aniba perutilis</i>	Moena negra	8	0,24	0,13	0,37	36,98
<i>Cecropia membranacea</i>	Cetico	2	0,24	0,22	0,26	12,78
<i>Guatteria hyposericea</i> Diels	Carahuasca	12	0,24	0,09	0,39	37,83
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	Tornillo	47	0,23	0,07	0,49	40,38
<i>Guatteria hyposericea</i> Diels	Carahuasca	4	0,23	0,15	0,32	33,15
<i>Tapirira guianensis</i>	Huirá caspi	10	0,20	0,15	0,28	24,37
<i>Copaifera paupera</i>	Copaiba	6	0,20	0,12	0,25	29,97
<b>Total, de 21 especies</b>		<b>212</b>	<b>0,24</b>	<b>0,04</b>	<b>0,61</b>	<b>39,80</b>
<b>Parcela II</b>						
<i>Jacaranda copaia</i>	Huamansamana	14	0,27	0,18	0,37	22,62
<i>Miconia barbeyana</i>	Paliperro	55	0,25	0,11	0,45	31,22
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	Tornillo	33	0,24	0,12	0,36	23,23
<i>Bursera bippinata</i>	Copal	4	0,22	0,15	0,37	46,84
<i>Didymopanax morototoni</i>	Aceite caspi	10	0,22	0,15	0,33	22,45
<i>Virola peruviana</i>	Cumala blanca	3	0,21	0,17	0,26	23,57
<i>Pourouma mollis</i>	Uvilla	16	0,21	0,12	0,35	28,87
<i>Guatteria hyposericea</i> Diels	Carahuasca	10	0,20	0,15	0,26	18,15
<i>Cecropia membranacea</i>	Cetico	5	0,20	0,14	0,23	18,57
<i>Aniba perutilis</i>	Moena negra	11	0,20	0,09	0,27	33,75
<b>Total, de 32 especies</b>		<b>286</b>	<b>0,20</b>	<b>0,07</b>	<b>0,45</b>	<b>32,12</b>

N: cantidad de árboles; CV: coeficiente de variación (%).

#### 4.1.2. Altura comercial

Para el caso de la altura comercial de los árboles de las especies registradas, se ha excluido en la categorización de las 10 especies con mayores promedios, a las especies que

presentaban un solo individuo, las mismas que correspondieron a *S. glandulosum* con un valor de 26,00 m y *Artocarpus heterophyllus* (árbol de pan) con altura de 18,00 m, ambos encontrados en la parcela I; para el caso de la parcela II, se excluyó a las especies *R. pittieri* con 20,00 m, *S. glandulosum* con 17,00 m y *Calycophyllum megistocaulum* (capirona de altura) con 16,00 m de altura, respectivamente.

En la parcela I se encontró dos especies con valores similares de altura, siendo estas *B. bippinata* y *A. perutilis*, con 17,0 m de altura; por su parte, la especie con mayor variabilidad fue *C. cateniformis*, con un coeficiente de variación de 44,30%. Se tiene, asimismo, que la especie *C. sciadophylla* pese a contar con solamente dos individuos, fue la de mayor homogeneidad, cuyo coeficiente de variación fue de 4,88% (Tabla 4).

En la parcela II por otra parte, la especie *M. barbeyana* alcanzó una media de 19,51 m, constituyéndose en la segunda especie con mayor altura pese a contar con 55 individuos; asimismo, la mayor homogeneidad de los datos se observó en la especie *D. morotoni*, al alcanzar un coeficiente de variación del 14,47%; por otra parte, la especie *T. guianensis* presentó mayor variabilidad en sus valores de altura, con un 34,90% de variación (Tabla 4).

De manera general, se observa que en la parcela I los árboles obtuvieron la mayor altura promedio (19,16 m), correspondientes a 21 especies y un total de 212 individuos; se observa asimismo, datos muy heterogéneos, debido a la existencia de individuos cuyas alturas se encuentran desde los 4,0 hasta los 35,0 m. Tendencia contraria se aprecia en la parcela II, donde los árboles alcanzaron 16,61 m de altura promedio, con un total de 32 especies y 286 individuos, siendo los datos más homogéneos respecto a los de la parcela I, toda vez que la altura oscila entre los 4,0 hasta los 29,0 m (Tabla 4).

Según González (2012), al estudiar la composición florística del bosque altimontano de las Yungas en la concesión para conservación Alto Huayabamba - San Martín, encontró que la altura total de los individuos presentó una distribución normal, donde la mayoría de árboles del sector Incapirca se encontraba en el rango de 15,0 a 17,5 metros y los del sector Huayabamba se concentran en la clase de 11,4 a 13,5 metros. Se evidencia que los resultados obtenidos en el sector Incapirca corroboran los obtenidos en la parcela II del BRUNAS (16,61 m).

Asimismo, SERFOR (2019) al realizar el estudio para el Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre del Perú, reportó que los árboles con  $Dap \geq 0,10$  m en la ecozona Selva Alta Accesible, en una mayor proporción se concentraban en la clase de 10,0-14,9 m (37,57%), en tanto el menor porcentaje (0,01%) corresponde a individuos ubicados en el rango de 35,0-39,9 m. Puede observarse que, los valores de altura de la mayor proporción de árboles de la ecozona

Selva Alta Accesible son cercanos a los de la parcela II del presente estudio, existiendo una concordancia parcial.

Por su parte, Reynel y Honorio (2004) encontraron que la altura total promedio de los árboles vivos con Dap mayor a 0,10 m en la ecozona Selva Alta Accesible, fue de 12,62 m, valor menor a los encontrados en otros estudios realizados en la misma ecozona. Lo encontrado por ambos investigadores difiere notablemente con los resultados obtenidos en las parcelas I y II del BRUNAS.

**Tabla 4.** Estadísticos descriptivos de las 10 especies con mayor promedio de altura comercial (m).

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Mín.</b>	<b>Máx.</b>	<b>CV (%)</b>
<b>Parcela I</b>						
<i>Cecropia sciadophylla</i>	Cetico	2	29,00	28,00	30,00	4,88
<i>Miconia barbeyana</i>	Paliperro	65	24,66	4,00	35,00	27,17
<i>Jacaranda copaia</i>	Huamansamana	9	23,44	15,00	33,00	29,56
<i>Cecropia membranacea</i>	Cetico	2	23,00	21,00	25,00	12,30
<i>Tachigali cavipes</i>	Ucshaquiro	2	20,50	19,00	22,00	10,35
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	Tornillo	47	17,64	5,00	32,00	44,30
<i>Didymopanax morototoni</i>	Aceite caspi	4	17,50	12,00	24,00	36,59
<i>Bursera bippinata</i>	Copal	2	17,00	12,00	22,00	41,59
<i>Aniba perutilis</i>	Moena negra	8	17,00	11,00	26,00	34,16
<i>Bellucia pentamera</i>	Manzanita tropical	12	16,25	7,00	25,00	38,13
<b>Total, de 21 especies</b>		<b>212</b>	<b>19,16</b>	<b>4,00</b>	<b>35,00</b>	<b>41,35</b>
<b>Parcela II</b>						
<i>Jacaranda copaia</i>	Huamansamana	14	21,71	16,00	29,00	16,70
<i>Miconia barbeyana</i>	Paliperro	55	19,51	8,00	28,00	24,70
<i>Bursera bippinata</i>	Copal	4	18,75	13,00	27,00	31,51
<i>Pourouma mollis</i>	Uvilla	16	18,13	10,00	26,00	24,08
<i>Didymopanax morototoni</i>	Aceite caspi	10	17,60	14,00	23,00	14,47
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	Tornillo	33	17,09	8,00	25,00	24,18
<i>Cecropia membranacea</i>	Cetico	5	16,40	10,00	20,00	26,44
<i>Tapirira guianensis</i>	Huiras caspi	20	16,35	4,00	26,00	34,90
<i>Guatteria hyposericea</i> Diels	Carahuasca	10	16,10	10,00	20,00	17,19
<i>Tachigali cavipes</i>	Ucshaquiro	9	15,33	9,00	20,00	21,13
<b>Total, de 32 especies</b>		<b>286</b>	<b>16,61</b>	<b>4,00</b>	<b>29,00</b>	<b>28,70</b>

N: cantidad de árboles; CV: coeficiente de variación (%).

#### 4.1.3. Volumen de la madera

En la categorización de las especies con mayor volumen maderable por parcela, se tuvo que excluir en la parcela I a la especie *S. glandulosum* que alcanzó un valor de 1,17 m<sup>3</sup> y en el caso de la parcela II se excluyó a la especie *R. pittieri*, que obtuvo 0,77 m<sup>3</sup> de volumen maderable; en ambos casos se realizó la exclusión debido a que sólo contaban con un individuo.

Se aprecia en la parcela I, que la especie *C. sciadophylla* obtuvo el mayor valor promedio de volumen maderable con 3,31 m<sup>3</sup>, registrándose una alta variabilidad de los datos debido a la existencia de solamente dos individuos, donde uno de ellos alcanzó 0,92 m<sup>3</sup> y el otro 5,70 m<sup>3</sup>, lo cual generó un coeficiente de variación del 102,03%. Se observa, asimismo, similar volumen promedio maderable entre las especies *Guatteria hyposericea*. y *A. perutilis*, cuyos árboles alcanzaron 0,66 m<sup>3</sup> de volumen; así también, las especies *Dipterix alata* (shihuahuaco) y *T. guianensis* presentan valores similares de volumen maderable, con una media de 0,31 m<sup>3</sup> (Tabla 5).

La parcela II por su parte, registró mayor variabilidad de los datos en la especie *B. bippinata*, con un coeficiente de variación de 127,36%, toda vez que al menos un individuo presentó un volumen maderable de 0,17 m<sup>3</sup>, en tanto también al menos un individuo alcanzó 1,92 m<sup>3</sup> de volumen. Se aprecia, además, tres especies con similar promedio de volumen maderable, con 0,35 m<sup>3</sup>, en tanto la especie *J. copaia* es la que obtuvo el mayor volumen maderable promedio, con 0,87 m<sup>3</sup> (Tabla 5).

En general, mayor promedio de volumen maderable por árbol se obtuvo en la parcela I, con un valor de 0,82 m<sup>3</sup>; dichos valores fueron muy variables, los mismos que alcanzaron un coeficiente de variación de 109,81% debido a que se encontraron individuos desde 0,01 m<sup>3</sup> hasta 5,70 m<sup>3</sup>. Menor promedio de volumen maderable se obtuvo en la parcela II, con un valor de 0,45 m<sup>3</sup>, donde la variabilidad también fue menor, registrando un valor de 94.0% de coeficiente de variación, con individuos que lograron volúmenes maderables desde 0,01 m<sup>3</sup> hasta 2,77 m<sup>3</sup> (Tabla 5).

Sobre el tema, Pinto (2009) al evaluar y valorar cuantitativamente el componente arbóreo de una hectárea de bosque secundario localizado en Pabloyacu, Perú, registró la existencia de 74 especies arbóreas, 13 de las cuales fueron las predominantes, con un valor de 51,83 % y volumen maderable de 26,03 m<sup>3</sup>. Asimismo, encontró que el volumen total maderable fue de 71,41 m<sup>3</sup>, con 1 605 árboles y altura promedio de 12,5 m. Asimismo, refiere que el volumen está en función de la altura y clase diamétrica de cada árbol. Se evidencia que en el presente estudio se ha obtenido mayor volumen total maderable respecto a lo reportado por Pinto (2009), dado que en la parcela I se registró un volumen de 172,96 m<sup>3</sup> y 212 árboles, en tanto en la parcela II se estimó un volumen de 128,7 m<sup>3</sup> y 286 árboles; en ambos casos valores muy por encima de lo antes reportado.

Por su parte, Pérez (2012) al estimar el volumen arbóreo de las especies forestales maderables en Pabloyacu, Perú, en dos ha de bosque secundario registró la existencia de 37 especies, 34 de las cuales pertenecen a 26 familias botánicas y las tres especies restantes fueron no identificadas. Los mayores volúmenes obtenidos correspondieron a las especies *Maeha* (bellaco caspi) e *Inga thibaudiana* (shimbillo), con 0,495 y 0,471 m<sup>3</sup>, respectivamente. Estos resultados difieren notablemente de los obtenidos en el presente estudio, dado que son menores respecto a los obtenidos en la parcela I (0,82 m<sup>3</sup> por árbol en promedio) y la parcela II (0,45 m<sup>3</sup> en promedio), respectivamente.

Asimismo, SERFOR (2019) encontró que la distribución del volumen arbóreo por clases diamétricas en el bosque de la ecozona Selva Alta Accesible, presenta árboles de entre  $30 \leq \text{Dap} < 60$  cm, que representan el 53,73% del volumen total; asimismo, se registraron árboles con  $\text{Dap} \geq 60$  cm, en una proporción de 25,43% del total, lo cual difiere de los resultados de la presente investigación.

**Tabla 5.** Estadísticos descriptivos de las 10 especies con mayor promedio de volumen maderable (m<sup>3</sup>).

Nombre científico	Nombre común	N	Media	Mín.	Máx.	CV (%)
<b>Parcela I</b>						
<i>Cecropia sciadophylla</i>	Cetico	2	3,31	0,92	5,70	102,03
<i>Miconia barbeyana</i>	Paliperro	65	1,37	0,02	4,79	71,88
<i>Jacaranda copaia</i>	Huamansamana	9	1,12	0,22	2,10	63,54
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	Tornillo	47	0,70	0,01	3,68	107,33
<i>Cecropia membranacea</i>	Cetico	2	0,68	0,62	0,75	13,26
<i>Guatteria hyposericea</i> Diels	Carahuasca	12	0,66	0,02	2,32	104,66
<i>Aniba perutilis</i>	Moena negra	8	0,66	0,11	1,76	97,72
<i>Guatteria hyposericea</i>	Carahuasca	4	0,56	0,10	1,23	95,52
<i>Dipterix alata</i>	Shihuahuaco	11	0,31	0,09	0,64	55,04
<i>Tapirira guianensis</i>	Huira caspi	10	0,31	0,08	0,83	77,30
<b>Total, de 21 especies</b>		<b>212</b>	<b>0,82</b>	<b>0,01</b>	<b>5,70</b>	<b>109,81</b>
<b>Parcela II</b>						
<i>Jacaranda copaia</i>	Huamansamana	14	0,87	0,25	1,99	58,49
<i>Miconia barbeyana</i>	Paliperro	55	0,74	0,05	2,77	81,06
<i>Protium puncticulatum</i> Engl	Copal	4	0,66	0,17	1,92	127,36
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	Tornillo	33	0,58	0,07	1,62	67,29
<i>Pourouma mollis</i>	Uvilla	16	0,48	0,07	1,37	78,31
<i>Didymopanax morototoni</i>	Aceite caspi	10	0,44	0,17	0,93	47,74
<i>Tapirira guianensis</i>	Huira caspi	20	0,40	0,01	1,28	81,02
<i>Guatteria hyposericea</i> Diels	Carahuasca	10	0,35	0,11	0,57	44,97
<i>Cecropia membranacea</i>	Cetico	5	0,35	0,10	0,49	45,16
<i>Virola peruviana</i>	Cumala blanca	3	0,35	0,18	0,57	56,85
<b>Total, de 32 especies</b>		<b>286</b>	<b>0,45</b>	<b>0,01</b>	<b>2,77</b>	<b>94,00</b>

N: cantidad de árboles; CV: coeficiente de variación (%).

#### 4.2. Índice de valor de importancia (IVI) del área en estudio

En la parcela I se observa la predominancia de solo tres especies, que equivalen al 14,3% de la cantidad total de especies encontradas, las cuales son: *M. barbeyana*, *C. cateniformis* y *Guatteria hyposericea* Diels.

La parcela II se caracteriza, por el contrario, por presentar seis especies con mayor predominancia, las mismas que constituyen el 18,75% del total de especies encontradas; dichas

especies son: *M. barbeyana*, *C. cateniformis*, *Casearia arborea* (casearia), *T. guianensis*, *J. copaia* y *P. mollis* (Tabla 6).

Sobre el tema, Guevara (2001) sostiene que las tablas de índice de valor de importancia (IVI) de diversas parcelas pueden compararse e interpretarse ecológicamente según las especies que han alcanzado mayor importancia. Indica, asimismo, que, por lo general, se observan determinadas coincidencias en parcelas con un mismo tipo de vegetación y que al analizar un gradiente en particular, pueden identificarse también especies que caracterizan a cada tipo de comunidad. Lo antes referido corrobora los resultados del presente estudio, toda vez que las especies *M. barbeyana*, *C. cateniformis* son comunes en las parcelas I y II.

El mismo autor indica, asimismo, que el empleo del IVI en Venezuela, se ha realizado en ecosistemas productivos, donde se prevé exista un desarrollo forestal sustentable, estudiándose por lo general, palmeras y árboles, prescindiendo de otras formas de vida con diámetros menores a 10 cm (lianas y helechos arbóreos). Las formas de vida no consideradas pueden representar una cantidad pequeña de la biomasa de la comunidad; no obstante, se conoce que presenta una función ecológica importante.

**Tabla 6.** Especies de valor de importancia en las dos parcelas estudiadas en el BRUNAS.

Nombre científico	Nombre común	Abr. (%)	Fr. (%)	Dr. (%)	IVI (%)
<b>Parcela I</b>					
<i>Miconia barbeyana</i>	Paliperro	30,66	7,69	45,22	83,58
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	Tornillo	22,17	7,69	20,25	50,12
<i>Guatteria hyposericea</i> Diels	Carahuasca	5,66	7,69	5,24	18,59
<b>Otras, 18 especies</b>		<b>41,51</b>	<b>76,92</b>	<b>29,28</b>	<b>147,72</b>
<b>Parcela II</b>					
<i>Miconia barbeyana</i>	Paliperro	19,23	4,35	27,62	51,20
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	Tornillo	11,54	4,35	15,20	31,08
<i>Casearia arborea</i>	Casearia	10,49	5,80	6,27	22,55
<i>Tapirira guianensis</i>	Huira caspi	6,99	5,80	6,21	19,00
<i>Jacaranda copaia</i>	Huamansamana	4,90	4,35	7,82	17,07
<i>Pourouma mollis</i>	Uvilla	5,59	4,35	5,67	15,61
<b>Otras, 26 especies</b>		<b>41,26</b>	<b>71,01</b>	<b>31,21</b>	<b>143,49</b>

Abr.: Abundancia relativa; Fr.: Frecuencia relativa; Dr.: Dominancia relativa; IVI: Índice de valor de importancia.

#### **4.3. Relación entre la cantidad colectada de insectos de la familia Cerambycidae, la cantidad de especies forestales del área en estudio y las condiciones climáticas**

Al realizar un análisis bivariado para las parcelas I y II, no se encontró significancia entre la correlación de las condiciones climáticas con la cantidad colectada de insectos de la familia Cerambycidae (Tabla 8). Tampoco se determinó ni logró procesar la correlación entre la cantidad de especies forestales con la cantidad colectada de insectos de la familia Cerambycidae, debido a que al menos una de las variables se mantuvo constante durante los cuatro meses de evaluación; es decir, la cantidad de especies forestales fue constante durante los cuatro meses de evaluación, resultando nulo dicho análisis por la carencia de variabilidad (Tabla 10).

Al respecto, según Walther *et al.* (2002), la temperatura se relaciona con las fluctuaciones de dióxido de carbono atmosférico en un intercambio periódico a través de horizontes temporales de milenios. Asimismo, Carrión *et al.* (2001) sostienen que la vegetación experimenta necesariamente una adaptación a estos cambios periódicos, particularmente las áreas boscosas, lo que conlleva al debilitamiento y pérdida de vitalidad de los árboles, que los hace susceptibles a la infestación de insectos de la familia Scolytidae. Por consiguiente, de acuerdo con Dunn y Crutchfield (2006), se asocia determinados eventos epidémicos al efecto del cambio climático, que colateralmente da lugar a climas más cálidos. Pese a todo lo antes indicado, en la presente investigación no se ha evidenciado correlación entre las condiciones climáticas con la cantidad colectada de insectos de la familia Cerambycidae.

Por otra parte, Kelsey *et al.* (2014) refieren que el incremento de la temperatura favorece el crecimiento y vigor en determinadas especies, en tanto otras experimentan estrés y debilitamiento, generando alteraciones bioquímicas que a su vez emiten semioquímicos como etanol y  $\alpha$ -pineno, los mismos que son localizados por ciertos escolítidos como evidencias de su vulnerabilidad. Así mismo, pueden también presentarse desequilibrios entre los procesos biológicos. De esta manera, un depredador puede aparecer muy rápido o bastante tarde a fin de controlar de manera muy eficaz el nivel poblacional de su especie presa, favoreciéndola debido a la menor presión depredativa.

MacLeod *et al.* (2002) por su parte, consideran de manera muy alentadora, que una gran cantidad de perforadores muy perjudiciales como los escarabajos (insectos de las familias Scolytidae y Cerambycidae), tienen presencia significativa y se les considera perniciosos, solamente cuando la masa forestal no se encuentra en su estado óptimo (es decir, en estado de

equilibrio, destacando el rol de los descomponedores y recicladores de la materia orgánica); es necesario e importante, por consiguiente, realizar labores preventivas y de control. Sin embargo, determinadas especies de insectos de la familia de los cerambícidos, tienen la capacidad de matar árboles sanos y convertirse en plaga forestal primaria.

**Tabla 7.** Condiciones climáticas durante los cuatro meses de evaluación.

Mes	Temperatura del aire (°C)			Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)
	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Temperatura promedio		
Junio	30,57	20,30	25,44	81,35	152,80
Julio	29,93	20,05	24,99	82,46	230,10
Agosto	31,20	19,23	25,22	79,57	64,30
Setiembre	31,53	20,42	25,98	80,53	127,00

**Tabla 8.** Relación entre la cantidad colectada de insectos y las condiciones climáticas.

Variables	Pruebas estadísticas	Insectos parcela I	Insectos parcela II	Total insectos
T. máxima	Coefficiente de correlación (Rho de Spearman)	0,949	0,949	0,949
	Sig. (bilateral)	0,051 <sup>ns</sup>	0,051 <sup>ns</sup>	0,051 <sup>ns</sup>
	N	4	4	4
T. mínima	Coefficiente de correlación (Rho de Spearman)	0,316	0,316	0,316
	Sig. (bilateral)	0,684 <sup>ns</sup>	0,684 <sup>ns</sup>	0,684 <sup>ns</sup>
	N	4	4	4
T. media	Coefficiente de correlación (Rho de Spearman)	0,632	0,632	0,632
	Sig. (bilateral)	0,368 <sup>ns</sup>	0,368 <sup>ns</sup>	0,368 <sup>ns</sup>
	N	4	4	4
H.R. mensual (%)	Coefficiente de correlación (Rho de Spearman)	-0,738	-0,738	-0,738
	Sig. (bilateral)	0,262 <sup>ns</sup>	0,262 <sup>ns</sup>	0,262 <sup>ns</sup>
	N	4	4	4
PP mensual (mm)	Coefficiente de correlación (Rho de Spearman)	-0,738	-0,738	-0,738
	Sig. (bilateral)	0,262 <sup>ns</sup>	0,262 <sup>ns</sup>	0,262 <sup>ns</sup>
	N	4	4	4

ns: no existe correlación estadística.

**Tabla 9.** Cantidad de especies forestales y cantidad de insectos de la familia Cerambycidae encontrados durante los cuatro meses de evaluación.

Mes	Especies forestales parcela I	Especies forestales parcela II	Total especies forestales	Insectos parcela I	Insectos parcela II	Total insectos
Junio	21	32	<b>53</b>	2	3	<b>5</b>
Julio	21	32	<b>53</b>	2	3	<b>5</b>
Agosto	21	32	<b>53</b>	5	10	<b>15</b>
Setiembre	21	32	<b>53</b>	20	12	<b>32</b>

**Tabla 10.** Relación entre la cantidad de especies forestales con la cantidad colectada de insectos de la familia Cerambycidae.

Variables	Pruebas estadísticas	Insectos parcela I	Insectos parcela II	Total insectos
Especies forestales parcela I	Coeficiente de correlación (Rho de Spearman)			a
	Sig. (bilateral)			
	N	4	4	4
Especies forestales parcela II	Coeficiente de correlación (Rho de Spearman)			a
	Sig. (bilateral)			
	N	4	4	4
Total especies forestales	Coeficiente de correlación (Rho de Spearman)			a
	Sig. (bilateral)			
	N	4	4	4

<sup>a</sup>: No se puede calcular porque, como mínimo, una de las variables es constante (cantidad total de especies forestales).

#### 4.4. Cantidad de insectos de la familia Cerambycidae colectada mediante trampas tipo panel y feromonas de agregación

La cantidad promedio de insectos de la familia Cerambycidae registrada durante los meses de evaluación fue mayor al emplear Acetato de Fuscomol, en comparación con las demás feromonas de agregación; asimismo, se aprecia una clara y elevada variación de los datos entre las repeticiones, evidenciada en las barras de error estructuradas a partir de la desviación estándar, las mismas que presentan una mayor dimensión, a excepción de la feromona 2-hydroxy-3-octanone H ChemTica que muestra mayor homogeneidad de datos (Figura 1).

Sobre el tema, Barrera *et al.* (2006) refieren que existen criterios que permiten implementar un efectivo y barato sistema de trampeo, entre los que se tienen el tipo de trampa, cantidad de kairomona, ubicación de trampas, y su mantenimiento al interior de la plantación.

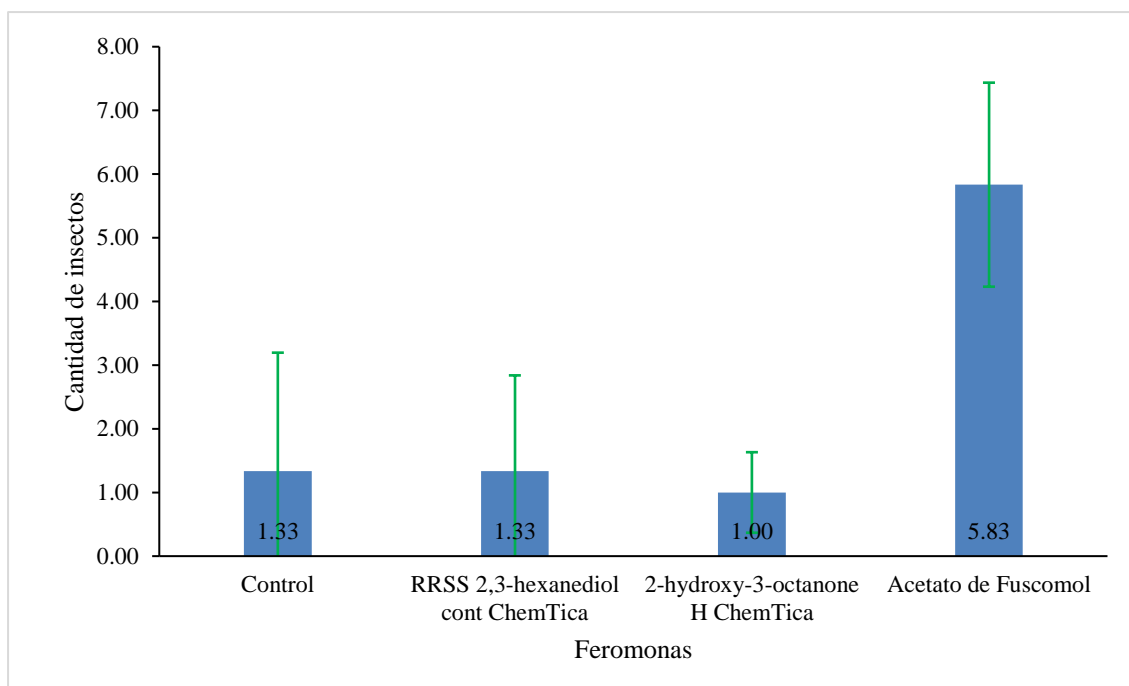
Asimismo, Compte y Caminero (1982) indican que la atracción que ejerce el hospedante sobre los insectos coleópteros que se alimentan de madera, puede sufrir la influencia de compuestos químicos presentes en la madera, por factores climáticos, órganos vegetativos de los árboles (ramas, tronco, raíz), la edad del árbol y su estado fisiológico. Por su parte, McIntosh *et al.* (2001) sostienen que la estimulación química a distancias considerables puede verse incrementado por estímulos visuales a corta distancia, e incluso por la forma del árbol y su color, según Groot y Nott (2001).

Viñuela *et al.* (2002) refieren en relación al tema, que las feromonas de agregación juegan un rol importante en la eficiencia de la colonización y resistencia hacia las defensas de los hospederos. Este tipo de comunicación es conocida también como kairomonal por las especies consideradas enemigos naturales de insectos descortezadores, quienes cumplen un rol fundamental en su dinámica poblacional, dado que tienen la capacidad para disminuir los niveles poblacionales hasta cantidades más bajas de las que lograría con su ausencia, lo cual constituye un control biológico natural.

Pajares *et al.* (2009) al usar un atrayente que contenía la feromona de agregación 2-undeciloxi 1-etanol, tuvieron éxito en el campo por primera vez en el año 2009, particularmente para el género *Monochamus* que fue toda una novedad. Por su parte, Ibeas *et al.* (2007), empleando un atrayente con diversas sustancias kairomonales como Ipsenol y 2-metil-3buten-1-ol, han mostrado ser buenos atrayentes debido a sus efectos sinérgicos. En ambos casos, se fijaron a las bandas plásticas de las trampas, presentando desde la óptica del fabricante, una permanencia de 45 días. Así también, Núñez *et al.* (2016) empleando un cebo con feromona de agregación 2-undeciloxil-1-etanol y kairomonas ipsenol, 2-metil-3-buten-2-ol y  $\alpha$ -pineno, logró capturar seis especies en dos inventarios, cuyas trampas fueron revisadas cada 10 días. De lo antes mencionado, puede observarse que lo reportado por diversos investigadores no concuerda con los resultados obtenidos en la presente investigación, donde la mayor cantidad promedio de insectos de la familia Cerambycidae colectada se produjo al emplear Acetato de Fuscomol.

En general, Witzgall *et al.* (2010), afirma que las feromonas poseen importantes cualidades para ser usadas como controladores de plagas, las cuales pueden ser: selectividad por especie, actividad en pequeñas concentraciones y ninguna toxicidad para otros animales. A

ello, Tinsworth (1990) añade que se han registrado gran cantidad de feromonas para el control de plagas, de las que no se evidencian efectos nocivos para la salud humana y organismos benéficos; así, por ejemplo, en cultivos agrícolas tratados con feromonas de lepidópteros, no se observan residuos.



**Figura 1.** Medias con barras de error para la cantidad de insectos de la familia Cerambycidae colectada mediante feromonas de agregación.

Las distancias de las trampas con las feromonas de agregación empleadas en cada parcela en estudio no reportaron diferencias estadísticas significativas sobre la cantidad de insectos de la familia Cerambycidae colectados; no obstante, los diferentes tipos de feromona utilizados sí registraron diferencias altamente significativas sobre la variable mencionada. Por otra parte, se observa que no existe interacción estadística significativa entre los niveles de ambos factores en estudio (distancia y tipo de feromona) respecto a la variable cantidad de insectos colectados (Tabla 11).

Respecto a las diferencias altamente significativas de los diferentes tipos de feromona utilizados sobre la cantidad de insectos de la familia Cerambycidae colectados, (Vera, 1986) confirma los resultados del presente estudio, al indicar que las feromonas se desarrollan tomando como base un principio natural propio de los insectos utilizado como vía de comunicación entre especímenes de una misma especie. La feromona sexual por su parte, se presenta cuando las hembras requieren de los machos para copular, para lo cual liberan al ambiente una sustancia que es percibida por los insectos machos que buscan a las hembras para copular. Bajo este principio, sostiene el investigador, que la industria química formula

feromonas de síntesis o sintéticas, las mismas que son colocadas en trampas para coleccionar insectos adultos, reduciendo así las poblaciones de insectos, dado que las hembras en el campo cuentan con menor cantidad de opciones para producir descendencia, al restringirse las oportunidades de copulación.

**Tabla 11.** ANVA para la cantidad de insectos de la familia Cerambycidae colectada mediante feromonas de agregación.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	P-valor
Distancia (factor A)	0,042	1	0,042	0,017	0,900 <sup>ns</sup>
Error a (repetición dentro del factor A)	7,833	4	1,958	0,779	0,560 <sup>ns</sup>
Tipo de feromona (factor B)	96,125	3	32,042	12,746	<0,001 <sup>**</sup>
Interacción Distancia * Tipo de feromona	5,458	3	1,819	0,724	0,557 <sup>ns</sup>
Error b	30,167	12	2,514		
<b>Total</b>	<b>139,625</b>	<b>23</b>			

CV: 66.76%. ns: No significativo. \*\*: Significativo al 99.0% de confiabilidad.

Al realizar la comparación de medias, se corrobora que el uso de la feromona Acetato de Fuscomol registró mayor cantidad promedio colectada de insectos de la familia Cerambycidae, en comparación con el resto de feromonas e incluso con el tratamiento control, donde la cantidad de insectos atraídos adquirieron valores estadísticamente similares (Tabla 12).

De lo antes mencionado, puede observarse que lo reportado por investigadores como Pajares *et al.* (2009), Ibeas *et al.* (2007) y Núñez *et al.* (2016), no concuerda con los resultados obtenidos en la presente investigación, donde la mayor cantidad promedio de insectos de la familia Cerambycidae colectada se produjo al emplear Acetato de Fuscomol.

**Tabla 12.** Comparación de medias (Duncan) para la cantidad de insectos de la familia Cerambycidae colectada mediante feromonas de agregación.

Feromonas	N	Media (Unid.)	Significancia
Acetato de Fuscomol	6	5,83	a
Control	6	1,33	b
RRSS 2,3-hexanediol cont ChemTica	6	1,33	b
2-hydroxy-3-octanone H ChemTica	6	1,00	b

Letras distintas demuestran significancia estadística.

## V. CONCLUSIONES

- En la parcela I se tienen 21 especies arbóreas identificadas, distribuidas en 212 individuos, donde el diámetro promedio del fuste fue de 0,24 m con un coeficiente de variación de 39,80%; la altura comercial promedio fue de 19,16 m con 41,35% de coeficiente de variación y el volumen maderable promedio fue de 0,82 m<sup>3</sup> con coeficiente de variación de 109,81%.
- En la parcela II se han identificado 32 especies arbóreas, con un total de 286 individuos; en ella la media del diámetro de fuste fue de 0,20 m con un coeficiente de variación de 32,12%; la altura comercial promedio fue de 16,61 m con 28,70% de coeficiente de variación y el volumen maderable promedio fue de 0,45 m<sup>3</sup> con una variabilidad de 94,00%.
- En la parcela I fue la especie *C. sciadophylla* la que destacó, cuyos árboles alcanzaron el mayor diámetro promedio (0,43 m), el mayor crecimiento promedio en altura comercial (29,00 m) y el mayor valor promedio de volumen maderable (3,31 m<sup>3</sup>).
- En la parcela II, *J. copaia* fue la especie cuyos árboles registraron los más altos valores promedio en diámetro (0,27 m), en altura comercial (21,71 m) y en volumen maderable (0,87 m<sup>3</sup>).
- El índice de valor de importancia (IVI) de la parcela I muestra tres especies predominantes: *M. barbeyana*, *C. cateniformis* y *Guatteria hyposericea* Diels, que equivalen al 14,3% de la cantidad total de especies identificadas; en tanto el IVI de la parcela II registra seis especies con mayor predominancia: *M. barbeyana*, *C. cateniformis*, *C. arborea*, *T. guianensis*, *J. copaia* y *P. mollis*, que constituyen el 18,75% del total de especies encontradas.
- No se encontró significancia entre la correlación de las condiciones climáticas con la cantidad colectada de insectos de la familia Cerambycidae. Tampoco se evidenció correlación entre la cantidad de especies forestales con la cantidad colectada de insectos de la familia Cerambycidae.
- La feromona de agregación Acetato de Fuscomol fue con la que se logró colectar la mayor cantidad promedio de insectos de la familia Cerambycidae, durante los meses de evaluación.

## VI. PROPUESTAS A FUTURO

- Continuar investigando en temas similares, considerando árboles a partir de 10 cm de Dap, a fin de evitar elevados coeficientes de variación.
- Incentivar la conservación y manejo de las asociaciones vegetales: *M. barbeyana* - *C. cateniformis* - *Guatteria hyposericea* Diels y *M. barbeyana* - *C. cateniformis* - *C. arborea* - *T. guianensis* - *J. copaia* - *P. mollis*, debido a su importancia ecológica en el BRUNAS.
- Realizar estudios similares ampliando el periodo de evaluación, a fin de que los datos climáticos incluyan valores de épocas de lluvias y de épocas secas.
- Continuar con estudios sobre el tema, empleando mayor diversidad de feromonas, que incluyan la captura de insectos de familias diferentes a la familia Cerambycidae.

## VII. REFERENCIAS

- Barrera J. F., Montoya, P., & Rojas., J. (enero, 2006). *Bases para la aplicación de sistemas de trampas y atrayentes en manejo integrado de plagas*. Simposio sobre trampas y atrayentes en detección, monitoreo y control de plagas de importancia económica. Sociedad Mexicana de Entomología y El Colegio de la Frontera Sur. Manzanillo, Colima, México.
- Bouchard, P., Bousquet, Y., Davies, A. E., Alonso-Zarazaga, M. A, Lawrence, J. F., Lyal, C.H.C., Newton, A. F., Reid, C. A. M., Schmidt, M., Slipinski, S. A., & Smith, A. B. T. (2011). Family-group names in Coleoptera (Insecta). *ZooKeys*, 88, 1-972. [https://doi.org/ 10.3897/zookeys.88.807](https://doi.org/10.3897/zookeys.88.807)
- Bourguet, D., Genissel, A., & Raymond, M. (2000). Insecticide resistance and dominance levels. *Journal of Economic Entomology*. 93(6), 1588-1595. <http://dx.doi.org/10.1603/0022-0493-93.6.1588>
- Bravo, D. (2009). *Evaluación de tipos de trampas con feromona de agregación sintética Tequilur® en el picudo del agave Scyphophorus acupunctatus Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae) en Amatitán, Jalisco* [Tesis de pregrado no publicada, Universidad Autónoma Chapingo].
- Burgos, L. J. A. (1955). Posibilidades de la repoblación natural y semiartificial del tornillo, *Cedrelinga catenaeformis* Ducke, en Tingo Maria. *Boletín Trimestral de Experimentación Agropecuaria*, 4(3), 7-9.
- Cancino, J. (2006). *Dasometría Básica*. Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Forestales.
- Cardé R. T., & Haynes, K. F. (2004). Structure of the pheromone communication channel in moths. En R. T. Cardé, & J. G. Millar (Eds.), *Advances in Insect Chemical Ecology* (pp. 283-332). Cambridge University Press.
- Carrión, J. S., Munuera, M., Dupré, M., & Andrade, A. (2001). Abrupt vegetation changes in the Segura mountains of southern Spain throughout the Holocene. *Journal of Ecology*, 89, 783-797. <https://doi.org/10.1046/j.0022-0477.2001.00601.x>
- Ceballos, G., Ehrlich, P. R., Barnosky, A. D., García, A., Pringle, R. M., & Palmer, T. M. (2015). Accelerated modern human–induced species losses: Entering the sixth mass

extinction. *Science Advances*, 1(5), [e1400253]. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1400253>

- Compte, A., & Caminero, M. (1982). Las comunidades de coleópteros xilófagos de las encinas de los alrededores de Madrid. *Graellsia*, 38, 201-217.
- Costa, C. (2000). Estado del conocimiento de los Coleoptera neotropicales. *Sociedad Entomológica Aragonesa*, 1, 99-114.
- Cú G. J. A. (2008). *Capturas de Rhynchophorus palmarum L. (Coleoptera: Curculionidae) con feromona de agregación en el municipio de Acapulco, Guerrero* [Tesis de pregrado no publicada, Universidad Autónoma Chapingo].
- Curtis, J. T. (1959). *The vegetation of Wisconsin. An ordination of plant communities*. University of Wisconsin Press.
- Curtis, J. T., & McIntosh, R. P. (1951). An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology*, 32, 476-496.
- Dueñas, M. A. (2009). *Valorización económica del servicio hídrico en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva* [Tesis de maestría no publicada, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
- Dunn, D., & Crutchfield, J. P. (2006). Insects, Trees, and Climate: The bioacoustic ecology of deforestation and entomogenic climate change. *Santa Fe Institute Working Paper*, 120, 23- 32.
- El-Sayed, A. M. (2006). *The Pherobase: Database of insect pheromones and semiochemicals*. The Horticulture and Food Research Institute of New Zealand.
- González, A. R. (2012). *Composición florística del bosque altimontano de las yungas en la concesión para conservación Alto Huayabamba - San Martín* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/581>
- Groot, P., & Nott, R. (2001). Evaluation of traps of six different designs to capture pine sawyer beetles (Coleoptera: Cerambycidae). *Agricultural and Forest Entomology*, 3, 107-111. <https://doi.org/10.1046/j.1461-9563.2001.00087.x>

- Guevara, J. (2001). *Recursos fitogenéticos y relaciones florísticas de la flórula arbórea de las comunidades forestales en la Estación Experimental Caparo, Estado Barinas* [Tesis de maestría, Universidad Central de Venezuela].  
<http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/37334/tesis-maestria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hanks, L., Millar, J. G., & Paine, T. D. (1998). Dispersal of the eucalyptus longhorned borer (Coleoptera: Cerambycidae) in urban landscapes. *Environmental Entomology*, 27(6), 1418-1424. <https://doi.org/10.1093/ee/27.6.1418>
- Hansen, M. E., Bentz, B. J., Munson, S., Vandygriff J. C., & Turner, D. L. (2006). Evaluation of funnel traps for estimating tree mortality and associated population phase of spruce beetle in Utah. *Canadian Journal of Forest Research*, 36, 2574-2584.
- Holdridge, L. R. (1982). *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Ibeas, F., Gallego, D., Diez, J. J., & Pajares, J. A. (2007). An operative kairomonal lure for managing pine sawyer beetle *Monochamus galloprovincialis* (Coleoptera: Cerambycidae). *Journal Applied Entomology*, 131(1), 13-20.
- Kelsey, R. G., Gallego, D., Sánchez-García, F. J., & Pajares J. A. (2014). Ethanol accumulation during severe drought may signal tree vulnerability to detection and attack by bark beetles. *Canadian Journal of Forestry Research*, 44, 554-561.  
<https://doi.org/10.1139/cjfr-2013-0428>
- Macías-Sámamo, J. E., Rivera-Granados, M. L., Jones, R., & Ibarra, G. (2014). Respuesta de insectos descortezadores de pino y de sus depredadores a semioquímicos en el sur de México. *Madera y Bosques*, 20(3), 41-47.
- MacLeod, A., Evans, H. F., & Baker, R. H. A. (2002). An analysis of pest risk from an Asian longhorn beetle (*Anoplophora glabripennis*) to hardwood trees in the European community. *Crop Protection*, 21, 635-645.
- Masson, C., & Mustaparta, H. (1990). Chemical information processing in the olfactory system of insects. Part 1: Periphery. *Physiological Reviews*, 70, 199-245.  
<https://doi.org/10.1152/physrev.1990.70.1.199>

- McIntosh, R. L., Katinic, P. J., Allison, J. D, Borden, J. H, & Downey, D. L. (2001). Comparative efficacy of five types of trap for woodborers in the Cerambycidae, Buprestidae and Siricidae. *Agricultural and Forest Entomology*, 3(2), 113-120. <https://doi.org/10.1046/j.1461-9563.2001.00095.x>
- Monné, M. A., & Bezark, L. G. (2009). *Checklist of the Cerambycidae, or longhorned beetles (Coleoptera) of the Western Hemisphere*. Electronic Version.
- Monné, M. Á., & Chaboo, C. S. (2015). Beetles (Coleoptera) of Peru: A survey of the families. Histeridae. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 88(1), 34-120. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.2317/JKES1410.13.1>
- Navarro, R. M., Fernández, P., Trapero, A., Caetano, P., Romero, M. A., Sánchez, M. E., Fernández, A., Sánchez, I., & López, G. (2004). *Los procesos de decaimiento de encinas y alcornoques. Monografía*. Convenio Consejería de Medio Ambiente-Universidad de Córdoba. Dirección General de Gestión del Medio Natural. Consejería de Medio Ambiente.
- Núñez, L., Closa, S., González, E., Lencina, J. L., & Gallego, D. (2016). Inventario de coleópteros saproxílicos presentes en los pinares de Mallorca (Islas Baleares). *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*. 43, 409-416.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2012). *FRA 2015. Términos y Definiciones*. FAO.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2002). *Recursos genéticos forestales. Estado de la diversidad biológica de los árboles y bosques en el Sur y Sureste de México*. FAO.
- Pajares, J. A., Álvarez, G., Ibeas, F., Gallego, D., Sánchez, G., & Hall, D. (2009). Feromona sexual y atrayentes para el manejo de *Monochamus galloprovincialis* (Coleoptera: Cerambycidae), vector del nematodo de la madera del pino. 5º Congreso Forestal Español, septiembre 2009, Ávila, España.
- Pedigo, L. (1996). *Entomology and pest management*. Prentice-Hall Inc.
- Pérez, J. L. (2012). *Evaluación volumétrica de especies forestales maderables y su contribución al ambiente en el centro de producción e investigación Pabloyacu* [Tesis

- de pregrado, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/11458/197>
- Pinelo, G. I. (2004). *Manual de inventario forestal integrado para unidades de manejo. Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala*. Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF Centroamérica).
- Pinto, V. A. (2009). *Evaluación y valoración cuantitativa de la masa arbórea de una hectárea de bosque secundario, Fundo Pabloyacu* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/11458/127>
- Puerta, R. H. (2007). *Modelo Digital de Elevación del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1908>
- Puerta, R. H., & Cárdenas, P. J. (2012). El Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS). *Xilema*, 25, 18.21.
- Reynel, C., & Honorio, E. (2004). Diversidad y composición de la flora arbórea en un área de ladera de bosque montano: Pichita, valle de Chanchamayo 2000-2500 msnm. En D. Antón, & C. Reynel (Eds.), *Relictos de bosque de excepcional diversidad en los Andes centrales de Perú* (pp. 45-98). Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales / Universidad Nacional Agraria La Molina y APRODES (Asociación Peruana para la Promoción del Desarrollo Sostenible).
- Ruiz-Montiel, C., García-Coapio, G., Rojas, J. C., Malo, E. A., Cruz-López, L., del Real, I., & González-Hernández, H. (2008). Aggregation pheromone of *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Curculionidae). *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 127, 207-217.
- Sánchez-Martínez, G., Torres-Espinosa, L. M., Vázquez-Collazo, I., González-Gaona, E., & Narváez-Flores, R. (2007). *Monitoreo y manejo de insectos descortezadores de coníferas*. INIFAP, CIRNOC, Campo Experimental Pabellón.
- Schlyter, F., & Birgersson, G. A. (1999). Forest beetles. En J. Hardie, & A. K. Minks (Eds.), *Pheromones of Nonlepidopteran Insects Associated with Agricultural Plants* (pp. 113-148). CAB International.

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (2003). *Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales 2002*. SEMARNAT.
- Seibold, S., Brandl, R., Buse, J., Hothorn, T., Schmidl, J., Thorn, S., & Müller, J. (2015). Association of extinction risk of saproxylic beetles with ecological degradation of forests in Europe. *Conservation Biology*, 29(2), 382-390.  
<https://doi.org/10.1111/cobi.12427>
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre [SERFOR]. (2019). *Informe del inventario nacional forestal y de fauna silvestre del Perú*. SERFOR.
- Shani, A. (1998). Integrated pest management using pheromones. *Chemtech*, 28(3), 30-35.
- Szendrei, Z., Averill, A., Alborn, H., & Rodriguez-Saona, C. (2011). Identification and field evaluation of attractants for the cranberry weevil, *Anthonomus musculus* Say. *Journal of Chemical Ecology*, 37(4), 387-397.
- Tinsworth, E.F. (1990). Regulation of pheromones and other semiochemicals in the United States. En R. L. Ridgway, R. M. Silverstein, & M. N. Inscoe (Eds.), *Behavior-modifying chemicals for insect management: applications of pheromones and other attractants* (pp. 569-603). Marcel Dekker.
- Vera, H. (1986). *Evaluación de atrayentes vegetales y un sistema de trampa para la captura de adultos de "gualpa" (Rhynchophorus palmarum)*. *Insecto-plaga de palma africana y cocotero*. INIAP, EC.
- Viñuela, E., González, M., Vogt, H., & Jacas, J. (2002). Efectos secundarios de los plaguicidas en los enemigos naturales. Necesidad de su estudio para la autorización de productos en Producción Integrada y otros modernos sistemas productivos. Primera parte. *Phytoma España*, 133, 21-25.
- Walther, G. R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T., Fromentin, J. M., Hoegh-Guldberg, O., & Wairlein, F. (2002). Ecological responses to recent climate change. *Nature*, 416, 389-395.
- Wang Q. (2017). *Cerambycidae of the world. Biology and pest management*. CRC Press.
- Witzgall, P., Kirsch, P., & Cork, A. (2010). Sex pheromones and their Impact on pest

management. *Journal of Chemical Ecology*, 36, 80-100.  
<https://doi.org/10.1007/s10886-009-9737-y>

Zhang, L., Clarke, S. R., & Sun, J. (2009). Electrophysiological and behavioral responses of *Dendroctonus valens* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) to four bark beetle pheromones. *Chemical Ecology*, 38(2), 472-477.

## **ANEXOS**



**Anexo 1.** Índice de valor de importancia de las parcelas I y II.

**Tabla 13.** Índice de valor de importancia de la parcela I.

N°	Nombre científico	Nombre común	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	IVI
1	<i>Miconia barbeyana</i> Cogn.	Paliperro	30,66	7,69	45,22	83,58
2	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	Tornillo	22,17	7,69	20,25	50,12
3	<i>Guatteria hyposericea</i> Diels	Carahuasca	5,66	7,69	5,24	18,59
4	<i>Bellucia pentamera</i> Naudin	Manzanita tropical	5,66	7,69	2,57	15,92
5	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don.	Huamansamana	4,25	5,77	5,38	15,39
6	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Huira caspi	4,72	7,69	2,91	15,32
7	<i>Aniba perutilis</i> Hemsl.	Moena negra	3,77	5,77	3,63	13,17
8	<i>Dipterix alata</i> Vogel	Shihuahuaco	5,19	3,85	2,75	11,78
9	<i>Miconia pilgeriana</i>	Rifari	2,36	5,77	0,98	9,11
10	<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.	Aceite caspi	1,89	5,77	0,90	8,56
11	<i>Copaifera paupera</i> (Herzog) Dwyer	Copaiba	2,83	3,85	1,69	8,36
12	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	Casearia	1,42	5,77	0,48	7,66
13	<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C. Sm.	Ishpingo	2,36	3,85	1,19	7,40
14	<i>Guatteria hyposericea</i> Diels	Carahuasca	1,89	3,85	1,57	7,31
15	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Cetico	0,94	1,92	2,99	5,86
16	<i>Cecropia membranacea</i> Trécul	Cetico	0,94	3,85	0,81	5,60
17	<i>Tachigali cavipes</i> Spruce	Ucshaquiro	0,94	3,85	0,20	4,99
18	<i>Bursera bippinata</i>	Copal	0,94	1,92	0,36	3,22
19	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Shiringarana	0,47	1,92	0,60	3,00
20	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	Árbol de pan	0,47	1,92	0,20	2,60
21	<i>Calycophyllum megistocaulum</i> (K. Krause) C.M. Taylor	Capirona de altura	0,47	1,92	0,08	2,48
<b>Total</b>			<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

**Tabla 14.** Índice de valor de importancia de la parcela II.

N°	Nombre científico	Nombre común	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	IVI
1	<i>Miconia barbeyana</i> Cogn.	Paliperro	19,23	4,35	27,62	51,20
2	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	Tornillo	11,54	4,35	15,20	31,08
3	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	Casearia	10,49	5,80	6,27	22,55
4	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Huira caspi	6,99	5,80	6,21	19,00
5	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don.	Huamansamana	4,90	4,35	7,82	17,07
6	<i>Pourouma mollis</i> Trécul	Uvilla	5,59	4,35	5,67	15,61
7	<i>Miconia pilgeriana</i>	Rifari	5,24	5,80	3,40	14,44
8	<i>Aniba perutilis</i> Hemsl.	Moena negra	3,85	4,35	3,53	11,72
9	<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.	Aceite caspi	3,50	4,35	3,72	11,56
10	<i>Tachigali cavipes</i> Spruce	Ucshaquiro	3,15	5,80	2,14	11,09
11	<i>Guatteria hyposericea</i> Diels	Carahuasca	3,50	4,35	3,15	10,99
12	<i>Bellucia pentamera</i> Naudin	Manzanita tropical	2,80	4,35	1,46	8,60
13	<i>Himatanthus sukuuba</i> (Spruce ex Müll. Arg.) Woodson	Bellaco caspi	2,45	4,35	1,58	8,37
14	<i>Virola albidiflora</i> Ducke	Cumala	2,80	2,90	1,93	7,63
15	<i>Cecropia membranacea</i> Trécul	Cetico	1,75	2,90	1,52	6,17
16	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	Zancudo caspi	1,05	4,35	0,70	6,10
17	<i>Bursera bippinata</i>	Copal	1,40	2,90	1,71	6,01
18	<i>Ladenbergia magnifolia</i> (Ruiz & Pav.) Klotzsch	Sinchona	1,75	2,90	1,11	5,76
19	<i>Pourouma minor</i> Benoist	Sacha uvilla	2,10	1,45	1,24	4,79
20	<i>Inga ruiziana</i> G. Don	Shimbillo	0,70	2,90	0,26	3,86
21	<i>Virola peruviana</i> (A. DC.) Warb.	Cumala blanca	1,05	1,45	1,05	3,55

22	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	Uvilla	0,70	1,45	0,39	2,54
23	<i>Rollinia pittieri</i> Saff.	Anonilla	0,35	1,45	0,57	2,37
24	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	Shiringa	0,35	1,45	0,26	2,05
25	<i>Inga longipes</i> Benth.	Rascalpacea	0,35	1,45	0,26	2,05
26	<i>Casearia ulmifolia</i> Vahl ex Vent.	Casearia	0,35	1,45	0,25	2,05
27	<i>Pseudolmedia laevis</i>	Chimicua	0,35	1,45	0,25	2,05
28	<i>Calycophyllum megistocaulum</i> (K. Krause) C.M. Taylor	Capirona de altura	0,35	1,45	0,23	2,03
29	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Shiringarana	0,35	1,45	0,18	1,98
30	<i>Terminalia oblonga</i> Exell	Yacushapana	0,35	1,45	0,13	1,93
31	<i>Palicourea guianensis</i> C.M. Taylor	Palicourea	0,35	1,45	0,11	1,91
32	<i>Myrsine latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Spreng	Lápiz rojo	0,35	1,45	0,10	1,90
<b>Total</b>			<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

**Anexo 2.** Cantidad de insectos colectada por tipo de feromona, distancia y mes de estudio.

**Tabla 15.** Cantidad de insectos colectada por tipo de feromona y distancia, correspondiente al mes de junio.

Feromona	Distancia (m)	Tratamiento	N° de insectos colectados		
			Repetición 1 (R1)	Repetición 2 (R2)	Repetición 3 (R3)
RRSS 2,3-hexanediol cont ChemTica	20	T <sub>1</sub>	0	0	0
2-hydroxy-3-octanone H ChemTica	20	T <sub>2</sub>	0	0	0
Acetato de Fuscomol	20	T <sub>3</sub>	1	0	1
Control	20	T <sub>4</sub>	0	0	0
RRSS 2,3-hexanediol cont ChemTica	30	T <sub>5</sub>	0	0	0
2-hydroxy-3-octanone H ChemTica	30	T <sub>6</sub>	1	0	1
Acetato de Fuscomol	30	T <sub>7</sub>	0	1	0
Control	30	T <sub>8</sub>	0	0	0

**Tabla 16.** Cantidad de insectos colectada por tipo de feromona y distancia, correspondiente al mes de julio.

Feromona	Distancia (m)	Tratamiento	N° de insectos colectados		
			Repetición 1 (R1)	Repetición 2 (R2)	Repetición 3 (R3)
RRSS 2,3-hexanediol cont ChemTica	20	T <sub>1</sub>	0	0	0
2-hydroxy-3-octanone H ChemTica	20	T <sub>2</sub>	0	1	1
Acetato de Fuscomol	20	T <sub>3</sub>	0	0	0
Control	20	T <sub>4</sub>	0	0	0
RRSS 2,3-hexanediol cont ChemTica	30	T <sub>5</sub>	1	0	0
2-hydroxy-3-octanone H ChemTica	30	T <sub>6</sub>	0	0	0
Acetato de Fuscomol	30	T <sub>7</sub>	1	0	1
Control	30	T <sub>8</sub>	0	0	0

**Tabla 17.** Cantidad de insectos colectada por tipo de feromona y distancia, correspondiente al mes de agosto.

Feromona	Distancia (m)	Tratamiento	N° de insectos colectados		
			Repetición 1 (R <sub>1</sub> )	Repetición 2 (R <sub>2</sub> )	Repetición 3 (R <sub>3</sub> )
RRSS 2,3-hexanediol cont ChemTica	20	T <sub>1</sub>	1	0	0
2-hydroxy-3-octanone H ChemTica	20	T <sub>2</sub>	0	0	0
Acetato de Fuscomol	20	T <sub>3</sub>	2	2	0
Control	20	T <sub>4</sub>	0	0	0
RRSS 2,3-hexanediol cont ChemTica	30	T <sub>5</sub>	0	0	1
2-hydroxy-3-octanone H ChemTica	30	T <sub>6</sub>	0	1	1
Acetato de Fuscomol	30	T <sub>7</sub>	1	2	3
Control	30	T <sub>8</sub>	0	0	1

**Tabla 18.** Cantidad de insectos colectada por tipo de feromona y distancia, correspondiente al mes de setiembre.

Feromona	Distancia (m)	Tratamiento	N° de insectos colectados		
			Repetición 1 (R <sub>1</sub> )	Repetición 2 (R <sub>2</sub> )	Repetición 3 (R <sub>3</sub> )
RRSS 2,3-hexanediol cont ChemTica	20	T <sub>1</sub>	0	0	4
2-hydroxy-3-octanone H ChemTica	20	T <sub>2</sub>	0	0	0
Acetato de Fuscomol	20	T <sub>3</sub>	3	5	2
Control	20	T <sub>4</sub>	0	1	5
RRSS 2,3-hexanediol cont ChemTica	30	T <sub>5</sub>	0	0	1
2-hydroxy-3-octanone H ChemTica	30	T <sub>6</sub>	0	0	0
Acetato de Fuscomol	30	T <sub>7</sub>	3	4	3
Control	30	T <sub>8</sub>	0	1	0



**Anexo 3.** Panel fotográfico del desarrollo de la investigación.



**Figura 2.** Armado de las trampas tipo panel para captura de insectos.



**Figura 3.** Letrerización de la tesis en el área de investigación.



**Figura 4.** Instalación de las trampas tipo panel en área de estudio.



**Figura 5.** Colocación de las feromonas de agregación en las trampas tipo panel.



**Figura 6.** Visita de asesores y jurados de la tesis, a las parcelas de evaluación.



**Figura 7.** Limpieza de trampas tipo panel, para retirar hojas caídas de los árboles.



**Figura 8.** Colecta de insectos capturados mediante trampas tipo panel y feromonas de agregación.



**Figura 9.** Insectos de la familia Cerambycidae capturados mediante trampas tipo panel (A).



**Figura 10.** Insectos de la familia Cerambycidae capturados mediante trampas tipo panel (B).



**Figura 11.** Insecto de la familia Cerambycidae capturado mediante trampas tipo panel, en el tratamiento 3, repetición 3.



**Figura 12.** Recolección de ceramébidos mediante una pinza, a efectos de no dañar la muestra.



**Figura 13.** Cambio de agua luego de recolección de insectos de la familia Cerambycidae.



**Figura 14.** Montaje de insectos de la familia Cerambycidae recolectados.

Anexo 4. Mapas de dispersión de especies.

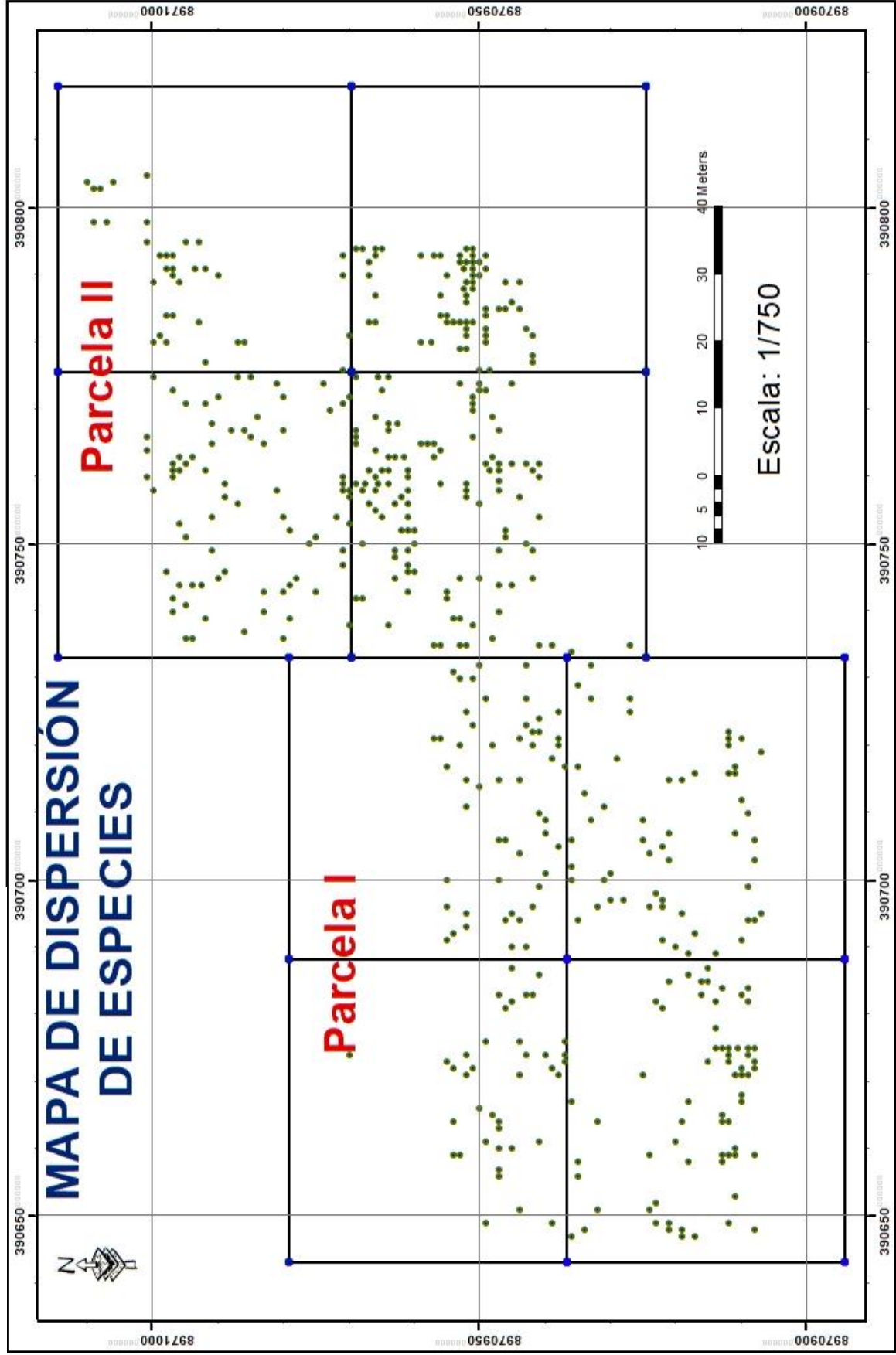


Figura 15. Mapa de dispersión de especies de las parcelas I y II.

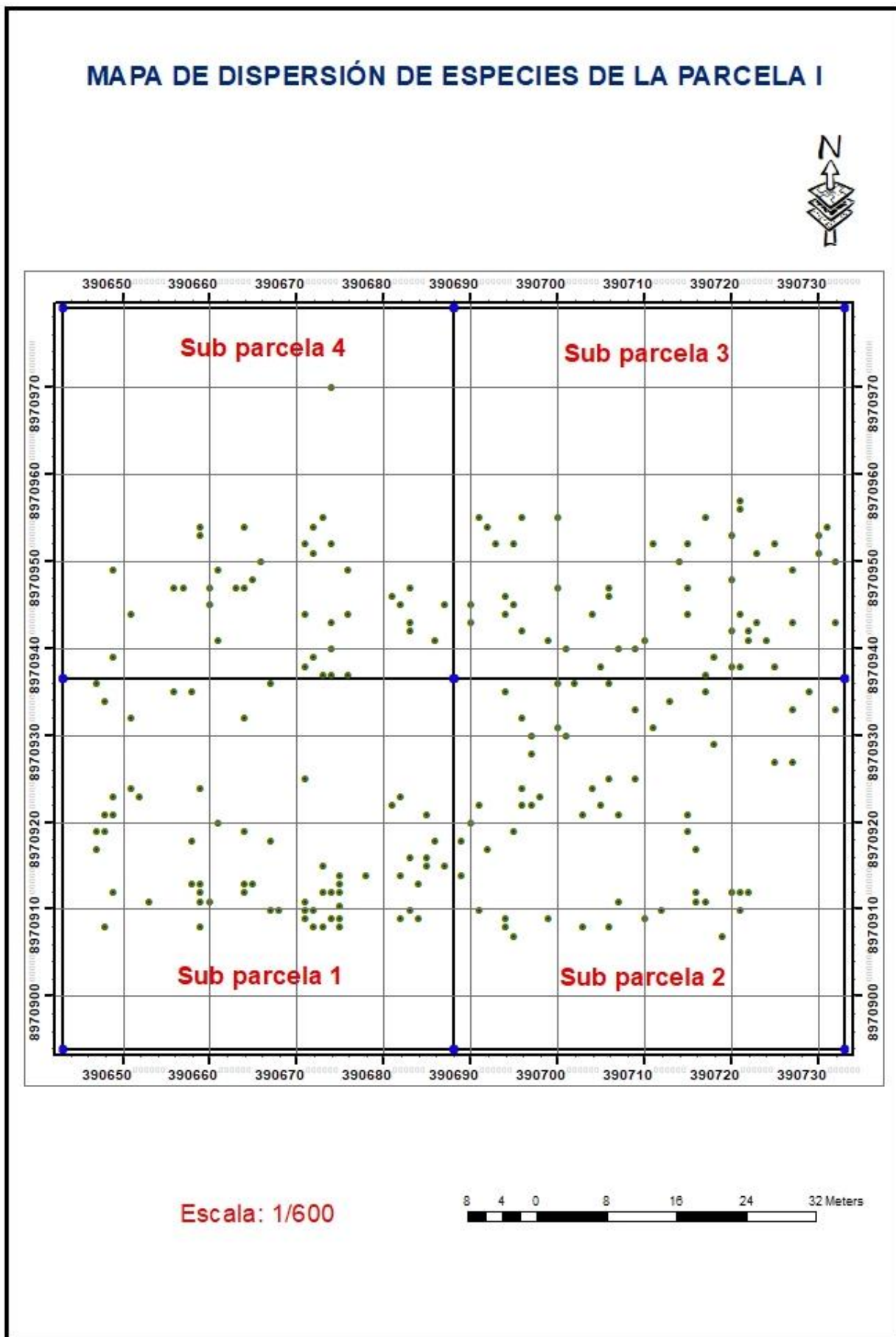


Figura 16. Mapa de dispersión de especies de la parcela I.

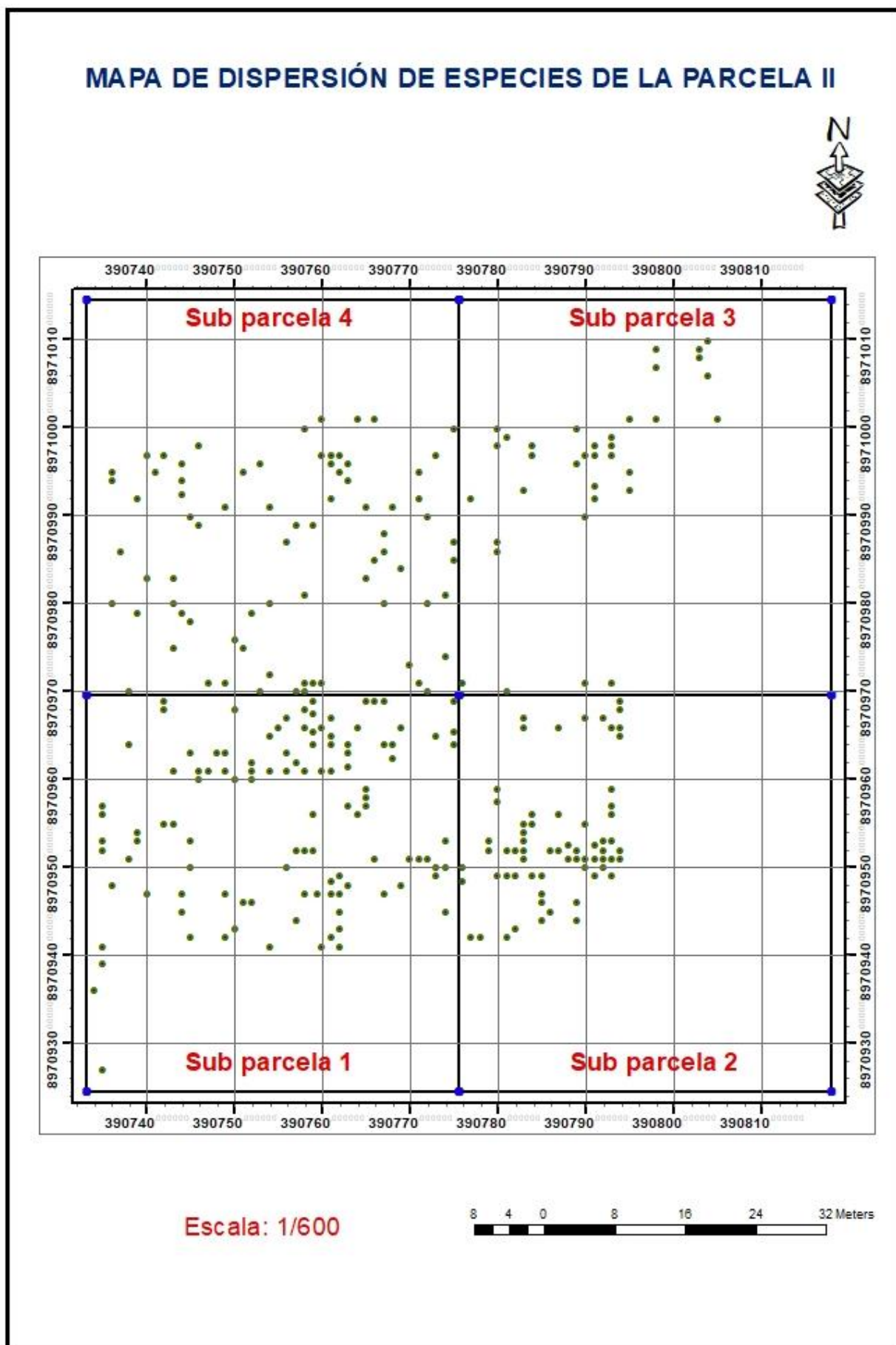


Figura 17. Mapa de dispersión de especies de la parcela II.