

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

DETERMINACION, BIOLOGIA Y DAÑO DEL GUSANO BARRENADOR (Lepidóptera:
Hepialidae) DEL ALISO (*Alnus jorullensis* HBK) EN LA PARTE ALTA DE LA CUENCA
DEL RIO CHIXOY.

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD
DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE

GUATEMALA

POR

EDGAR FERNANDO GRANADOS MERIBA

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO EN

RECURSOS NATURALES RENOVABLES

EN EL GRADO ACADEMICO

DE LICENCIADO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1999.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

**Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA
RECTOR**

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Walter Estuardo García Tello
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. William Roberto Escobar López
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. Alejandro Arnoldo Hernández Figueroa
VOCAL CUARTO:	Prof. Jacobo Bolvito Ramos
VOCAL QUINTO:	Br. José Domingo Mendoza Cipriano
SECRETARIO:	Ing. Agr. Edil René Rodríguez Quezada.

Guatemala, Noviembre de 1999.

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables representantes:

En cumplimiento con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

**DETERMINACION, BIOLOGIA Y DAÑO DEL GUSANO BARRENADOR
(Lepidóptera: Hepialidae) DEL ALISO (Alnus jorullensis HBK.) EN LA PARTE ALTA
DE LA CUENCA DEL RIO CHIXOY.**

Presentado como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables en el grado académico de Licenciado.

En espera de su aprobación, presento mi agradecimiento y respeto.

Atentamente,



Edgar Fernando Granados Mérida.

ACTO QUE DEDICO

A:

- DIOS: Por concederme recorrer hasta donde su voluntad lo permita.
- MIS PADRES: Edwar Otoniel Granados Rodríguez
Reyna Lilian Mérida de Granados
Por su incondicional amor y ejemplo de perseverancia.
- MI NOVIA: Dorian F. Reyes Reyes, porque en todo momento sentí el respaldo de su cariño y ternura.
- MIS HERMANOS: Rony y Sofía Granados.
Sandy Karina.
- MI SOBRINO: Rony Granados Mérida.
- MIS ABUELOS:
- MIS TIOS: Principalmente al P.Agr. Víctor Mérida, por su preciada colaboración.
- MIS AMIGOS: Gerardo Schaart, Edwin Vaides, Nery Pinto, Carlos Montoya (Q.E.P.D), Oscar Medinilla, Juan Carlos Rosito, Miguel Martínez, Mario Vargas, Rodolfo Alquejay, Sergio Paiz, Hector Nufio.
- GUATEMALA:
- RECURSOS NATURALES
RENOVABLES Que son la base de subsistencia y mayor riqueza de nuestra población campesina.

TESIS QUE DEDICO

A:

GUATEMALA.

ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA, en especial a la carrera forestal.

FACULTAD DE AGRONOMIA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

A LA CARRERA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES.

AGRADECIMIENTO

A:

Ing. Agr. Edwar Otoniel Granados Rodríguez, por reflejar y dar el mejor ejemplo de esfuerzo y dedicación.

La Unidad Ejecutora del Proyecto manejo y conservación de los recursos naturales renovables de la parte alta de la cuenca del río Chixoy (**UNEPROCH**), por permitirme en su seno desarrollar el presente trabajo de investigación.

MIS ASESORES.

Ing. Agr. Adalberto Rodríguez García

Ing. Agr. Msc. Alvaro Hernández

Por su valiosa y permanente colaboración en la orientación y asesoría profesional, para el desarrollo de la presente investigación.

DEPARTAMENTO DE PLANIFICACION DE LA UNEPROCH.

Por el apoyo logístico y moral brindado durante todo el tiempo de convivencia, principalmente a: Ing. Agr. Ernesto Yac, Ing. Agr. Ismael García, Ing. Agr. Francisco Meza, Lic. Rosario Pereira, Lic. Roberto Sandoval, Ing. Agr. Joaquín Castro, Sr. Luis Barrios, Sr. Jhonny Pineda y Msc. Nicolas Granados.

DIRECCION TECNICA DE LA UNEPROCH.

Por el apoyo técnico, principalmente al Ing. Agr. PhD. Víctor Mayorga.

MIS COMPAÑEROS DE GRUPO DE CURSOS ESPECIALIZADOS.

Maucelio Mérida, Edwin Hernández, Luis Fernando Mendoza, Walter Mus, Carlos Navarro y Miguel Castillo, por sus muestras de amistad.

A todos los agricultores que de una u otra, manera intervinieron en la recolección de información de campo, mis mas sinceros agradecimientos, principalmente al señor Mario Ramos de la Aldea Cantzela, Aguacatán Huehuetenango.

CONTENIDO

	TITULO	PAGINA
	RESUMEN	vi
1.	INTRODUCCION	1
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3.	REVISION DE LITERATURA	3
3.1.	Marco Conceptual	3
3.1.1.	Información sobre las especies del género <i>Alnus</i> sp. Reportadas para Guatemala	3
3.1.1.1.	Consideraciones generales sobre el género <i>Alnus</i>	3
3.1.1.2.	Clasificación taxonómica	4
3.1.1.3.	Descripción botánica.	4
3.1.1.4.	Distribución y usos del género <i>Alnus</i> en América Latina	6
3.1.1.5.	Usos del aliso en el departamento de Huehuetenango	7
3.1.2.	Aspectos generales sobre barrenadores de especies forestales	8
3.1.2.1.	Barrenadores del orden Lepidóptera.	8
3.1.2.2.	Características generales de barrenadores del orden Lepidóptera	9
3.2.	Marco referencial	12
3.2.1.	Descripción general del área de estudio	12
3.2.1.1.	Ubicación geográfica	12
3.2.1.2.	División política	12
3.2.1.3.	Orografía	13
3.2.1.4.	Fisiografía	13
3.2.1.5.	Suelos	13
3.2.1.6.	Zona de vida	13
4.	OBJETIVOS	16
4.1.	General	16
4.2.	Específicos	16
5	METODOLOGIA	17
5.1.	Etapas de Gabinete	17
5.1.1.	Utilización de Material Cartográfico y Fotográfico	17
5.1.2.	Ubicación de zonas de muestreo y localidades de estudio	17
5.1.3.	Muestreo	18
5.1.4.	Marco muestral	18
5.1.5.	Determinación del tamaño de muestra	18
5.1.6.	Tamaño de muestra para los estratos	19
5.2.	Etapas de campo	21
5.2.1.	Variables a tomar en cuenta en las unidades de muestreo	21
5.2.1.1.	Características de los hábitos presentados por la larva en el hospedero	21

5.2.1.2.	Ubicación geográfica de las poblaciones de insectos	22
5.2.1.3.	Obtención de las larvas del gusano barrenador	22
5.2.1.4.	Obtención del adulto	23
5.2.1.5.	Características del hospedero	23
5.2.1.6.	Características ambientales a tomar dentro de cada muestra	24
5.3.	Etapa de laboratorio	24
5.3.1.	Determinación de la especie de <i>Alnus</i> infestada	24
5.3.2.	Determinación del insecto	24
5.4.	Análisis de la información obtenida	25
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
6.1.	Determinación del insecto	26
6.2.	Distribución de la especie de <u><i>Phassus triangularis</i></u>	26
6.3.	Determinación del hospedero	26
6.4.	Descripción del daño ocasionado al árbol de <u><i>Alnus jorullensis</i></u> HBK	27
6.4.1.	Características del túnel elaborado por <u><i>Phassus triangularis</i></u>	27
6.4.2.	Anillamiento del fuste de <u><i>Alnus jorullensis</i></u> HBK	33
6.4.3.	Descripción de signos presentados por el ataque de <u><i>Phassus triangularis</i></u> , al árbol de <u><i>Alnus jorullensis</i></u> HBK	35
6.5.	Descripción de características morfológicas y biológicas de <u><i>Phassus triangularis</i></u>	37
6.5.1.	Estado de huevo	37
6.5.2.	Estado de larva	38
6.5.3.	Estado de pupa	38
6.5.4.	Emergencia del adulto	39
6.5.4.1.	Características del adulto	44
6.5.5.	Oviposición	44
6.6.	Características ambientales presentadas en el área de estudio	45
7.	CONCLUSIONES	47
8.	RECOMENDACIONES	49
9.	BIBLIOGRAFIA	50
10.	APENDICE	52

INDICE DE FIGURAS

No.	DESCRIPCION	Página
1.	Corte longitudinal de <u>A. jorullensis</u> HBK. mostrando la forma del túnel, la exuvia pupal post-emergencia, del adulto	27
2.	Larva de <u>Phassus triangularis</u> , mostrando la larva en el túnel y la penetración hasta el centro del árbol.	28
3.	Distribución del daño ocasionado por <u>Phassus triangularis</u> según la altura del árbol.	29
4.	Relación entre la frecuencia de daño, por diámetro de <u>Alnus jorullensis</u> HBK.	30
5.	Relación entre la frecuencia de ataque de <u>P. triangularis</u> , con respecto al diámetro de la rama.	32
6.	Fuste de <u>Alnus jorullensis</u> HBK, mostrando el descortezamiento y anillamiento alrededor del fuste.	34
7.	Vestíbulo de <u>P. triangularis</u> enseñando la entrada al túnel y el descortezamiento	36
8.	Daño ocasionado por <u>P. triangularis</u> en <u>A. jorullensis</u> HBK. presentado vestíbulos viejos y nuevos	37
9.	Trampas colocadas en fuste de <u>A. jorullensis</u> HBK.	39
10.	Frecuencia de la emergencia de los adultos de <u>P. triangularis</u> durante el año 1998 en los tres estratos muestreados	41
11.	Frecuencia de la emergencia de los adultos de <u>P. triangularis</u> durante el año de 1999 dentro de los estratos muestreados	43
12.	Porcentaje de infestación presentado en cada estrato muestreado de <u>A. jorullensis</u> HBK. Ciclo 98 – 99	45

INDICE DE CUADROS

No.	DESCRIPCION	Página
1.	Usos más comunes del género <u>Alnus</u> , en América Latina	6
2.	Usos de las especies del género <u>Alnus</u> por los pobladores del departamento de Quetzaltenango	8
3.	Coordenadas geográficas dentro de las cuales se realizó el estudio, en la parte alta de la cuenca del río Chixoy	12
4.	Listado de especies indicadoras del bh-MBS en la parte alta de la cuenca del río Chixoy	14
5.	Listado de especies que constituyan el piso inferior en la parte alta de la cuenca del río Chixoy	14
6.	Pastos que conforman el piso inferior del bosque	14
7.	Listado de especies indicadoras del bmh-MBS	15
8.	Departamentos con sus respectivos municipios muestreados durante la realización de la investigación.	18
9.	Definición de los componentes de cada estrato	18
10.	Comunidades muestreadas por municipio, ubicación, extensión de muestreo, tamaño de muestra	20
11.	Patrón de dispersión de <u>Phassus triangularis</u> por cada estrato muestreado.	26
12.	Relación del número de vestíbulos de <u>P. triangularis</u> , por estratos con respecto al diámetro del árbol y dimensiones del túnel.	30

13.	Relación entre la cantidad de túneles elaborados por <u>P. triangularis</u>, con respecto al diámetro del tramo del fuste y altura del tramo de fuste.	31
14.	Relación entre la frecuencia del vestíbulo de <u>P. triangularis</u> con respecto al diámetro de la rama y dimensiones del túnel.	32
15.	Incidencia de anillamiento en los fustes de <u>A. jorullensis</u> HBK. elaborados por <u>P. triangularis</u>.	33
16.	Dimensiones horizontales y verticales del vestíbulo tomado de los fustes de <u>A. jorullensis</u> HBK. De los diferentes estratos	35
17.	Fecha de colocación de trampas, en el año de 1998 y captura de los insectos adultos de <u>P. triangularis</u>	40
18.	Fecha de colocación de trampas, en el año de 1999 y captura de los insecto adultos de <u>P. triangularis</u>	42
19.	Dimensiones corporales de la especie de <u>P. triangularis</u>, por sexo y estrato de muestreo	44
20.	Características ambientales promedio, tomadas en cada estrato	45



**DETERMINACION, BIOLOGIA Y DAÑO DEL GUSANO BARRENADOR
(Lepidóptera: Hepialidae) DEL ALISO (Alnus jorullensis HBK.) EN LA PARTE
ALTA DE LA CUENCA DEL RIO CHIXOY**

**DETERMINATION, BIOLOGY AND DAMAGE OF THE DRILLER WORM
(Lepidóptera: Hepialidae) OF THE ALISO (Alnus jorullensis HBK.) ON THE
UPPER AREA OF CHIXOY RIVER BASIN**

RESUMEN

Los rodales de Aliso existentes en la parte alta de la cuenca del río Chixoy, presentan en su gran mayoría infestación de gusano barrenador, el cual daña las trozas útiles del árbol, que son las que se encuentran a alturas de 5 metros para abajo.

El estudio está basado principalmente en la determinación del gusano barrenador, la biología del insecto al nivel de campo y el daño causado por el insecto al árbol de Aliso.

Además se determinó cual de las especies de Aliso existentes en el área de estudio es la que presenta mayor infestación.

Para dicho fin el área a muestrear se dividió en tres estratos, ya que en el área se presentan tres diferentes características ambientales principalmente se menciona la temperatura, precipitación y altitud, las cuales nos permitieron estratificar adecuadamente, y de esa manera se facilitó el análisis de la información recolectada.

Los objetivos principales del estudio fueron, la determinación de la especie del gusano barrenador y descripción preliminar del ciclo de vida del insecto, establecer la especie de *Alnus* infestada, la distribución espacial del insecto en el área de estudio, ubicación del gusano barrenador en el árbol, el daño causado por éste al árbol, describir las características de altura, precipitación y temperatura de cada estrato de estudio.

En cada uno de los estratos se tomaron muestras vegetativas de la planta y de larvas de la plaga, las cuales sirvieron para su identificación posterior, también se tomaron características del daño causado por el insecto y signos presentados en la planta.

Se realizó un monitoreo frecuente a larvas, para determinar el insecto, sus estadios y su ruación, también se elaboró y colocó trampas de tela, sobre cada túnel elaborado por la larva,

Se estudió el período de oviposición del insecto, cuantificando la cantidad de huevos liberados por la hembra aproximadamente durante 1 – 3 días después de la emergencia.

La investigación permitió establecer que el gusano barrenador pertenece al Orden Lepidoptera, de la Familia Hepialidae, del género *Phassus* y a la especie *Phassus triangularis*, y que ataca a la especie de Aliso de (*Alnus jorullensis* HBK), ya que en el área de estudio fue la única encontrada.

Se determinó que *P. triangularis*, se encuentra distribuido en la totalidad del área en una distribución uniforme, cuya relación media/varianza es mayor de 2.16. Se determinó que las larvas del gusano barrenador se encuentran principalmente distribuidas en mayor porcentaje a alturas del árbol menores a cinco metros, y a diámetros de fuste de 50 a 55 cm. pudiendo encontrar hasta un número total de 6 larvas en diferentes estadios. En ramas de dimensiones mayores (13 – 16 cm.) se pueden encontrar hasta 3 larvas en diferentes estadios.

El daño ocasionado por la larva de *P. triangularis*, se caracteriza por la construcción de túneles a la largo del fuste, siguiendo un patrón geotrópico, el cual llega a medir 1.8 cm de diámetro y 27 cm. de longitud.

Los signos presentados de la presencia de la larva, es principalmente la elaboración de una cubierta compuesta de astillas, excretas y seda, que protege la entrada del túnel y que noche a noche es reparada por la larva.

El ciclo de vida de *P. triangularis*, es de aproximadamente dos años, el cual tiene una metamorfosis completa con características holometábola, eudopterygota.

La emergencia del adulto se da a principios del mes de mayo hasta la última semana de junio, y ovipositan las hembras de 1 – 3 días después de la emergencia.

Es recomendable, realizar un estudio similar en otras regiones que tengan bosque de *Alnus* spp. para verificar la presencia de *P. triangularis*, y cuantificar el daño económico que ocasiona la presencia de éste insecto en rodales de *Alnus*.

1. INTRODUCCION

Es bien conocida la importancia que en los últimos años se le ha dado a los recursos naturales renovables, principalmente lo que se refiere al recurso bosque, por la producción de madera, leña, y así mismo otros valores intangibles que proporciona el mismo.

El avance de la frontera agrícola y el aprovechamiento irracional del bosque, da la pauta, sobre las medidas de manejo que deben tomarse, para lograr un mayor desarrollo en todos los aspectos de la investigación forestal para fortalecer la producción del bosque.

Esta situación reviste mayor importancia, si consideramos que aproximadamente el 72% del área de nuestro país (78,400 Km²) es de vocación forestal, tanto por sus características topográficas como edáficas.

La mayoría de las masas boscosas principalmente del altiplano, se ven seriamente afectadas por el aprovechamiento insostenible del recurso, además del bajo conocimiento de técnicas silvícolas para su manejo, lo que ocasiona en cierta medida una erosión del valor genético de las especies forestales de nuestro país.

Reviste vital importancia la escasa investigación efectuada en el ámbito de entomología forestal, propiciando así, que la proliferación de algunas plagas forestales, al igual que las plagas agrícolas, ocasionen daños económicos, a los recursos forestales o plantaciones forestales.

En plantaciones forestales y bosques naturales, se presenta infestación de plagas tanto en hojas, frutos y estructuras leñosas, pero el mayor daño existe a nivel de fuste, por lo tanto su control requiere de un proceso de investigación sistemático.

En el presente estudio, se da el primer escalón para la investigación del gusano barrenador del aliso (Alnus spp.), que fundamentalmente daña la madera del árbol.

El estudio describe el daño que ocasiona en el fuste del árbol, el gusano barrenador del Aliso y la forma de identificar su infestación, hace inferencia sobre el ciclo de vida del insecto describiendo cada uno de sus estados, teniendo como ámbito geográfico la parte alta de la cuenca del río Chixoy, involucrando los municipios de Aguacatán y Malacatancito en el departamento de Huehuetenango, los municipios de San Carlos Sija en el departamento de Quetzaltenango, y los municipios de Momostenango y San Bartolo Aguas Calientes en el departamento de Totonicapán.

La detección, caracterización e identificación de éste insecto proporcionará el punto de partida para posteriores investigaciones forestales, que determinen si el espécimen sea considerado como una potencial plaga forestal. Además de la información generada en la presente investigación, sobre la especie de gusano barrenador, se identificaron las características ambientales en las que se da la presencia del insecto aportando información en el campo de la entomología y protección forestal.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La parte alta de la cuenca del río Chixoy, por sus condiciones naturales (relieve, clima y tipo de suelo) posee un alto potencial forestal y agroforestal.

Las especies latifoliadas del área entre ellas el Aliso, (Alnus spp.) posee diversos usos, entre los principales se pueden mencionar: Producción de madera para ebanistería y construcción. El aliso es el componente principal de los sistemas agroforestales y protector de fuentes de agua, se ha degradado a tal punto que los remanentes de los rodales de éste género en su mayoría no presentan características fenotípicas ideales, como para su utilización en la producción de productos y subproductos, mucho menos semilla, para su consecuente recuperación o repoblación.

El deterioro de los rodales o bosques de Aliso, es efecto de la mala utilización del recurso a través de los años y la presencia de un insecto barrenador de la madera, que provoca aún mas el deterioro de la planta.

Cabe mencionar que en general, la investigación con respecto a plagas forestales en Guatemala es casi nula, como también el adecuado manejo del bosque con presencia de cualquier tipo de infestación.

El gusano barrenador del aliso se ha observado que está presente en el área acción de estudio, hospedando los árboles de aliso causando algunas veces hasta la muerte del individuo.

El gusano barrenador se sitúa dentro del fuste del aliso, provocando el barrenado de la madera, formando dentro del árbol un canal, fácilmente visible de la parte superficial del tronco, el cual expone un agujero más o menos circular recubierto por restos de excretas y residuos de madera.

Hasta el momento en el país no se tiene ningún tipo de información sobre el barrenador del aliso, en cuanto a su distribución geográfica, el daño ocasionado a las plantas hospederas, su nombre científico, el ciclo de vida que presenta el insecto y el estado en el cual presenta el mayor daño.

3. REVISION DE LITERATURA:

3.1 Marco conceptual:

3.1.1. Información sobre las especies del Género de *Alnus* spp. reportadas para Guatemala.

3.1.1.1 Consideraciones generales sobre el genero *Alnus*.

Según Standley y Steyemark, (18). Son plantas heliofitas, pioneras, no aceptan la competencia muy fuerte, no posee exigencias severas en cuanto a requerimientos de suelo, aunque prevalecen en suelos húmedos, no tienen exigencias en cuanto a drenaje del suelo, ya que se les puede localizar inclusive en áreas pantanosas, aunque repercute ésta característica en un mal desarrollo de la planta, también es frecuente encontrarla en áreas marginales de derrumbe o erosionadas (18).

Fisonómicamente dentro de los bosques naturales presentan codominancia, siendo además de una fácil regeneración y desarrollo, posee la característica de ser fijadores de nitrógeno, y con la cualidad de formar fácilmente parte de asocio agrosilvopastoriles.

Aunque la planta es bastante resistente a plagas y enfermedades es posible encontrarse en bosques naturales y plantaciones donde estos barrenadores y defoliadores causan daño en diferentes grados. (18).

La reproducción de plantas de Aliso en vivero es bastante limitada, debido a que la viabilidad de la semilla pierde rápidamente su poder germinativo, después de la colecta. Esto es comprobado por porcentajes de germinación del 7 al 16%. (18).

3.1.1.2. Clasificación taxonómica:

De acuerdo a la clasificación planteada por Cronquist (8), la taxonomía de las especies de *Alnus* es la siguiente:

Reino	Plantas
Sub Reino	Embryobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Hamamelidas
Orden	Fagales
Familia	Betulaceae
Género	<i>Alnus</i>
Especies	<u><i>Alnus arguta</i></u> (Schlecht) <u><i>Alnus ferruginea</i></u> HBK.. <u><i>Alnus firmifolia</i></u> Fernald.. <u><i>Alnus jorullensis</i></u> HBK.

3.1.1.3. Descripción botánica.

A. *Alnus arguta* (Schlecht) Spach (1,841)

Nombres comunes: Aliso, Ilamo, lemop (Quiché)

Kantzé (Huehuetenango, Mam)

De acuerdo con Standley y Steyemark , (18) es un árbol de hasta 30 metros de altura, pero comúnmente tiene la mitad de ésta altura; de corteza tenue, lisa; las ramas glabras o casi glabras. Hojas pecioladas de oblongo-ovaladas a ovaladas, de 3 a 9 cm. de ancho, ápice agudo o acuminado, base obtusa o redondeada, doblemente aserrada, a menudo poco lobuladas, glabras o casi glabras en el haz, usualmente pilosas o vellosas a lo largo de las nervaduras, cuando viejas usualmente glabras, pálidas a rojizas. Las flores estaminadas en amentos de 4 a 10 cm. de largo; pistiladas con amentos erectos estrobiliformes sésiles o pedunculados, la mayor parte de las veces de 2 a 3 cm. de largo, algunas veces mas cortos. La distribución de la especie según los mismos autores se da entre los 1350 a 3000 metros sobre el nivel del mar y en Guatemala se encuentra en los departamentos de Alta Verapaz, el Progreso,

Guatemala, Sacatepequez, Chimaltenango, Sololá, Totonicapán, Huehuetenango, Quiché, Quetzaltenango y San Marcos.

B. Alnus ferrugines NBK (1,817)

Nombres comunes: Aliso, Haman (Cobán Quekchí)

Según Standley y Steyermark, (18) es un árbol de tamaño pequeño a mediano, hojas pecioladas, elípticas o anchamente obtusas o redondeadas en la base, doblemente aserradas, haz verde, glabro o pubescente; amentos estaminados de 5 a 15 cm, de longitud, con pedúnculos cortos y subsésiles, de 1.5 a 3 cm. de longitud, algunas veces, ligeramente más grande, de 10 a 14 mm de ancho.

La distribución de esta especie, es establecida por los mismos autores en altitudes de 1,250 a 2,400 metros sobre el nivel del mar, encontrándose en los departamentos de Alta Verapaz, Guatemala, Chimaltenango, Quiché, Huehuetenango, Quetzaltenango y San Marcos.

C. Alnus firmifolia Fernald (1,907).

Nombres comunes: Aliso, Alis, L'múmp, Ilamo, Analmat, Kantzé.

Según Standley y Steyermark (18) describen a ésta especie como un árbol o arbusto, hasta de 18 metros de altura, tronco de casi 1 metro de diámetro, corteza gruesa, gris plateado y lisa; consta de ramillas glabras o frecuentemente gruesas o subcoriáceas, forma variable, elíptica-oblonga a elíptica u ovalada, de 5 a 10 cm. de longitud, sus ápices generalmente de obtusos a redondeados, pero algunas hojas con ápices agudos o raramente acuminados, de base obtusa o aguda. El haz glabro y lustroso, envés casi siempre pálido, raramente café oscuro, las nervaduras laterales muy prominentes y conspicuas, ovalado-cilíndricos, generalmente de 10 a 17 mm. de longitud, alrededor de 8 mm. de ancho. La distribución geográfica de la especie plantean, los mismo autores, que se ubica en los departamentos de Guatemala, Sacatepéquez, Huehuetenango, Totonicapán, Quetzaltenango y San Marcos. En altitudes que oscilan entre 2500 a 3600 metros sobre el nivel del mar, indicando que raramente se encuentra debajo de 1900 metros sobre el nivel del mar.

D. Alnus jorullensis HBK

Nombres comunes: Aliso, Kantzé (Huehuetenango, Mam).

Las características descritas por Standley y Steyermark (18) para esta especie es que es un árbol pequeño o algunas veces grande, de corteza lisa, delgada color café; ramas usualmente glabras; hojas

oblongas u ovaladas u oblongo-ovaladas principalmente, de 7 a 12 cm. de longitud, agudas o acuminadas, algunas veces obtusas, base aguda o redondeada, aserrada irregular, verde y glabra en el haz, generalmente lustrosas, envés pálido, más o menos piloso al inicio, pero al envejecer es glabra, dotada de glándulas de cera en el envés, generalmente conspicuas y frecuentemente muy densas; amentos estaminados de 3 a 6 cm. de longitud; femeninos, sésiles, generalmente alrededor de 12 mm. de longitud, algunas veces ligeramente más grandes. Esta especie es reportada a una altura que va de 1800 a 3700 metros sobre el nivel del mar y especialmente en los departamentos de Sacatepéquez, Chimaltenango, Sololá, Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango.

3.1.1.4. Distribución y usos del género *Alnus* en América Latina.

En cuanto a su distribución natural el Género *Alnus* se distribuye ampliamente en América Latina desde México hasta Chile y Argentina, aunque en la región norte el comportamiento del bosque es de vega, y en la región sur forma un límite superior de bosque.

La madera del *Alnus* se describe como suave, liviana, sin diferencia entre albura y durámen; lustre de mediano a bajo; textura muy fina; grano bastante recto; buena trabajabilidad; fácil de tallar, sin problemas de torceduras o rajaduras; puede ser tratada sin dificultad; liviana pero firme, de fácil secado al aire.

Cuadro 1. Usos más comunes del género *Alnus*, en América Latina.

LA MADERA
La madera en general es de fibra recta y textura fina se utiliza para construcciones livianas, construcción de muebles, gabinetes, palos de escoba, puertas, formaletas, cajas, palillos, madera contrachapada, postes, cercas, madera para artesanías, pulpa, leña, carbón, mangos de herramienta.
EL ARBOL
El <i>Alnus</i> es utilizado para la protección de cuencas hidrográficas, debido a su facilidad para crecer en laderas, ya que el sistema radicular tiende a ser lateral y extendido, en vez de profundo, es muy efectiva la especie para el control de erosión de suelos inclinados e inestables, además provee el mejoramiento de suelos debido a que establece simbiosis con hongos actinomicetos del género <i>Frankia</i> y hongos ectotróficos.
LAS HOJAS Y CORTEZA
Se extraen algunas tinturas utilizadas en artesanías textiles, además se utilizan sus extractos para curtir cueros, como medicinas ayuda a cicatrizar heridas en humanos, se utiliza también para reumatismo y calmar resfriados.

FUENTE: CATIE (3,4), INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA (12).
LAMPRECHT (14).

3.1.1.5. Usos del aliso en el departamento de Huehuetenango:

Según los usos determinados por Gálvez (10), en todas las comunidades rurales en donde se encuentra presente el aliso, es usado, en forma casi exclusiva para leña. Muchas comunidades no tienen más que ese recurso como fuente de energía y se le encuentra con bastante frecuencia en pequeños rodales y pocas excepciones en grandes extensiones.

Es importante resaltar la noción que tienen los agricultores del empleo del aliso en forma directa para el mejoramiento del suelo, como abono verde. Ya que manifiestan que el empleo de la broza que producen estas especies, les fertilizan los suelos.

Otros usos importantes, pero poco difundidos del aliso, son la fuente de madera para muebles variados, como material de construcción y como protector de las cuencas hidrográficas. Aunque una de las limitantes del aliso, es que presenta una baja durabilidad al estar en contacto con superficies húmedas; pero ello se puede corregir al emplear sustancias aislantes al momento de su empleo. Gálvez (10).

De acuerdo a Gálvez (10), la experiencia es poca en los viveros de aliso pero especifica que se tiene mucha preferencia por éstos árboles en comparación con otras especies, atribuyéndole a éstos al rápido crecimiento que se presenta en la especie y al aporte abundante de broza al suelo, lo que les ha dado buenos resultados en sus cultivos, además de su muy difundido empleo como fuente de leña.

En encuestas realizadas por Gálvez (10) de porque se prefiere el uso de postes de aliso, se determinó que esta especie está al alcance de todos, ya que se encuentra ampliamente distribuido, además tiene un rápido crecimiento y que pega en la mayor parte de suelos en los que se planta, y algo muy importante es que su follaje es muy empleado como abono verde además de ser utilizado como forraje, cuando sus hojas están muy tiernas en la alimentación de ovejas (Ovis aries) y cabras (Ovis capra) y, algunas veces, para bovinos (Bos taurus; Bos indicus).

Otra de las grandes utilidades principalmente en regiones donde se dedican a los telares, es la extracción de tintes, de la corteza del árbol, los cuales son utilizados para darle colorido a las artesanías que se fabrican en la región. Gálvez (10).

Cuadro 2: Usos de las especies del género *Alnus* spp. por los pobladores del departamento de Quetzaltenango.

NO.	PARTE DEL ARBOL	MODO DE EMPLEO	% DE UTILIZACIÓN POR POBLACIÓN
1	MADERA	LEÑA	100
2		PÁRALES	54
3		VIGAS	21
4		TABLAS	18
5		TABLON	18
6		TUTORES	10
7		MUEBLES VARIADOS	10
8		TABLONCILLO	8
9		CABOS DE AZADON	8
10		REGLAS	5
11	HOJAS (PRODUCCION DE BROZA)	CULTIVO DE PAPA	72
12		CULTIVO DE MAIZ	72
13		CULTIVO DE HORTALIZAS	26
14		OTROS CULTIVOS	23
15		HABA	18

Fuente: Comunidades de san Carlos Sija entrevistadas en etapa de trabajo de campo 1998.

3.1.2. Aspectos generales sobre insectos barrenadores de especies forestales:

Existe un grupo diverso de insectos barrenadores de la madera, muchos de ellos obtienen alimento y refugio de ésta, mientras que para otros únicamente representa un refugio.

Los barrenadores de la madera (coleópteros o lepidópteros en general), atacan muchos tipos de madera: madera vieja, muerta, húmeda o seca, atacando también árboles vivos, a menudo pasan un tiempo considerable de su ciclo biológico alimentándose del floema antes de entrar a la madera, a estos se les conoce como insectos barrenadores del floema y de la madera. Coulson R., Witter J. (7).

3.1.2.1. Barrenadores del orden Lepidóptera:

A. Gusanos carpinteros:

Aquí se encuentran los barrenadores de la familia Cosidae, teniendo alrededor de 50 especies, las larvas barrenan el floema y la madera de árboles caducifolios.

Por lo general las palomillas son grandes de color gris, teniendo un largo aproximado de 75 mm. Emergen, se aparean y ovipositan a principios del verano, las hembras depositan alrededor de 200 – 800 huevos en grietas estrechas y profundas de la corteza, los cuales eclosionan alrededor de 2 semanas después.

Las larvas empiezan a alimentarse del cambium y entran en la albura y duran en 2 a 4 meses, formando túneles que llegan a medir hasta 150 a 225 mm. de longitud con diámetros aproximados de 15 mm. Las larvas se transforman en pupas en la parte mas nueva del túnel. Coulson R., Witter J. (7).

Los barrenadores de la familia Hepiálidae, en estado adulto presentan mariposas de tamaño mediano o grande cuya envergadura alar puede alcanzar hasta 15 cm. Las alas son de color más bien opacos, pardo o gris, con manchas plateadas; las antenas son muy cortas. Estas mariposas son de vuelo rápido y lanzan los huevos al volar, pudiendo producir miles de ellos (2,500 – 29,000, según la especie).

La larva en su último estadio mide de 2.8 – 7.5 cm. Según especie, se alimenta de raíces o de tejidos leñosos a los que llega mediante túneles que construye conforme barrena, por lo general barrena la médula de árboles y arbustos; además, algunas larvas anillan la corteza. Es común observar, sobre la corteza, el vestíbulo que es un bolsón o capucha tejido por la larva y compuesto por excrementos, seda y astillas. Coronado, Marquez, Coulson, Witter (6, 7)

B. Palomillas de alas transparentes:

Estas pertenecen a la familia Sesiidae, las larvas de ésta familia se alimentan del floema, otras larva se alimentan del floema y la madera, llegan a formar plaga cuando atacan las raíces, fustes, ramas de arbustos y árboles de ornato o maderables. Coulson, Witter (7).

3.1.2.2. Características generales de barrenadores del Orden Lepidóptera.

Dentro del sistema de clasificación del orden Lepidoptera, se han creado diferentes subórdenes, tomando como base características morfológicas, la genitalia o plesiónómica, basada en la subdivisión del orden propuesta por Packard (1895) citado por Kuznetsov, Stekolnikov. (13).

Orden	Lepidóptera	Lepidóptera
Suborden	Exoporia	Ditrysia
Superfamilia	Hepialoidea	Cossoidea
Familia	Hepialidae	Cossidae

La familia Hepiálidae, se hace referencia a los Hepiálidos como “polillas fantasmas” o “veloces” (Borror y DeLong 1971) citado por Chavarría (5) debido a su gran velocidad de vuelo que alcanzan algunas especies, semejantes a esfingidos. Las polillas llaman la atención por su forma de volar en zigzag rápido y a ras del suelo, en zonas boscosas.

A. Estructuras morfológicas con valor taxonómico de la familia Hepialidae.

Las estructuras en larvas, pupas y adultos son determinantes para la identificación de Hepiálidos a nivel de familia y taxa inferiores.

Las larvas tienen una distribución de setas, disposición de corchetes en las pseudopatas y hábitos alimentarios que, en conjunto, las caracteriza dentro del orden Lepidóptera. Son cruciformes. Las patas torácicas están segmentadas y bien desarrolladas. El cuerpo no está recubierto por penachos de setas o setas secundarias; por esta razón se observa que son larvas desnudas. Stehr (19).

La cápsula cefálica. Afa está ausente, Ga está ausente. Fa está lateral a F1 y dos setas microgenales (MG1 y MG2) están presentes según descripciones de Stehr (19).

La placa protorácica es alargada e incluye la seta L o con la L3 cercanamente incluida. Los segmentos abdominales del 1 – 8 con la seta SD2 conspicua y L3 anteroventral al espiráculo: MV3 alargada y adyacente a la seta SV en A2 – 7. Las propatas abdominales tienen corchetes multiseriados, desde el segundo hasta el último instar, con un aumento progresivo de tamaño hacia el centro de la elipse. Stehr (19).

Las pupas tienen una morfología particular. Todos los apéndices, aparte de los palpos, están retenidos al lado de la cabeza Kuznetsov, Stekolnikov (13)

No hay evidencia de mandíbulas funcionales, sino indicios de ellas en forma de tubérculos o lóbulos. Los palpos maxilares están ausentes.

El primer espiráculo en una hilera transversal. El desplazamiento de la pupa a lo largo de túnel se produce por la movilidad del tercer segmento abdominal y por las espinas en forma de surco aserrado que se ubican en las superficies dorsal y ventral de cada segmento del abdomen, lo cual le confiere un movimiento ondulatorio, Standley y Steyermark. (18).

B. Aspectos biológicos de la familia Hepiálidae

a. Tipo de hábitos alimentarios en Hepiálidae y sus repercusiones.

Los hábitos alimentarios de las larvas de Hepiálidos se pueden catalogar en tres grupos claramente definidos:

- Micófagos o saprófagos.
- Defoliadores
- Barrenadores de tallos, ramas o raíces de árboles vivos. Chavarria. (5).

La alimentación saprófita se presenta durante los primeros estadios larvales, tanto de las especies barrenadoras como de las especies defoliadoras, sin embargo, constituye un etapa transitoria debido a que ninguna de las especies continúa viviendo en materia orgánica en descomposición durante los últimos estadios larvales. (5).

b. Formación de túneles o galerías.

El establecimiento de las larvas en árboles y arbustos acontece posteriormente las larvas se trasladan a plantas cercanas, donde empiezan a hacer una galería en el centro del tallo. El túnel que excavan es muy similar al de la fase saprófaga, y la sección longitudinal del túnel está siempre hacia abajo raramente hacia arriba. Chavarria (5).

El descortezamiento alrededor de la entrada del túnel está recubierto por una tela de seda y astillas de madera incorporadas, que conforman el vestíbulo. Chavarria (5).

Su alimentación en el estado larval, que es cuando arriba al árbol, es en base a los nutrientes almacenados en ductos de los vasos conductores de la madera.

Es en éste estado en el que se ocasiona el daño a la planta provocado por el barrenamiento, presentando defoliación, bifurcación de fustes, anormalidad en el crecimiento, engrosamiento de las partes dañadas.

Al final de la etapa larval, algunas especies confeccionan una estructura sedosa llamada opérculo, que colocan en la entrada del túnel. Cuando está presente, puede variar en posición e inclinación en el túnel; aunque su significado biológico no se sabe con certeza. Chavarria (5).

c. Periodo de pupación y emergencia de los adultos.

La pupación se efectúa dentro del túnel, que en algunas especies aparece sellado por el himen que se forma en el período de pupación. Cuando la polilla está lista para emerger, la pupa se desplaza hacia la entrada del túnel, donde empieza a realizarse la ecdisis de la cobertura pupal, y empieza a liberarse el adulto. Chavarria (5).

3.2 . Marco referencial:

3.2.1. Descripción general del área de estudio.

3.2.1.1. Ubicación geográfica:

La cabecera de la cuenca del río Chixoy, en donde se llevo a cabo la investigación se ubica geográficamente, dentro de las siguientes coordenadas:

Cuadro 3. Coordenadas geográficas dentro de las cuales se realizo el estudio, de la parte alta de la cuenca del río Chixoy.

	Inferior	Superior
Latitud norte	15°1'21.82''	15°24'32.73''
Longitud oeste	91°33'8.15''	91°45'

3.2.1.2. División política.

El área de estudio abarcó parte de cinco municipios de tres departamentos, cuyas colindancias son las siguientes:

El municipio de Aguacatán colinda al norte con el municipio de Chiantla y Todos Santos, al sur con el Municipio de Zacapulas y Huehuetenango, al este con el municipio Nebaj y al oeste con el municipio de Chiantla y Huehuetenango.

El municipio de Malacatancito colinda al norte con el municipio de Huehuetenango a oeste con el municipio de Santa Barbara, al Sur con el Departamento de Quetzaltenango y al éste con el Departamento de Totonicapán.

El municipio de San Carlos Sija colinda al Norte con el Municipio de Malacatancito, Al sur con el Municipio de Momostenango, al éste con el municipio de San Bartolo Aguas Calientes y al oeste con los municipios de Huitán y Cabrican de Quetzaltenango.

Momostenango y al oeste con el municipio de San Carlos Sija Quetzaltenango y Malacatancito Huehuetenango.

El municipio de Momostenango colinda al norte con el municipio de San Bartolo Aguas Calientes, al Sur con el Municipio de santa María Chiquimula, Totonicapán, al este con el municipio de Santa Lucia la reforma, Totonicapán y al oeste con el municipio de San Francisco el Alto, Totonicapán. Instituto geográfico nacional (11)

(Figura 1 A).

3.2.1.3. Orografía.

El relieve de la totalidad del área en estudio, oscila entre ondulado a quebrado en su mayoría, con pendientes 16 a 32%, aunque en mas del 60% del área se encuentran pendientes mayores al 32%, características que determina que sea considerada su área como de vocación forestal o área de protección.

Se encuentran además algunas áreas planas que son aprovechadas por los habitantes del a región, para realización de varias actividades agrícolas y pastoreo, la elevación promedio del área es de 1975 metros sobre el nivel del mar. Instituto geográfico nacional (11)

3.2.1.4. Fisiografía.

De acuerdo con Simmons, Tarano y Pinto, (17).la totalidad del área se encuentra en la región fisiográfica de tierras altas cristalinas.

3.2.1.5. Suelos.

De acuerdo con la clasificación a nivel de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala, realizada por Simmons et al, los suelos de la región están comprendidos en la serie Quiché los cuales son suelos poco profundos con un espesor no mayor a los 20 cm. bien drenados internamente, con un pH de 5.3 desarrollados sobre materiales volcánicos. Simmons et.al. (17).

3.2.1.6. Zona de Vida.

Según el sistema de clasificación de De la Cruz, (9) el área de investigación se encuentra en la formación vegetal siguiente:

A. Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical.

Según De la Cruz (9), esta zona de vida se presenta caracterizada por un patrón de lluvias que varían entre 1,057 mm. A 1,588 mm. Promediando los 1.344 mm. De precipitación anual. Las

biotemperaturas van de 15°C a 23°C. La evapotranspiración potencial puede estimarse en promedio de 0.75.

La vegetación natural indicadora está representada por las siguientes especies.

Cuadro 4. Listado de especies indicadores del bh-MBS. en la parte alta de la cuenca del río Chixoy 1999.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
Pino colorado	<u>Pinus oocarpa</u> Schiede	Pinaceae
Aliso	<u>Alnus jorullensis</u>	Betulaceae
Madrón	<u>Arbustus Xalapensis</u>	Ericaceae
Sical	<u>Quercus</u> spp.	Fagaceae

Cuadro 5. Listado de especies vegetales que constituyen el piso inferior del bosque, en la parte alta de la cuenca del río chixoy 1999.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	USOS
Arrayán	<u>Myrica</u> sp.	Medicinal, leña.
Escobillo	<u>Sida rhombifolia</u>	Forraje ovino
Zarzamora	<u>Zanthoxylum fágara</u>	Forraje ovino

Cuadro 6. Pastos que conforman el piso inferior del bosque en la parte alta de la cuenca del río Chixoy 1999.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	USOS
Kikuyú	<u>Pennisetum clandestinum</u>	Forraje
Cola de zorro	<u>Andropogón sacharoides</u>	Forraje
Pasto ilusión	<u>Trichoclaena rosia</u>	Forraje
Pata de gallo	<u>Heleucine indica</u>	Forraje

A. Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical (bmh-MBS)

De la cruz (9), ha estimado que la precipitación total anual puede ser de 2,500 mm, con una temperatura promedio anual de 11 °C. La evapotranspiración potencial, puede estimarse en 0.30.

La topografía es de ondulada a accidentada con pendientes pronunciadas. La vegetación natural predominante corresponde a las coníferas:

Cuadro 7. Listado de especies indicadores del bmh-MBS. en la parte alta de la cuenca del río Chixoy 1999.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	USOS
Pino blanco	<u>Pinus ayacahuite</u>	Madera y leña
Pinabete	<u>Abies guatemalensis</u> Ehrenberg	Madera y leña
Aliso blanco	<u>Alnus jorullensis</u> HBK	Madera y leña
Encino	<u>Quercus</u> spp.	Madera y leña

4. OBJETIVOS

4.2. Objetivo General.

Determinar la taxonomía, características biológicas y las daño del gusano barrenador (Lepidóptera: Hepialidae), del Aliso (Alnus spp.), en la parte alta de la cuenca del río Chixoy.

4.3. Objetivos específicos.

- 4.3.1. Determinar la especie entomológica del gusano barrenador que ataca al árbol de Aliso Alnus spp. y conocer preliminarmente el ciclo de vida de dicha especie.
- 4.3.2. Determinar la especie forestal de Alnus spp. que es infestada por el gusano barrenador.
- 4.2.3. Determinar la distribución espacial del insecto en los bosques de Alnus spp. en la parte alta de la cuenca del río Chixoy.
- 4.2.4. Determinar los diferentes rangos de altura y diámetro, en cada árbol de (Alnus spp.) en que se presenta el establecimiento y daño causado por el barrenador.
- 4.2.5. Describir el daño ocasionado por el barrenador, en las plantas infestadas y las características de precipitación, temperatura y altitud en las cuales se da la infestación.

5. METODOLOGIA.

5.1. Etapa de gabinete.

5.1.1. Ubicación de rodales de *Alnus*.

Se recolectó toda la información necesaria en cuanto a cartografía y fotografía aérea, y se realizó la fotointerpretación para la ubicación de los rodales de *Alnus* spp. los cuales se fotointerpretaron seguidamente, para verificar la distribución de la especie, seleccionando para ello únicamente las áreas que resultaran con altitudes de distribución de la especie, estando éstas comprendidas entre los 1250 m.s.n.m. a los 3700 m.s.n.m. Standley, P., Steyermark, J. (18), para ello se utilizaron fotografías aéreas pancromáticas escala 1:20000 del año 1996 y un estereoscopio de espejos. Además la utilización de las hojas cartográficas escala 1:50000 referenciados en el cuadro 7.

Por medio de éste procedimiento se logro determinar los estratos de bosque de interés, seguidamente se traslado la información a acetatos donde se identificaron además del bosque, carreteras o vías de acceso, hidrología e hipsometría

5.1.2. Ubicación de zonas de muestreo y localidades de estudio.

No existe en Guatemala información sobre la plaga y distribución geográfica por lo tanto en el caminamiento de las áreas fotointerpretadas se fueron tomando registros sobre su presencia tomando en cuenta para ello la exposición del daño en el tallo del árbol.

Con base a lo anterior se seleccionaron las áreas para realizar el correspondiente muestreo, comprendiendo parte de los municipios y departamentos que se indican en el cuadro 9.

Cuadro 8. Departamentos con sus respectivos municipios muestreados durante la realización de la investigación año 1998 – 1999.

DEPARTAMENTO	MUNICIPIOS
Huehuetenango	Aguacatan, Malacatancito.
Quetzaltenango	San Carlos Sija.
Totonicapán	San Bartolo Aguas Calientes, Momostenango.

El itinerario de visitas se realizó 2 veces por mes a cada área de muestreo seleccionadas, obteniendo datos ambientales como también del huésped y hospedero, Para el estrato I, se tiene un total de 23 visitas, para el estrato II se tienen 26 visitas y para el estrato III 24 visitas, realizadas durante el período comprendido del mes de abril de 1998 al mes de julio de 1999.

5.1.3. Muestreo.

El método de muestreo utilizado fue el **simple aleatorio estratificado para proporciones y con distribución proporcional**, con el que también se pudo establecer el tamaño de muestra para la población, y para cada uno de los estratos a estudiar de acuerdo al cuadro de comunidades muestreadas.

5.1.4. Marco muestral.

Se definió de la siguiente manera.

Cuadro 9. Definición de los componentes de cada estrato.

ESTRATO	INTEGRANTES DEL ESTRATO
ESTRATO I	Comunidades de bosque de <u>Alnus</u> spp. del municipio de Aguacatan, Huehuetenango.
ESTRATO II	Comunidades de bosque de <u>Alnus</u> spp. Malacatancito, Huehuetenango y Municipio de San Carlos Sija, Quetzaltenango.
ESTRATO III	Comunidades de Bosque de <u>Alnus</u> spp. de los Municipios de San Bartolo Aguas Calientes y Momostenango, Totonicapán.

5.1.5. Determinación del tamaño de muestra.

De acuerdo a Alvarez Cajas (1), se utilizo la formula siguiente:

$$n = \frac{N \times p \times q}{N \times V^2 + p + q}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño del rodal de Alnus.

p = Probabilidad de ocurrencia del evento (0.5)

q = Probabilidad de no-ocurrencia del evento (0.5)

V = Varianza.

$$V = \frac{d}{T(\alpha/2)}$$

d = Nivel de precisión (0.10)

t = Valor tabular en función de la precisión (1.96)

$\alpha/2$ = Nivel de confianza requerido.

En cada uno de los rodales de estudio, se realizó un levantamiento del área mediante el uso de un planímetro de pata fija sobre el croquis preelaborado de la propia cobertura forestal del rodal, mediante el área que se estableció, se realizó el cálculo estadístico para seleccionar el tamaño de la muestra ubicándola en el centro del rodal y de forma circular.

5.1.6. Tamaño de muestra para los estratos.

Para la determinación del tamaño de muestra para cada estrato estudiado se utilizó la siguiente fórmula. (1)

$$n_i = \frac{N_i}{N} \times n$$

Donde:

N_i = Area del estrato i

N = Area total

n = tamaño del área a muestrear

Cuadro 10. Comunidades muestreadas por municipio, ubicación, extensión de muestreo, y tamaño de muestra.

ESTRATO	MUNICIPIO	COMUNIDAD DE ALNUS.	EXTENTENSIÓN DE RODALES DE ALISO PURO. (ha)	TAMAÑO DE MUESTRA (ha)
I	Aguacatán (Huehuetenango)	Las majadas, Río Blanco, Río buca, Río Petzal, Río cantzela, Río Injertal, Arroyo el Sauce, Quebrada, la Barranca.	650	22.8
II	Malacatancito (Huehuetenango) San Carlos Sija (Quetzaltenango)	Río Mala, Río Pucal, Río el Naranjo, Tojochan. Chiquival, Paniya.	890	31.2
III	San Bartolo Aguas Calientes (Totonicapán) Momostenango (Totonicapán)	Pacorralabaj, Tzanjón Pologua, Pala grande	560	19.70

El estrato fue tomado en base a las condiciones climáticas y altitudinales de cada área, homogenizando las muestras. Cada muestra fue tomada en el centro del rodal y se distribuyó el área formando parcelas circulares en cada uno de ellos, utilizando para ello la siguiente formula.

$$R = \frac{(4 \times A)^{1/2}}{\pi}$$

Donde:

R = Radio de la parcela de muestreo.

A = Area de la parcela de muestreo.

Pi = Constante 3.1416

5.2. Etapa de campo.

5.2.1. Variables a tomar en cuenta en las unidades de muestreo.

5.2.1.1. Características de los hábitos presentados por la larva en el hospedero.

A. Distribución de las lesiones en diferentes tramos de altura del hospedero.

Se verificó la incidencia de lesiones en base a la altura en el hospedero, dividiéndose cada árbol en tramos de 5 metros, en el total de árboles hospederos de la unidad muestral. contando para ello con un hipsómetro suunto

Cada lesión se examinó cuidadosamente, tomando en cuenta la presencia de orificios y la apariencia general externa e interna de dicha lesión, observando la presencia de larvas o exuvias pupales.

B. Frecuencia de lesiones con respecto al diámetro del hospedero.

En cada árbol examinado se tomaron dimensiones de diámetro de la sección o tramo, donde se ubicaban las lesiones utilizando para dicho fin una cinta diamétrica, este dato se tomo tanto en fustes del árbol de Aliso como en las ramas donde había incidencia de ataque, el numero de árboles a estudiar variaba, de acuerdo con la densidad presentada en cada parcela de muestreo.

C. Construcción de galerías.

En cada elemento muestral, se observó el patrón de construcción de galerías elaboradas por el gusano barrenador, tomando para ello una lesión por individuo infestado, haciéndose necesario para ello, el derribo de algunos árboles y ramas, los cuales se partieron longitudinalmente, utilizando sierras mojaras o hachas.

D. Dimensiones de los túneles.

En cada árbol se obtuvieron datos sobre el diámetro y longitud de cada túnel, utilizando un metro y un filamento flexible (alambre de amarre en la mayoría de casos) el cual se introducía en cada orificio del árbol elaborado por el gusano barrenador y se medía posteriormente con cinta métrica, el diámetro se midió de la parte exterior, ya que es regular en todo su trayecto.

5.2.1.2. Ubicación geográfica de las poblaciones de Insectos.

Por medio de la utilización de Sistemas de Información Geográfica, se elaboraron mapas donde se presenta la localización de las comunidades muestreadas de los departamentos de Huehuetenango, Quetzaltenango y Totonicapán, en donde se encuentran distribuidos los rodales de Alnus spp. y que se encuentran infestados por el gusano barrenador.

A. Distribución o patrón de dispersión de las poblaciones del gusano barrenador del Aliso.

El patrón de dispersión se basó en la capacidad del insecto de distribuirse en un área determinada, ésta según definición estadística es la siguiente. Barfield (2)

Los criterios estadísticos utilizados para definir el patrón de dispersión son los siguientes.

—
 $X / S^2 > 1$ Se da una distribución uniforme. (distribuida en toda el área)

—
 $X / S^2 = 1$ Se da una distribución al Azar. (distribuida ocasionalmente en algunas regiones)

—
 $X / S^2 < 1$ Se da una distribución Agregada. (distribución que se da formando grupos agregados en un área determinada).

5.2.1.3. Obtención de las larvas del gusano barrenador del aliso.

Cada larva que afectaba a los árboles infestados se extrajo viva, mediante la introducción de agua por medio de una jeringa. Se provoca el ahogo del gusano barrenador y se logró que dicho huésped saliera a la superficie extrayéndolo mediante la ayuda de una pinza de aproximadamente 20 cm. de largo.

- a. Las muestras del gusano barrenador se extraían periódicamente, y se tomaron datos de color, tamaño, densidad de setas y protuberancia de la cabeza, introduciéndose de nuevo al hospedero, extrayéndose el agua por succión utilizando una manguera de aproximadamente 0.5 cm. de diámetro y 40 cm. de longitud.

5.2.1.4. Obtención del adulto.

Para la obtención del adulto se construyeron y colocaron 77 trampas de cedazo, distribuidas en el área relativamente en cuanto al tamaño de cada estrato muestreado.

La colocación de las trampas no se definió en base a un patrón de altura de cada árbol de Aliso, simplemente se ubicaban en los vestíbulos elaborados por el gusano barrenador que no presentaban señales de exuvias pupales o túneles abandonados, ya que se necesitó tener la certeza de capturar adultos del gusano barrenador.

Por medio de la utilización de trampas se capturo al insecto en estado adulto, determinando el período de emergencia y la mayor fluctuación de la misma. Posteriormente se llevó el control de la copulación y oviposición después de la emergencia del adulto.

5.2.1.5. Características del hospedero.

A. Descripción de daño presentado en el árbol.

Se determinaron todos los indicios de daño presentado por el hospedero y los signos causados por la respuesta del árbol a las heridas ocasionadas por el insecto.

Los daños y signos tomados en el muestreo, son los siguientes.

Signos presentados	Daños ocasionados al árbol
A. Larvas en los túneles presentados en el fuste.	A. Anillamiento alrededor del fuste.
B. Restos de exuvias pupales en el fuste de coloración marrón oscuro.	B. Engrosamiento y deterioro en la sección de madera atacada por barrenamiento
C. Cubrimiento del daño por vestíbulos o capas de desechos espesas.	C. Anormalidad en el crecimiento.

C. Obtención de muestras de fuste con presencia de Barrenadores.

Las secciones de algunos hospederos se obtuvieron con el derribo del árbol, empleando una sierra mojarra o hacha, y realizando en cada una de las muestras cortes transversales para observar la forma del túnel construido por el gusano barrenador. Además se tomaron muestras con larvas y exuvias pupales presentes para mostrar la ubicación de las mismas dentro del túnel.

5.2.1.6. Características ambientales a tomar dentro de cada muestra.

A. Temperatura.

Se realizó la recopilación de datos sobre temperatura media anual de cada unidad muestral, utilizando para ello el registro de datos almacenados, pudiendo extrapolar dicha información de estaciones meteorológicas cercanas.

B. Altitud.

Con la ayuda de un altímetro, en cada unidad muestral se tomo el dato sobre la altitud del centro de la parcela dada en metros sobre el nivel del mar

C. Precipitación.

Al igual que la variable temperatura, con la ayuda de registros almacenados por estaciones meteorológicas del área, se extrapolaron datos de la precipitación y de la humedad relativa.

5.3. Etapa de laboratorio.

5.3.1. Determinación de la especie de alnus infestada.

Se determinó la especie de *Alnus* infestada mediante trabajo de herbario. Para ello se recolectaron en el campo ramas y frutos de cada individuo identificándose debidamente.

5.3.2. Determinación del insecto.

Para la determinación del insecto, se tomaron muestras de los insectos inmaduros a los que se sometió a su tratamiento para su preservación. Este consistió en la introducción de gusanos barrenadores durante dos minutos en agua hirviendo y su posterior introducción en alcohol etílico al 70% de concentración. Las muestras se trasladaron al laboratorio de Protección de Plantas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. También se enviaron muestras al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), con Sede en Costa Rica, y en ambos casos se determinó la familia, el género y la especie del insecto utilizando la clave Taxonómica para insectos inmaduros de Stehr, F. (19)

5.4. Análisis de la Información obtenida.

Se elaboró un mapa indicando la distribución de la especie de aliso infestada como también la distribución del insecto.

Se determinó la incidencia del ataque del insecto en el árbol, y el estudio preliminar del ciclo de vida del mismo.

Se establecieron Estratos basados en la ubicación geográfica y características ambientales para mejorar el análisis y presentación de resultados.

Se realizó una matriz con las características ambientales que se presenta en la infestación del gusano barrenador del Aliso.

Se utilizó la estadística descriptiva y se tabularon datos en cuadros y gráficas que nos presentaron el comportamiento del daño provocado al árbol y de la emergencia del adulto del gusano barrenador.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

6.1. Determinación del insecto.

La determinación preliminar del insecto barrenador del Aliso, se baso en claves propuestas por Stehr (19), y corroboradas en el Centro Agronómico Tropical de investigación y Enseñanza (CATIE), y el laboratorio de Entomología de protección de plantas de la Facultad de Agronomía (FAUSAC), concluyéndose que pertenece a la familia Hepialidae, del género *Phassus* y de la especie *Phassus triangularis*.

6.2. Distribución de la especie de *Phassus triangularis*.

La presencia del gusano barrenador del Aliso, dentro de cada uno de los estratos identificados, se determina por el patrón de dispersión presentado según Barfield (2), como distribución Uniforme, o sea que se presenta la población de insectos en toda el área muestreada de cada estrato.

Observándose que los datos tomados fueron en todos los árboles de la parcela de muestreo ubicando por lo menos una larva de *Phassus triangularis* por fuste.

En los tres casos X / S^2 , fue mayor que uno.

Cuadro 11. Patrón de dispersión de *Phassus triangularis* por cada estrato muestreado.

Estrato muestreado	\bar{X}	S^2	Factor de dispersión
Estrato I	91	42.18	2.16
Estrato II	68	14.04	4.84
Estrato III	43	7	6.14

6.3. Determinación del hospedero.

Para la determinación de la especie Hospedera se baso en las claves taxonómicas propuestas por Standley (18), concluyéndose que dichas especie es *Alnus jorullensis* HBK, no habiéndose encontrado en el muestreo efectuado otra especie.

Esta especie hospedera se encuentra distribuida en los municipios de Aguacatán y Malacatancito de Huehuetenango, San Carlos Sija, Quetzaltenango y San Bartolo Aguas Calientes y Momostenango de Totonicapán.

6.4. Descripción del daño ocasionado al árbol de Alnus jorullensis por Phassus triangularis.

La larva del insecto permanece en el tallo del hospedero desde el primer estadio larval, hasta la emergencia del adulto el cual tiene un período de duración de aproximadamente 19 – 23 meses.

Es en éste estado cuando ocurre el daño directo al fuste y ramas del árbol.

Durante éste tiempo la larva barrena el xilema de la planta formando un túnel que puede llegar a medir hasta 27 cm. de longitud y 1.8 cm de diámetro (**cuadro 13**), además forma en el exterior del fuste, un vestíbulo que se va distribuyendo en relación con el diámetro y la altura del mismo fuste. (**figura 1**).

El daño ocasionado en el árbol, se da en diámetros pequeños principalmente menores a los 15 cm. formando un anillamiento alrededor del fuste, y se da el engrosamiento de la sección afectada, provocando crecimiento anormal del árbol y surgimiento de brotes axiales.

6.4.1. Características del túnel elaborado por Phassus triangularis.

El túnel se encuentra orientado hacia abajo presentando geotropismo, tanto en ramas como en tallos.

La construcción del túnel empieza con el barrenamiento, tanto de un agujero de aproximadamente 2 mm. de diámetro en forma circular en la corteza de la planta hospedera, posteriormente la larva elabora un túnel de penetración, barrenando hacia abajo.



Figura 1: Corte longitudinal de Alnus jorullensis HBK. mostrando la forma del túnel, y la exuvia pupal Post-emergencia, del adulto, Chiquival, San Carlos Sija, Quetzaltenang, junio 1999.

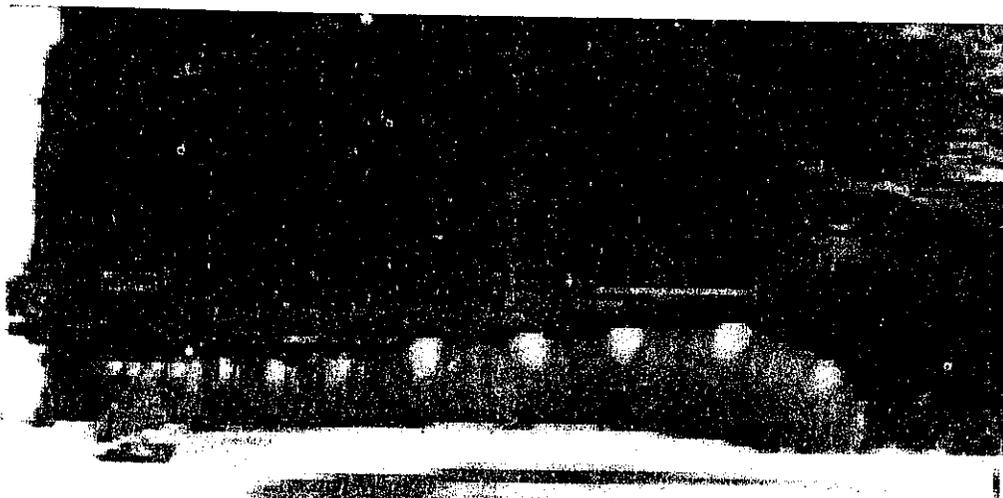


Figura 2: Larva de Phassus triangularis, mostrando la larva en el túnel y la penetración hasta el centro del árbol. (Aldea Estancia de la virgen, San Carlos Sija, Quetzaltenango. 1998).

El túnel además presenta características especiales como ser cilíndrico, sin presentar residuos de excrementos en su trayectoria, y presentar un trazo continuo sin irregularidades.

Se presenta aproximadamente a 1 cm. Del túnel un ensanchamiento que permite a la larva maniobrar y poder cambiar de dirección cuando lo necesite (**figura 1**).

En la figura 2, se esquematiza la colocación de la larva en el túnel, la posición presentada no ilustra la emergencia de la larva hacia la superficie.

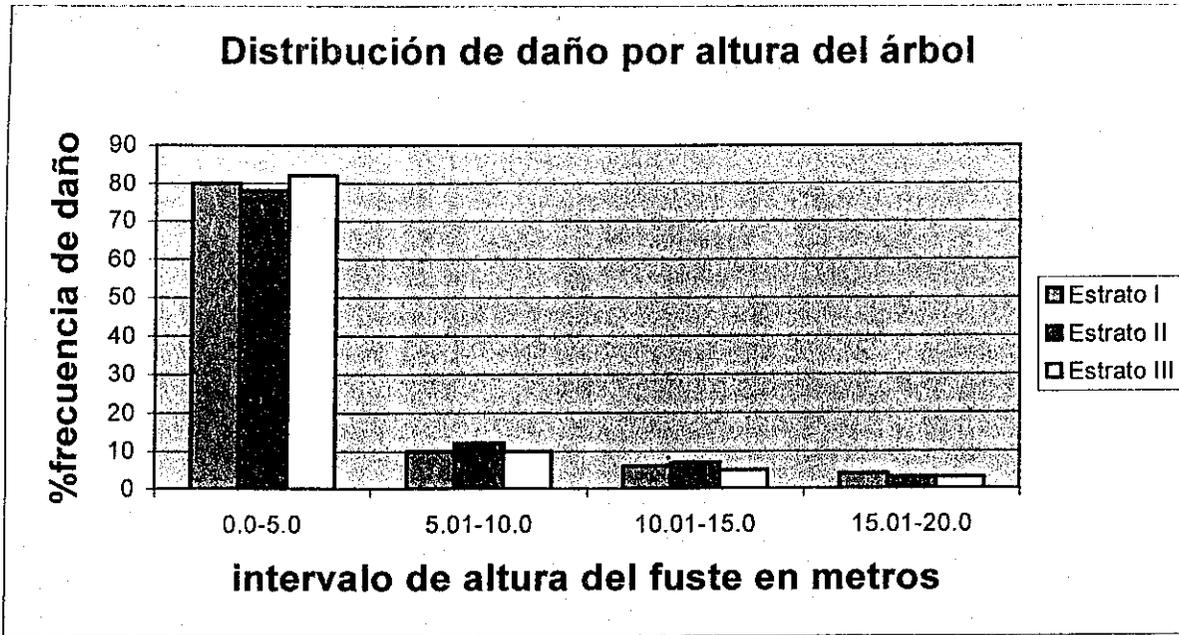


Figura 3: Distribución de los vestíbulos de Phassus triangularis, según la altura del hospedero por estrato de muestreo.

En la figura anterior se puede observar que conforme aumenta el intervalo de alturas en el fuste de un mismo árbol, disminuye la frecuencia de incidencia de ataque, por Phassus triangularis.

En cada estrato se mantiene el mismo patrón de distribución, por lo cual la mayor cantidad de vestíbulos, en cualquiera de los estratos muestreados se localizan en la parte inferior del fuste, principalmente a alturas menores de 5 metros encontrándose desde un 78 a un 82% de frecuencia de ataque a esta parte del fuste de un mismo árbol, en intervalos de altura de 5 a 10 metros podemos encontrar una incidencia de ataque del 10 a 12%, en intervalos de altura de 10 a 15 metros, se pueden observar frecuencias de ataque de 5 a 7% y alturas de 15 a 20 metros frecuencias de ataque de 3 a 4%.

Cuadro 12. Relación del número de túneles de *Phassus triangularis*, por estratos con respecto al diámetro del tramo de fuste y dimensiones del túnel.

INTERVALO DE DIÁMETRO DEL FUSTE (cm.)	NUMERO DE MUESTRAS TOMADAS			NUMERO PROMEDIO DE TÚNELES			PROMEDIO DEL DIÁMETRO DEL TÚNEL (cm)			PROMEDIO DE LA LONGITUD DEL TÚNEL.(cm)		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
0 - 4.9	23	26	19	2	1	2	1.4	1.3	1.4	15	18	15
5 - 9.9	17	13	15	2	2	2	1.3	1.6	1.4	18	19	16
10 - 14.9	19	21	17	2	2	2	1.4	1.5	1.5	20	19	21
15 - 19.9	27	21	21	3	2	2	1.6	1.6	1.6	19	21	22
20 - 24.9	45	34	24	3	3	3	1.5	1.7	1.5	26	19	23
25 - 29.9	31	28	25	4	2	2	1.7	1.6	1.6	24	26	23
30 - 34.9	39	25	17	4	3	3	1.6	1.5	1.7	24	24	21
35 - 39.9	24	24	11	5	3	3	1.5	1.7	1.7	27	25	24
40 - 44.9	23	21	9	5	3	2	1.7	1.7	1.6	24	27	26
45 - 49.9	20	17	7	4	2	1	1.6	1.8	1.7	27	25	27
50 - 54.9	9	6	2	6	3	2	1.8	1.8	1.8	24	27	25

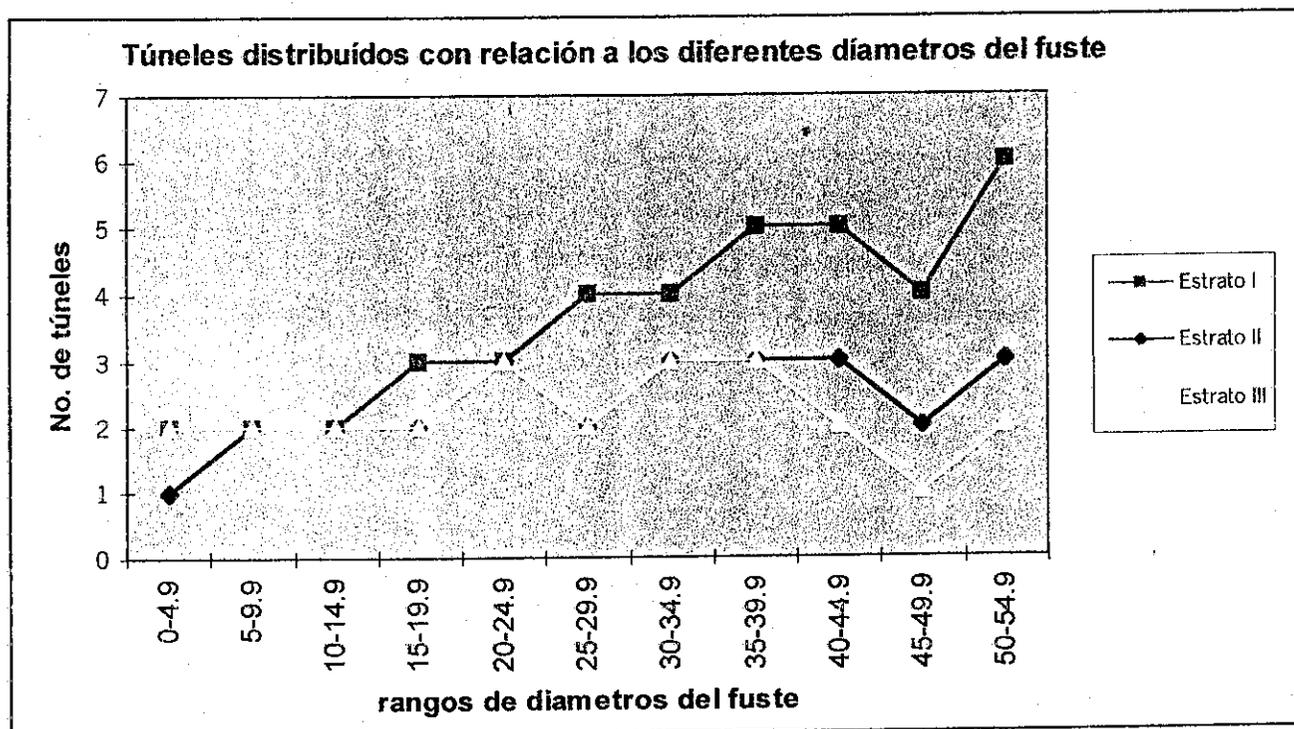


Figura 4: Relación entre la frecuencia de daños, por diámetro de *Alnus jorullensis* HBK. Por estrato.

En el Cuadro 12, se presentan las dimensiones promedio de los túneles por estrato, pudiéndose observar que conforme se disminuye el intervalo de diámetro del fuste en un árbol, se presentan menores diámetros y longitudes del túnel, por lo contrario al aumentarse el diámetro en el mismo fuste se presentan mayores diámetros del túnel pudiéndose ubicar entre de 1.3 hasta 1.8 cm.

En cuanto a la longitud del túnel, a mayor diámetro del tramo del fuste en un mismo árbol se pueden observar longitudes del túnel que oscilan de 15 hasta 27 cm.

Además en el cuadro 12 como en la figura 4, se presenta e ilustra respectivamente la distribución de los túneles elaborados por Phassus triangularis en los diferentes tramos de diámetros de fuste en un mismo árbol, tomados de Alnus jorullensis HBK, se puede contemplar que en diámetros mayores existe mayor cantidad de túneles, esto se puede verificar, al hacer el análisis de que el fuste es de mayor dimensión en la base, y que es en alturas menores, donde se da la mayor incidencia de ataque, por los mayores diámetros presentados.

La mayor incidencia se da en el estrato I, debido a que la temperatura que se presenta aquí es de 25.98°C, estando entre 26.01 y 18.56° C y se presenta una precipitación de 821.3 mm. que también se ubica entre las precipitaciones del estrato II y estrato III, (723.11 y 1273.74 mm.) respectivamente.

Lo anterior nos indica que las condiciones climáticas mas favorables para la incidencia y desarrollo de la larva son las que se presentan con temperaturas de 25 a 26°C y precipitaciones de 750 a 850 mm. Aproximadamente y altitudes no mayores a los 1800 m.s.n.m.

Mediante observación de campo se tomaron los siguientes resultados de la relación altura-diámetro, de Alnus jorullensis HBK. con respecto a la frecuencia de túneles elaborados por Phassus triangularis.

Cuadro 13. Relación entre la cantidad de túneles elaborados por Phassus triangularis con respecto al diámetro del tramo del fuste y altura del tramo del fuste en Alnus jorullensis HBK.

Diámetro del tramo De fuste en cm.	Rango de alturas del fuste en mts. por estrato											
	0.0 - 5.0			5.0 - 10.0			10.0 - 15.0			15.0 - 20.0		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
0.0 - 4.99	1	1	1	1	1	1	--	--	--	--	--	--
5.0 - 9.99	2	2	1	1	1	1	--	--	--	--	--	--
10.0 - 14.99	3	2	1	2	1	1	--	--	--	--	--	--
15.0 - 19.99	3	2	2	2	1	1	--	--	--	--	--	--
20.0 - 24.99	3	2	2	2	1	1	--	1	--	--	--	--
25.0 - 29.99	4	3	2	2	1	1	1	1	1	1	--	--
30.0 - 34.99	4	3	3	3	2	1	1	1	1	1	1	--
35.0 - 39.99	6	3	3	3	2	2	1	1	1	1	1	--
40.0 - 44.99	6	4	4	3	2	2	1	2	1	1	1	--
45.0 - 49.99	6	5	4	3	3	3	2	2	1	1	1	--
50.0 - 54.99	6	5	4	3	3	3	2	2	1	2	2	1

En el cuadro 13 se puede observar la tendencia que al aumentar el diámetro del fuste aumenta la frecuencia de túneles pero por el lado contrario, al aumentar altura disminuye relativamente la misma frecuencia.

El tallo no es el único en sufrir daño, también las ramas presentan daño similar, formando un vestíbulo en la entrada del túnel y anillamiento del mismo, aunque las dimensiones del túnel que presenta son menores.

En el cuadro se observa también que el estrato I, presenta relativamente las mayores incidencias y las mayores dimensiones, las temperaturas que favorecen en el estudio la incidencia y desarrollo del insecto, a nivel de ramas son las que se encuentran cercanas a los 25.98°C de temperatura, 821.3 mm. De precipitación y a una altitud de 1800 m.s.n.m.

Cuadro 14. Relación entre la frecuencia de túneles elaborados por *Phassus triangularis* con respecto al diámetro de la rama y dimensiones presentadas por los túneles en cada estrato.

RANGOS DIÁMETRO (CM.)	NUMERO DE MUESTRAS TOMADAS			NUMERO PROMEDIO DE TÚNELES			PROMEDIO DEL DIÁMETRO DEL TÚNEL (CM)			PROMEDIO DE LA LONGITUD DEL TÚNEL.(CM)		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
0.0 - 4.0	13	11	9	1	1	1	0.8	0.7	0.9	4	4	5
5.0 - 8.0	21	17	12	1	1	2	1.1	0.9	1.1	5	5	7
9.0 - 12.0	20	19	14	2	2	2	1.3	1.2	1.3	7	6	8
13.0 - 16.0	13	14	12	3	2	3	1.5	1.4	1.5	9	8	8

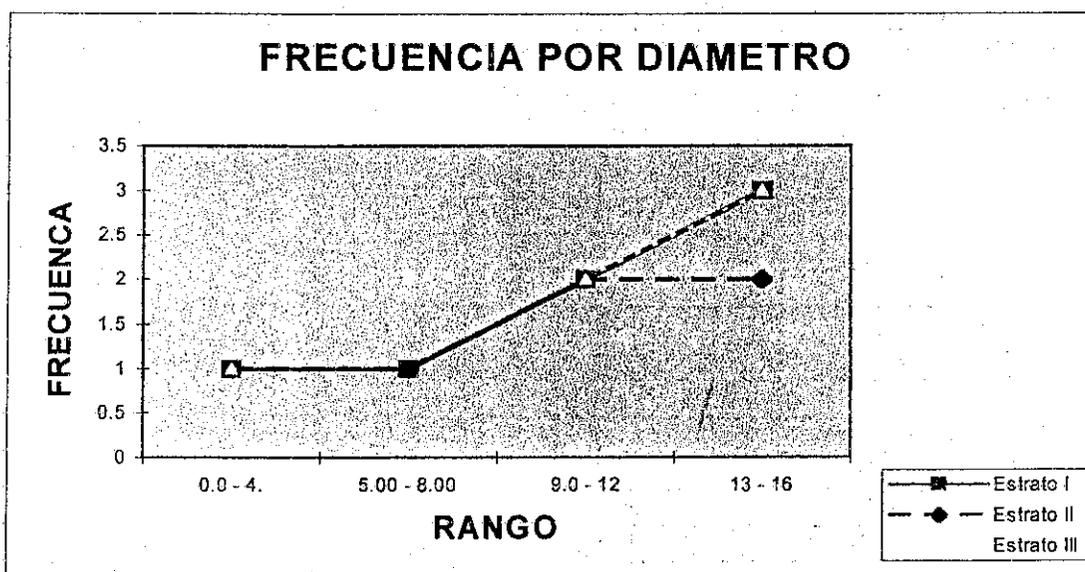


Figura 5: Relación entre la frecuencia de ataque de *Phassus triangularis*, con respecto al diámetro de la rama de *Alnus jorullensis* HBK. Tomada por estrato.

Se puede observar en el cuadro 14 y figura 5, respectivamente que debido a los diámetros menores presentados por las ramas el ataque a las mismas disminuye de la misma manera que ocurre en los fustes del árbol, se observa que en los mayores diámetros encontrados en ramas de Alnus jorullensis, puede haber hasta un máximo de 3 túneles los cuales, pueden oscilar según el diámetro del tramo de rama de 0.7 a 1.5 cm. de diámetro y de 4 a 9 cm. de longitud.

6.4.2. Anillamiento del fuste de Alnus Jorullensis HBK.

Cuando se presentan diámetros pequeños en el tramo del fuste de Alnus jorullensis, se puede observar un anillamiento alrededor de toda la superficie de la corteza. (figura 6)

El anillamiento no es más que el descortezado del fuste en todo su perímetro, el cual es elaborado, por el gusano barrenador.

Cuadro 15: Incidencia de anillamiento en los fustes de Alnus jorullensis HBK. Elaborados por Phassus triangularis.

RANGOS DE DIÁMETRO DE FUSTE EN (cm.)	NUMERO DE MUESTRAS TOMADAS			% DE INCIDENCIA DE ANILLAMIENTO		
	I	II	III	I	II	III
0 - 4.9	23	26	19	89	91	93
5 - 9.9	17	13	15	47	56	49
10 - 14.9	19	21	17	32	29	36
15 - 19.9	27	21	21	N*	N	N
20 - 24.9	45	34	24	N	N	N
25 - 29.9	31	28	25	N	N	N
30 - 34.9	39	25	17	N	N	N
35 - 39.9	24	24	11	N	N	N
40 - 44.9	23	21	9	N	N	N
45 - 49.9	20	17	7	N	N	N
50 - 54.9	9	6	2	N	N	N

*N : No existe anillamiento.

En el cuadro 15, se observa que hay una incidencia de anillamiento hasta diámetros menores de 15 cm. aunque no se da en la totalidad de los árboles. En los diámetros de 0 - 4.9 cm. se observan

de anillamiento de 89 a 93%, lo cual quiere decir que a menores diámetros se puede dar alto porcentaje de anillamiento.

En rangos de diámetro de 5 – 9.9 cm. la incidencia del mismo baja a rangos de 29 a 36% y en diámetros de fuste de 10 – 14.9 cm. es donde se observaron las más bajas incidencias, siendo éste rango de diámetros el límite de ocurrencia de anillamiento, ya que en diámetros mayores a 15 cm. no se pudo observar éste daño.

Por lo tanto el diámetro susceptible al anillamiento elaborado por Phassus triangularis, son aquellos menores a los 15 cm. siendo crítica la infestación en diámetros menores a los 10 cm. que es cuando debe prevenirse el daño.



Figura 6: Fuste de Alnus jorullensis HBK. mostrando el descortezamiento y anillamiento alrededor del fuste. (Aguacatan, 1998).

6.4.3. Descripción de signos presentados por el ataque de Phassus triangularis, al árbol de Aliso, Alnus jorullensis HBK.

El vestíbulo es una cubierta externa en forma de tela, compuesta de seda y astillas de madera, que va incorporando la larva después de que ésta realiza el aseo del túnel, durante horas de la noche y de la madrugada. Se observó que al apartar esta estructura durante horas del día, en las primeras horas de la mañana del siguiente día se encuentra una reciente, construida inmediatamente en horas de la noche por la larva.

El tamaño y características cualitativas (forma y color) del vestíbulo, pueden variar de acuerdo al grado de desarrollo de la larva, ya que es en éste estado del insecto, en que ocurre el daño, En los primeros estadios de la larva se presenta una coloración más clara semejante al aserrín de textura suave y consistencia blanda, mientras en los últimos estadios la coloración es oscura y de textura áspera y consistencia dura. Posteriormente se presenta en la entrada del túnel un descortezamiento de forma oval, y la construcción del vestíbulo. La información recabada en el campo nos presenta que las características del vestíbulo es bastante regular, pudiendo relacionar que el mismo es aproximadamente de forma oblonga horizontal o sea un poco más ancho que alto, cubriendo a la vez por completo el área de la lesión (figura 7).

Cuadro 16: Dimensiones horizontales y verticales del vestíbulo tomado de los fustes de Alnus jorullensis HBK. de los diferentes estratos.

RANGOS DE DIÁMETRO DEL TRAMO DEL FUSTE (CM)	NUMERO PROMEDIO DE VESTÍBULOS MUESTREADOS	PROMEDIO DEL DIÁMETRO VERTICAL EN (CM)			PROMEDIO DEL DIÁMETRO HORIZONTAL EN (CM)		
		I	II	III	I	II	III
0 - 4.9	5	14	16	17	16	18	17
5 - 9.9	6	16	16	17	15	18	19
10 - 14.9	6	16	16	17	15	19	18
15 - 19.9	7	17	17	19	16	19	21
20 - 24.9	9	18	19	21	15	23	23
25 - 29.9	8	25	24	23	26	27	25
30 - 34.9	10	27	27	26	28	27	27
35 - 39.9	11	36	31	34	31	30	29
40 - 44.9	10	37	33	34	39	31	35
45 - 49.9	7	39	36	37	45	35	39
50 - 54.9	11	42	41	41	47	43	46

En el cuadro anterior se puede observar que, conforme aumenta el diámetro del tramo del fuste, aumenta también el número de vestíbulos, y las dimensiones del mismo, cada vestíbulo cubre la entrada de un túnel elaborado por Phassus triangularis, por lo tanto, obedece el patrón de la frecuencia de túneles dependiendo del diámetro y altura del fuste.

En cuanto a las dimensiones de los vestíbulos se han tomado tanto el diámetro vertical y horizontal del mismo, por lo que se pueden observar diámetros verticales de 14 hasta 41 cm. y diámetros horizontales de 16 hasta 47 cm. por lo que se determina que es relativamente más alargado horizontal que verticalmente.

Los vestíbulos están contruidos solamente por un estrato de partículas unidas con seda, haciéndolos frágiles y flexibles.

Se caracterizan por formar un espesor aproximado de 0.2 – 2.0 cm., dependiendo el estado de madurez de la larva, mientras mas madura sea mayor será el espesor del vestíbulo.

Durante la construcción de dichos vestíbulos, la larva sobrepone las astillas de tal forma que confecciona una estructura poco compacta, observándose algunos espacios pequeños sin astillas.

En el caso de que por cualquier motivo, se pierda el vestíbulo, en horas nocturnas la larva confecciona en primera instancia una cobertura compuesta totalmente de aserrín sujeto con seda.



Figura 7: Vestíbulo de Phassus triangularis, enseñando la entrada al túnel y el descortezamiento, (chiquival, San Carlos Sija, Quetzaltenango, 1999)

En la figura 7 se puede observar el descortezamiento alrededor de la entrada del túnel, el cual está recubierto por una estructura recién elaborada, se puede observar claramente la agregación de las astillas, sostenidas por ligeros hilos de seda producidos por la larva.

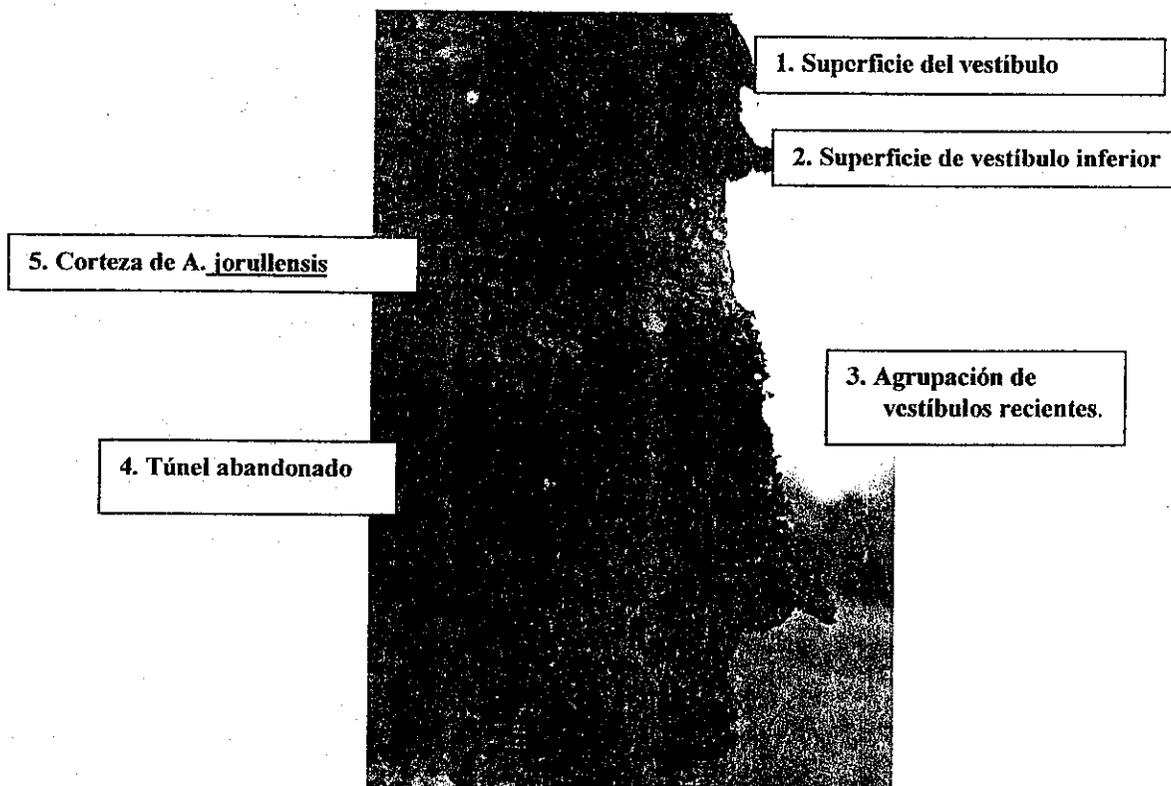


Figura 8: Daño ocasionado por Phassus triangularis en Alnus jorullensis HBK, presentando vestíbulos Viejos y nuevos, (Tojochan, Malacatancito, Huehuetenango, mayo de 1999.)

En la figura 8 se puede observar el número de túneles con su respectivo vestíbulo, presentados en un tramo del fuste de Alnus jorullensis HBK, se puede dar la impresión de la textura que presenta cada uno de ellos por la madurez de las larvas que se encuentran dentro del túnel, próximas a emerger, y dejando el fuste del árbol vulnerable a vientos fuertes y derribarse.

6.5. Características morfológicas y biológicas de Phassus triangularis.

6.5.1. Estado de huevo.

Los huevos no son depositados en un sustrato definido, sino que son dejados caer en forma errática por la hembra, son ovoides de color amarillento y se cambian a color negro aproximadamente de 12 a 14 horas después de la oviposición.

Durante el proceso de investigación, no fue posible observar la eclosión de las larvas, aunque según Chavarria (5), es de aproximadamente 25 – 28 días después de la oviposición (Figura 1A)

6.5.2. Estado de larva:

Phassus triangularis se empieza a estudiar en el estado de larva, presentando en los primeros estadios tamaños de 0.5 – 1 cm. de longitud, y características morfológicas como poseer cabeza negra, esclerotizada y prominente, observándose desproporcionada con respecto al resto del cuerpo. El tegumento es blanquecino cubierto con setas elongadas conspicuas.

Durante este período la coloración de vestíbulo que cubre la entrada al túnel, es un marrón claro y de dimensiones pequeñas, además de presentar espesor no mayor a 4mm.

Esta características es evidente en el periodo de agosto a junio del siguiente año, y es durante éste período de tiempo que se va dando metamorfosis en la larva, cambiando en primer lugar la tonalidad del tegumento, de blanquecino a marrón, la cápsula cefálica sigue siendo negra aunque ya no es prominente con relación al resto del cuerpo, y las setas van haciendo mas cortas y de menor densidad, se observan estas características en el periodo de julio a finales del mes de febrero del siguiente año. (figura 2A).

En resumen, el período larval es de aproximadamente 19 meses, y la larva se observa elaborando túneles dentro de la madera cuando alcanza una longitud aproximada de 0.5 cm. y llega a alcanzar hasta 10 – 12 cm. de longitud en los últimos estadios.

6.5.3. Estado de pupa.

El desarrollo a estado de pupa se da a partir de los primeros días del mes de marzo, durante este estado la pupa se ubica al final del túnel, pero aproximadamente a principios del mes de abril a principios del mes de mayo, la pupa asciende, hacia la sección longitudinal del túnel, observándose la región que comprende la cabeza el aparato bucal y el protórax desde el orificio de entrada al túnel.

A partir del ascenso de la pupa hacia la parte inicial de la sección longitudinal, entre los meses de abril y principios del mes de mayo, hasta emergencia del adulto entre los meses de mayo y finales de junio, la pupa demuestra ser sensible a los cambios en la intensidad de la luz y reacciona con un movimiento de retroceso hacia el final de túnel.

Las pupas observadas son de forma cilíndrica y color marrón oscuro, la región protoracica es negra y con protuberancia pequeñas, dando apariencia punteada y textura espesa, tienen una longitud aproximadamente hasta de 12 cm. y un diámetro de 1.3 cm. (Figura 3A)

Las exuvias pupales, presentan una coloración marrón oscuro y presentan un tamaño aproximado de 11 – 12 cm. en la mayoría de casos donde se ha dado la emergencia del adulto, queda colgando la exuvia sostenida regularmente por el vestíbulo. (Figura 1)

6.5.4. Emergencia del adulto:

Las pupas prestas a emerger se distinguen por colocar el tórax fuera de la entrada del túnel, observándose dicha característica alrededor de las tres de la tarde, regularmente acompañándose con las primeras lluvias que son posiblemente las que estimulan la emergencia, observándose aproximadamente como se mencionó anteriormente en los primeros días del mes de mayo hasta la última semana de junio, que es cuando se observan las exuvias pupales recién abandonadas.

Durante un largo periodo de tiempo se va colocando la pupa en la parte superior interna del vestíbulo, la cual es la que menor astillas presenta, y por medio de movimientos continuos logra traspasar dicha área.

Se coloca en esta posición la pupa alrededor de las 14:00 horas en la cual hace una sutura epicraneal, pudiendo emerger colocándose en una posición característica en la cual se cuelga de las patas delanteras desplegando las alas durante un tiempo de 20-25 minutos, hasta que estas se encuentran extendidas y endurecidas colocándoles en posición paralela al cuerpo (**Figura 4A**).

La captura de adultos se hizo factible gracias a la colocación de trampas elaboradas por el autor, y colocadas en el fuste del árbol principalmente cubriendo los vestíbulos que presentaban evidencias de actividad larval. Dichas trampas consistían en un fondo de alambre para mantener su consistencia y un forro de tela transparente (velo de novia), el cual se colocó por encima del vestíbulo (**Figura 9**).



Figura 9: trampa colocada en un fuste de Alnus Jorullensis HBK (Malacatancito, Huehuetenango, febrero de 1999).

Dichas trampas se colocaron en diferentes épocas y se supervisaban para mantenerlos en buen estado, esta actividad se detalla en el (cuadro 17 y 18).

Cuadro 17: Fecha de colocación de trampas, en el año de 1998 y captura de los insectos adultos de *P. triangularis*

Año de colocación de la trampa	Mes de captura del adulto.	Semanas que corresponden al mes	No. de trampas colocadas por estrato			No. de insectos capturados por trampa colocados en cada estrato		
			I	II	III	I	II	III
1998	M A Y O	1	-	-	-	-	-	-
		2	-	-	-	-	-	-
		3	7	10	6	-	-	-
		4	-	-	-	3	-	2

En el cuadro anterior se presenta que la tercera semana del mes de mayo fueron colocadas 23 trampas, distribuidas relativamente en base a la extensión de los diferentes estratos.

Para este año se pudieron capturar 5 adultos en la última semana del mes de mayo, distribuidos de la siguiente manera 3 adultos para el estrato I, y 2 adultos para el estrato III, para el estrato II no se obtuvo ningún adulto.

Se puede observar que quedó un remanente de 18 trampas para el año 1999, el cual se tuvo en observación, para poder mantenerlas en buen estado.

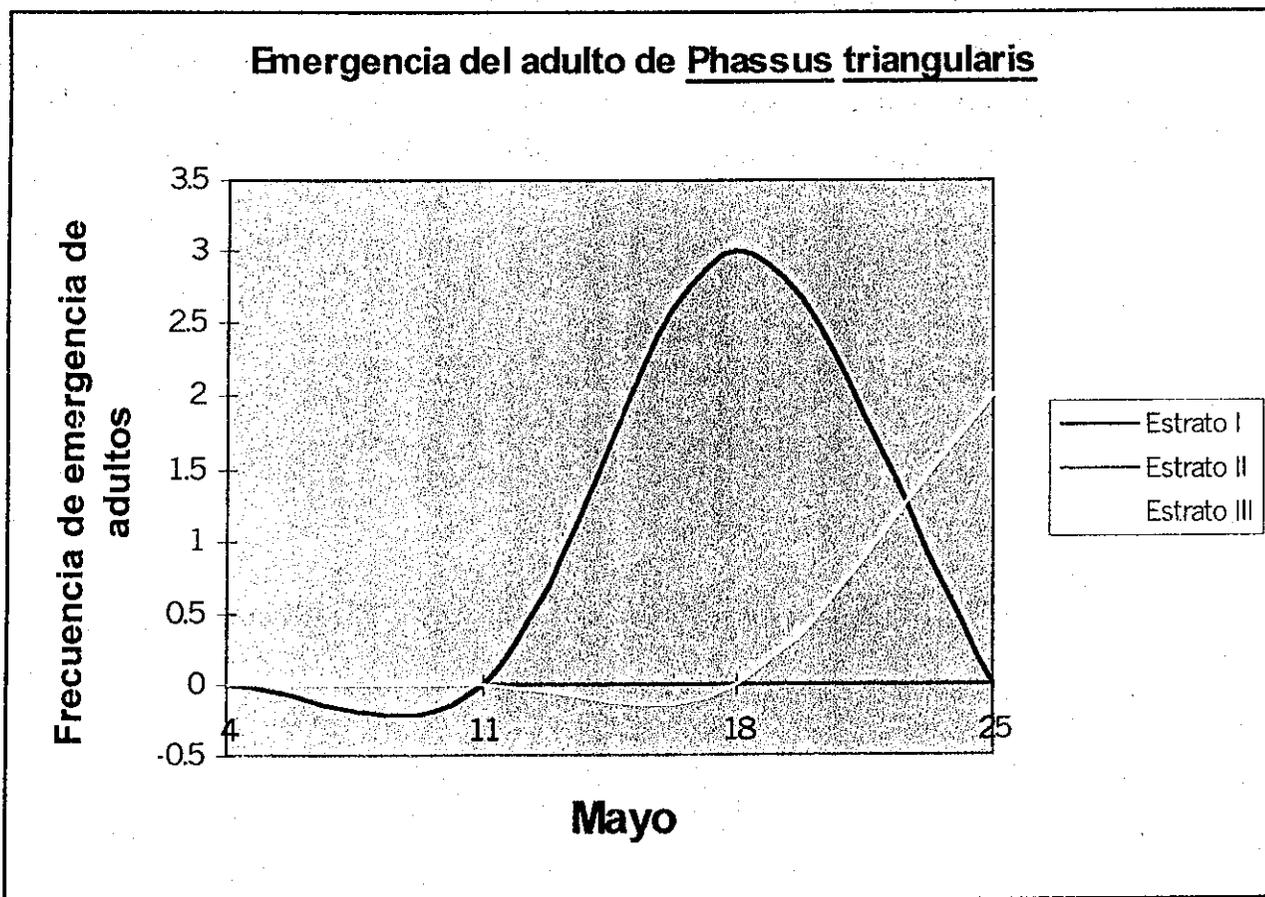


Figura 10. Frecuencia de la emergencia de los adultos de Phassus triangularis, durante el año 1998, en los tres estratos muestreados.

En la figura 10, se puede observar que se alcanzó la mayor emergencia aproximadamente entre los días correspondientes del 17 al 19 de mayo para el estrato I, y el 24 y 25 de mayo para el Estrato III.

El estrato III, no presentó ninguna fluctuación en cuanto a la emergencia. En los dos estratos que se presentan en la gráfica con emergencia, solamente se pudieron observar en el mes de mayo.

Cuadro 18: Fecha de colocación de trampas, en el año de 1999 y captura de los insectos adultos de *P. triangularis*

Año de colocación de la trampa	Mes de captura del adulto.	Semanas que corresponden al mes	No. de trampas colocadas por estrato			No. de insectos capturados por trampa colocados en cada estrato		
			I	II	III	I	II	III
1999	F E B R E R O	1						
		2	8	11	7			
		3	9	12	7			
		4						
1999	M A Y O	1				3	2	4
		2				1	3	2
		3				1	2	1
		4				5	6	5
1999	J U N I O	1				2	0	3
		2				1	0	0
		3				1	1	0
		4				0	0	0

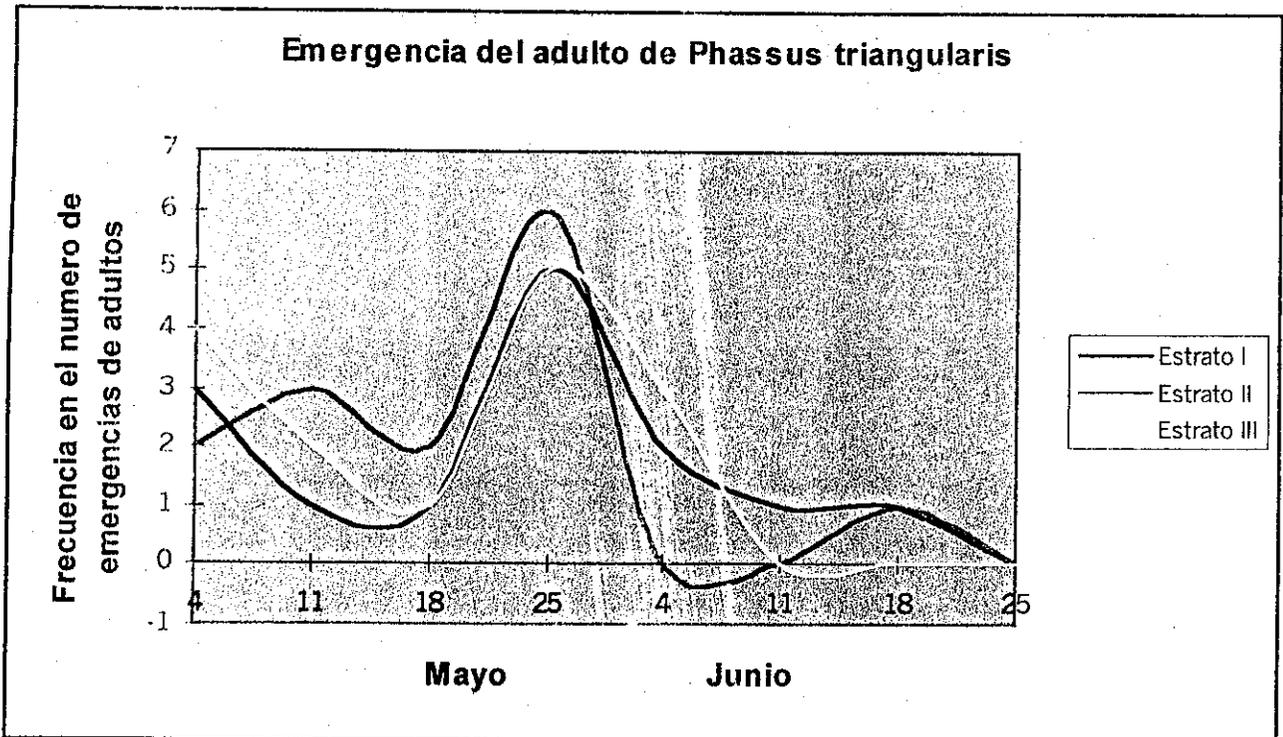


Figura 11: Frecuencia de la emergencia de los adultos de *Phassus triangularis*, durante el año de 1999, dentro de los estratos muestreados.

En el cuadro 18 se presentan un total de 43 adultos de *P. triangularis* capturados durante los meses de mayo y junio de 1999, distribuidos en los diferentes estratos.

Para el estrato I, en el mes de mayo se capturaron 10 adultos y para el mes de junio 4, haciendo un total de 14. En el estrato II, la captura de adultos para el mes de mayo fue de 13 y para el mes de junio fue de 1 haciendo un total de 14. En estrato III, para el mes de mayo se capturaron 12 adultos y en Junio 3, haciendo un total de 15, se observa que la mayor emergencia fue en el mes de mayo.

En total se puede contabilizar 48 adultos capturados, entre los años de 1998 y 1999, representando un 67% del número de trampas colocadas.

Se tiene un remanente de 29 trampas, las cuales fueron colocadas en febrero del presente año sobre túneles con larvas aún en los primeros estadios larvales, por lo que éstas emergerán hasta el año siguiente.

La colocación de trampas permitió contabilizar la fluctuación de la emergencia de adultos para el año 1999, presentando la mayor cantidad de emergencias entre los días comprendidos del 19 de mayo al 2 de junio.

En general el período de fluctuación al igual que el del año 1998, se estimula con las primeras lluvias de mayo. Por lo que se empieza a observar la emergencia a partir del 2 de mayo y terminándose aproximadamente del 17 al 22 de junio.

6.5.4.1. Características del adulto:

La palomilla de *P. triangulares* presenta una coloración compuesta por tonos negro, marrón y rosado, no se presenta dimorfismo sexual en la coloración, hay presencia de mancha blanca en las alas anteriores, de forma triangular en ambos sexos. Las antenas son filiformes, y las alas presentan un barreteado terminal. Existe dimorfismo sexual en el tamaño corporal, presentando mayor tamaño la hembra (Cuadro 19).

Cuadro 19: Dimensiones corporales de la especie de *Phassus triangularis*, por sexo y por estrato de muestreo.

Sexo	No. de muestras tomadas			Envergadura alar promedio por estrato (cm)			Longitud corporal promedio por estrato (cm)		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Hembras	12	7	9	16.4	16.2	16.3	7.6	7.5	7.5
Machos	5	7	8	15.5	15.5	15.7	7.8	7.8	7.8

En el cuadro 19, se puede observar las dimensiones de *Phassus triangularis*, para machos y para hembras, En el caso de las hembras presentaron una envergadura alar que oscila desde 16.2 cm hasta 16.4 cm, y para los machos desde 15.5. a 15.7 cm, lo cual significa que la hembra para ésta característica es mucho mayor aproximada en 0.7 cm.

Para el caso de la longitud corporal, las hembras oscilan de 7.5 a 7.6 cm. y los machos presentaron uniformidad en el largo de su cuerpo con 7.8 cm. aproximadamente 0.2 – 0.3 cm. mayor.

6.5.5. Oviposición.

Las hembras no necesitan de un estrato específico, sino que los dejan caer en forma errática o aleatoria conforme vuelan.

Las hembras de *P. triangularis* liberan los huevos con mucha facilidad, por movimientos vibratorios, acompañando el flujo de huevos con un levantamiento del abdomen hacia el dorso.

Se pudo observar debido a las trampas la expulsión de huevos por parte de las hembras aproximadamente 2 o 3 días después de la emergencia.

Los huevos expulsados muestran un color blanco brillante el cual va cambiando de tono a un gris oscuro y por ultimo a negro brillante, durante un tiempo aproximado de 16 – 20 hrs.

Los huevos son esféricos y se colocaron en varias cajas petri, para realizar un conteo de huevos, pudiéndose establecer de 8375 a 9525 huevos ovipositados por hembra, y presentando un tamaño aproximado de 0.1- 0.2 mm.

6.6. Características ambientales presentadas en el área de estudio.

Dentro del área de estudio se presentaron por estrato las siguientes características de precipitación, altitud y temperatura para el ciclo 98 – 99, como también la altitud promedio.

Cuadro 20: Características ambientales promedio, tomadas en cada estrato.

ESTRATO	UBICACIÓN DE LA ESTACION	PRECIPITACION ANUAL (mm)	TEMPERATURA PROMEDIO	ALTITUD PROMEDIO m.s.n.m.
I	Aguacatán	821.3	25.98 °C	1800
II	Malacatancito	723.11	26.01 °C	1725
III	Santa María Chiquimula	1273.74	18.56 °C	2400

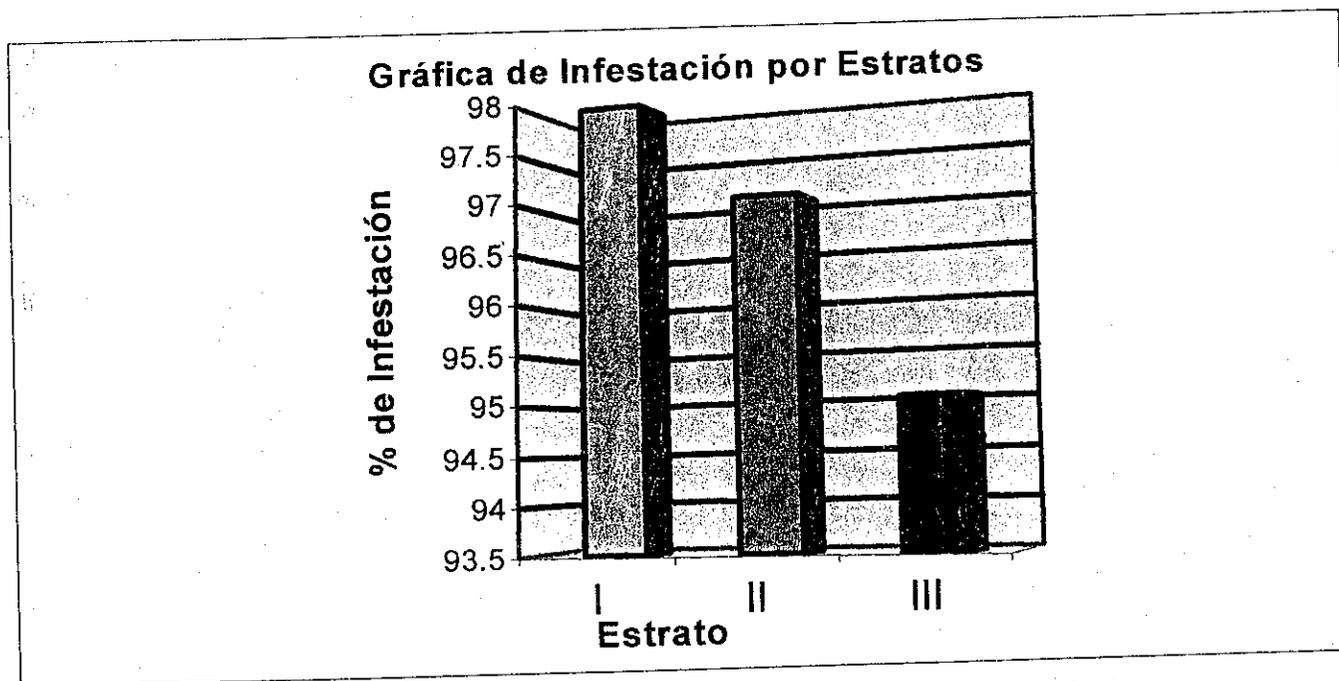


Figura 12: Porcentaje de infestación presentado en cada estrato muestreado de Alnus jorullensis HBK. ciclo 98 – 99.

Se puede determinar que debido a las condiciones climáticas del estrato I, el cual presenta una precipitación de 821.3 mm. Y una temperatura de 25.98°C, y una altitud promedio de 1800, infiere en la mayor incidencia de infestación, además las características climáticas que se presentan en éste estrato se encuentran intermedias en relación con las características del estrato II y el estrato III. El estrato II es el que presenta un segundo lugar en cuanto a características favorables para el desarrollo de Phassus triangularis, y el estrato III presenta las características climáticas en las que se encontró menor infestación y desarrollo del barrenador, aunque en términos generales, no se da una gran diferencia en cuanto a los otros estratos, en relación con la infestación..

Para el caso de las emergencias del adulto de Phassus triangularis, las primeras se dan en el estrato I y III, siendo además las de mayor número de emergencia durante el ciclo 98-99, según cuadro 17 y 18, además de que en éstos estratos se pueden observar las mayores precipitaciones.

7. CONCLUSIONES.

- 7.1. La especie de Barrenador estudiada pertenece al Orden Lepidóptera, la familia Hepialidae, del género Phassus y de la especie Phassus triangularis.
- 7.2. La especie del género Alnus infestada por el Phassus triangularis, es el Alnus jorullensis HBK. que se distribuye en pequeños rodales en toda el área de estudio.
- 7.3. La especie Phassus triangularis, se encuentra distribuida en la totalidad de las comunidades de Alnus jorullensis HBK. pudiéndose encontrar uniformemente en cualquiera de dichas comunidades.
- 7.4. Se logró inferir en la investigación que el ciclo de vida del insecto es de aproximadamente 24 – 26 meses, la eclosión de las larvas es de aproximadamente 25 – 28 días después de la oviposición, se estimó una duración aproximada del estado larval de 19 - 20 meses y una duración del estado de pupa de aproximadamente 2 - 3 meses.

La emergencia del adulto se da a partir de los primeros días del mes de mayo hasta la última semana de junio, pudiéndose empezar a ovipositar hasta aproximadamente de 2 a 3 días después de que ha emergido el adulto.

- 7.5. El daño ocasionado al Alnus jorullensis HBK. es ocasionado por Phassus triangularis, únicamente en el estado larval.

El insecto causa daño a la madera por la perforación de túneles que pueden llegar a tener dimensiones de 1.8 cm de diámetro y 27 cm. de longitud. deformando y deteriorando las trozas útiles del árbol, y en la mayoría estimulando el rebrote de ramas apicales.

En las ramas se da el daño, construyendo túneles que pueden llegar a medir hasta 1.5 cm. de diámetro y 9 cm. de longitud.

- 7.6. El túnel elaborado por larvas de Phassus triangularis, solamente es ocupado por una sola larva, que al emerger en su estado adulto, ya no se vuelve a ocupar por otra larva.

Además se da un descortezamiento alrededor de la entrada del túnel que al desaparecer el huésped, por la emergencia del adulto, le origina un abultamiento al fuste que le da mala conformación, o muchas veces fracturas en el caso de las ramas.

Debido a que el Aliso es una especie con alta capacidad de rebrote, se deduce que el descortezamiento que se da en el área alrededor del orificio de entrada al túnel, es para evitar que durante el tiempo que la larva se encuentre dentro del hospedero, ésta no selle rápidamente la entrada con la formación de nuevo material.

- 7.7. La distribución del insecto en el área de estudio es uniforme, se le puede encontrar en cualquier rodal de aliso, encontrando por lo menos una larva de Phassus triangularis en el 95% de árboles del rodal.

La infestación se da en un mismo árbol en diferentes tramos del fuste, ubicándose mayor cantidad de larvas, en el tramo que se encuentre a menos de 5 metros y donde el mismo posee el mayor diámetro de la troza. Se determinó que en diámetros de 50 a 55 cm. y alturas menores a los 5 metros, se pueden ubicar hasta un número de 6 larvas en diferentes estadios, y conforme se disminuye el diámetro y va aumentando la altura en el mismo árbol disminuye la presencia de las larvas.

En el caso de las ramas se da el mismo patrón de infestación, en la base se tienen los mayores diámetros, y es donde se da la mayor presencia de larvas de p. triangularis, aunque no con la misma cantidad, en diámetros de 13 a 16 cm. se pueden ver hasta un número de 3 larvas en sus diferentes estadios.

- 7.8. Las condiciones climáticas que se presentan en cada estrato de muestreo son altitud (1725 – 2400 m.s.n.m.), precipitación (723.11 – 1273.74mm.) y temperatura (18.56 – 26.01 °C), de las cuales es en las precipitaciones mayores donde se presentan las primeras y mayores emergencias del adulto.

7. CONCLUSIONES.

- 7.1. La especie de Barrenador estudiada pertenece al Orden Lepidóptera, la familia Hepialidae, del género *Phassus* y de la especie *Phassus triangularis*.
- 7.2. La especie del género *Alnus* infestada por el *Phassus triangularis*, es el *Alnus jorullensis* HBK. que se distribuye en pequeños rodales en toda el área de estudio.
- 7.3. La especie *Phassus triangularis*, se encuentra distribuida en la totalidad de las comunidades de *Alnus jorullensis* HBK. pudiéndose encontrar uniformemente en cualquiera de dichas comunidades.
- 7.4. Se logró inferir en la investigación que el ciclo de vida del insecto es de aproximadamente 24 – 26 meses, la eclosión de las larvas es de aproximadamente 25 – 28 días después de la oviposición, se estimó una duración aproximada del estado larval de 19 - 20 meses y una duración del estado de pupa de aproximadamente 2 - 3 meses.

La emergencia del adulto se da a partir de los primeros días del mes de mayo hasta la última semana de junio, pudiéndose empezar a ovipositar hasta aproximadamente de 2 a 3 días después de que ha emergido el adulto.

- 7.5. El daño ocasionado al *Alnus jorullensis* HBK. es ocasionado por *Phassus triangularis*, únicamente en el estado larval.

El insecto causa daño a la madera por la perforación de túneles que pueden llegar a tener dimensiones de 1.8 cm de diámetro y 27 cm. de longitud. deformando y deteriorando las trozas útiles del árbol, y en la mayoría estimulando el rebrote de ramas apicales.

En las ramas se da el daño, construyendo túneles que pueden llegar a medir hasta 1.5 cm. de diámetro y 9 cm. de longitud.

- 7.6. El túnel elaborado por larvas de Phassus triangularis, solamente es ocupado por una sola larva, que al emerger en su estado adulto, ya no se vuelve a ocupar por otra larva.

Además se da un descortezamiento alrededor de la entrada del túnel que al desaparecer el huésped, por la emergencia del adulto, le origina un abultamiento al fuste que le da mala conformación, o muchas veces fracturas en el caso de las ramas.

Debido a que el Aliso es una especie con alta capacidad de rebrote, se deduce que el descortezamiento que se da en el área alrededor del orificio de entrada al túnel, es para evitar que durante el tiempo que la larva se encuentre dentro del hospedero, ésta no selle rápidamente la entrada con la formación de nuevo material.

- 7.7. La distribución del insecto en el área de estudio es uniforme, se le puede encontrar en cualquier rodal de aliso, encontrando por lo menos una larva de Phassus triangularis en el 95% de árboles del rodal.

La infestación se da en un mismo árbol en diferentes tramos del fuste, ubicándose mayor cantidad de larvas, en el tramo que se encuentre a menos de 5 metros y donde el mismo posee el mayor diámetro de la troza. Se determinó que en diámetros de 50 a 55 cm. y alturas menores a los 5 metros, se pueden ubicar hasta un número de 6 larvas en diferentes estadios, y conforme se disminuye el diámetro y va aumentando la altura en el mismo árbol disminuye la presencia de las larvas.

En el caso de las ramas se da el mismo patrón de infestación, en la base se tienen los mayores diámetros, y es donde se da la mayor presencia de larvas de p. triangularis, aunque no con la misma cantidad, en diámetros de 13 a 16 cm. se pueden ver hasta un número de 3 larvas en sus diferentes estadios.

- 7.8. Las condiciones climáticas que se presentan en cada estrato de muestreo son altitud (1725 – 2400 m.s.n.m.), precipitación (723.11 – 1273.74mm.) y temperatura (18.56 – 26.01 °C), de las cuales es en las precipitaciones mayores donde se presentan las primeras y mayores emergencias del adulto.

8. RECOMENDACIONES

- 8.1. Es necesario realizar un monitoreo a gran escala para detectar otros puntos potenciales y si hay daño en otras especies de Aliso.
- 8.2. Es necesario recopilar información detallada a nivel de campo o de laboratorio, sobre los posibles enemigos naturales que pueda tener la especie barrenadora, para poder prevenir y combatir posibles focos de infestación que puedan llegar a nivel de plaga.
- 8.3. Basándose en toda las investigaciones realizadas sobre el gusano barrenador y las especies de *Alnus* infestadas, establecer el manejo silvicultural que se le debe dar a cada rodal.
- 8.4. Realizar trabajos de investigación sobre los daños económicos que provoca el gusano barrenador del Aliso, en las diferentes regiones donde se presenta infestación.

9. BIBLIOGRAFIA.

1. ALVAREZ, C. 1988. Tamaño de muestras: procedimientos usuales para su determinación. Tesis Mag. Sc. Chapingo, México, Colegio de Posgraduados, Instituto de Enseñanza e Investigaciones en Ciencias Agrícolas. 161 p.
2. BARFIEL, C. 1989. El muestreo del manejo integrado de plagas. En manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura. Ed. por A. Keith, J. Quezada. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. P. 46-183.
3. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (C.R.). 1984. Especies para leña, arbustos y árboles para la producción de energía. Turrialba, Costa Rica. 343 p.
4. _____ 1987. Silvicultura para especies promisorias para leña. Turrialba, Costa Rica. 184 p.
5. CHAVARRIA, G. 1989. Biología de las especies de la familia Hepialidae en las localidades de elevación media en Costa Rica. Tesis Lic. Biología Tropical. Costa Rica, Universidad Nacional de Costa Rica. 161 p.
6. CORONADO, R.; MARQUEZ, A. 1990. Introducción a la entomología. México, Limusa. 282 p.
7. COULSON, R.; WITTER, J. 1990. Entomología forestal. México, Limusa. 751 p.
8. CRONQUIST, A. 1981. An integrated system of classification the flowering plants. EE.UU. Columbia University Press. 1262 p.
9. CRUZ S., J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
10. GALVEZ, J. 1995. Estudio preliminar de las poblaciones de aliso (*Alnus* spp.) y las especies arbóreas y arbustivas asociadas, en el departamento de Huehuetenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 99 p.
11. GUATEMALA. INSITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1972. Atlas nacional de Guatemala. Guatemala. 82 p.
12. INSTITUTO TECNOLOGICO DE COSTA RICA. DEPARTAMENTO DE INGENIERIA FORESTAL. s.f. Especies forestales tropicales: jaúl. Costa Rica. Cuadernos Científicos y Tecnológicos, no. 1. p.1-9.

13. KUZNETSOV, I.; STEKOLNIKOV, A. 1979. The system and evolution of infraorder in the light of the functional morphology of the genitalia. *Applied Entomology*. (New Zealand), 57(4): 87-90.
14. LAMPRECHT, H. 1990. *Silvicultura en los trópicos*. Trad. Antonio Carrillo. Alemania, s.n. p. 252-254.
15. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1978. *Manejo y control de plagas de insectos*. México, Limusa. 522 p.
16. NIELSEN, D. 1981. Studying biology and control of borers attacking woody plants. *Entomology Social Ambiental*. (New Zealand). 27(4):58-251.
17. SIMMONS, C.H.; TARANO, J.; PINTO, J. 1959. Clasificación a nivel de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. p. 357-364.
18. STANDLEY, P.; STEYERMARC, J. 1946. *Flora of Guatemala*. Chicago, E.E.U.U., Field museum of Natural History, fieldiana Botany. v. 24, p. 113-139.
19. STEHR, F. 1987. *Taxonomía de insectos inmaduros*. Iowa. E.E.U.U., Universidad del Estado de Michigan. Departamento de Entomología. 754p.



vo. B°.

Aracelis De La Roca

10. APENDICE.

Biología del barrenador del Aliso Phassus triangularis

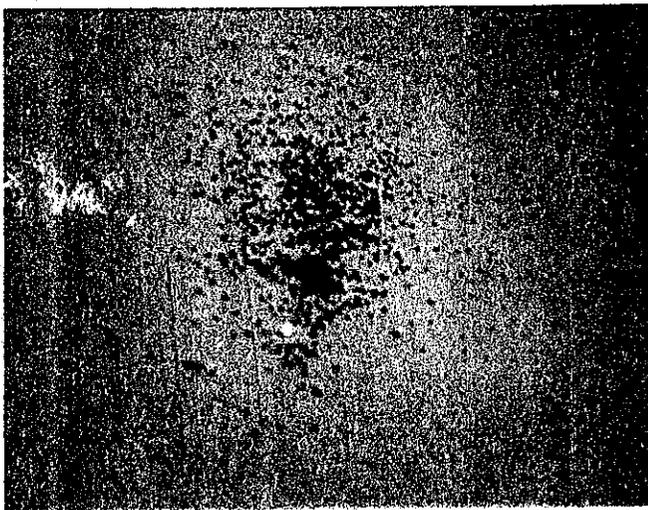


Figura 1A: Huevos de Phassus triangularis, doce horas después, Chiquival, San Carlos Sija, Quetzaltenango. Mayo de 1999.

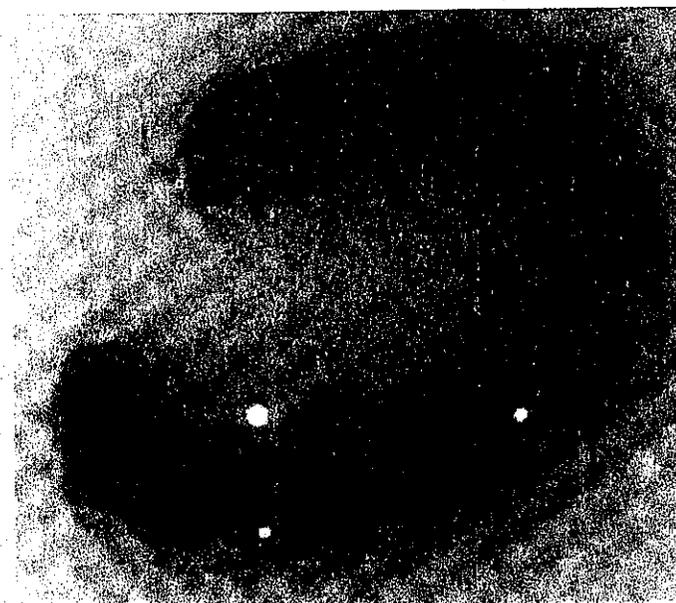


Figura 2A: Larva de Phassus triangularis de aproximadamente 16 meses de edad, San Bartolo Aguas Calientes, Totonicapán 1999.



Figura 3A: Pupa de Phassus triangularis de aproximadamente 20 días, San Bartolo Aguas Calientes, Totonicapán, abril de 1999.



Figura 4A: Adulto macho de tres días, Malacatancito, Huehuetenango, Mayo de 1999.

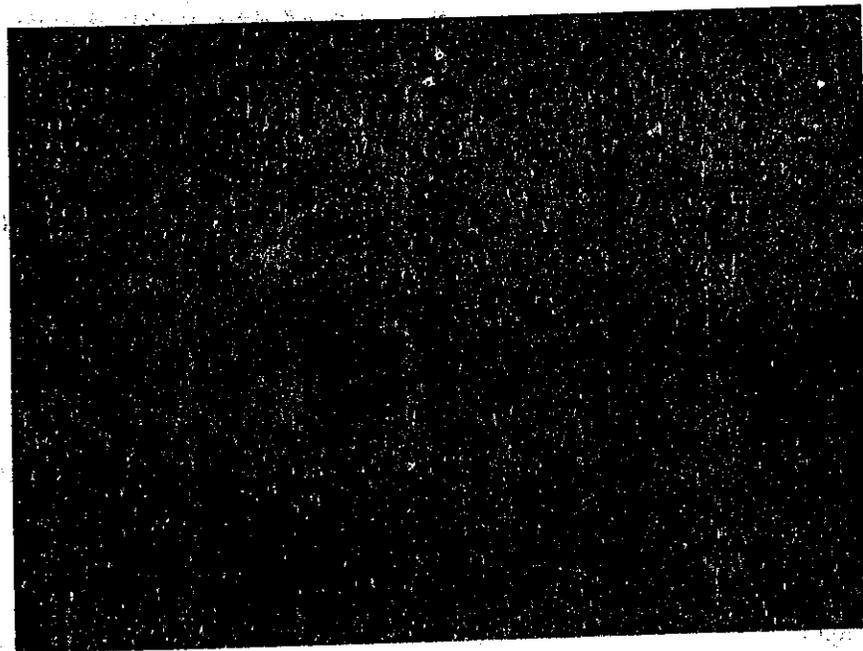


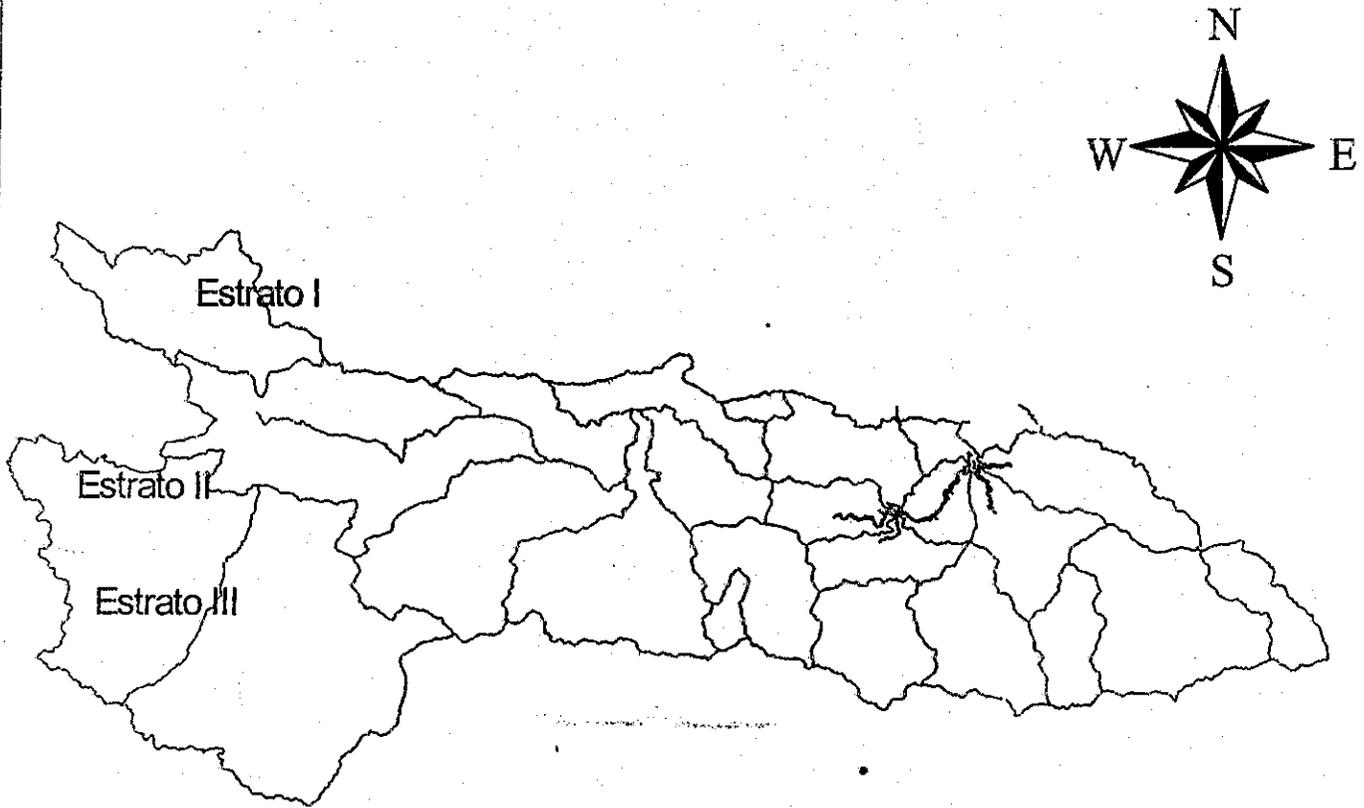
Figura 5A: Hembra en proceso de oviposición, Chiquival, San Carlos Sija, Quetzaltenango, mayo de 1999

Cuadro 1A. Nombre de la hoja cartográfica utilizada para determinación la ubicación de rodales de *Alnus*.

NOMBRE DE LA HOJA CARTOGRAFICA	REFERENCIAS
Chiantla	1962 III
Nebaj	1962 II
Huehuetenango	1961 IV
Momostenango	1961 III

Fuente: Instituto Geográfico Nacional

Figura 6A: Mapa de la Cuenca Alta del Río Chirroy y ubicación de Estratos.



Escala 1:500000

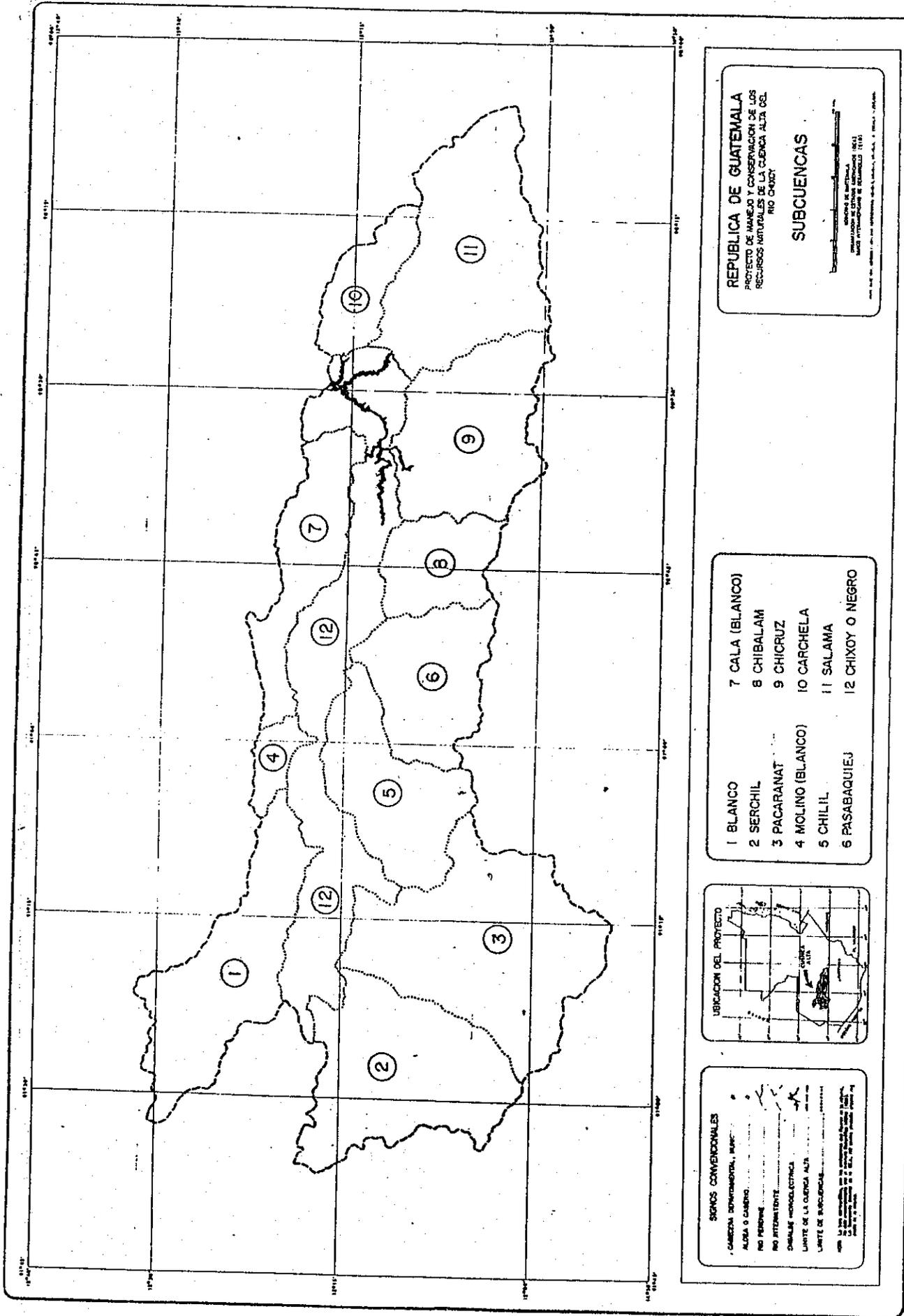


Figura 7A: Ubicación de la cuenca del río Chixoy en el territorio Nacional.



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "DETERMINACION, BIOLOGIA Y DAÑO DEL GUSANO BARRENADOR
(Lepidoptera: Hepialidae) DEL ALISO (Alnus jorullensis
HBK) EN LA PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RIO CHIXOY".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: EDGAR FERNANDO GRANADOS MERIDA

CARNET No: 9113712

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Negli R. Gallardo Pérez
Ing. Agr. Aníbal B. Martínez Muñoz
Ing. Agr. Boris A. Méndez Paiz
Ing. Agr. Guillermo A. Soria Cabrera

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. Adalberto B. Rodríguez García ASESOR Ing. Agr. M.Sc. Alvaro Hernández Dávila ASESOR

ALVARO GUSTAVO HERNANDEZ DAVILA
ING. AGRONOMO
COLEGIADO # 602

Ing. Agr. M.Sc. Alvaro Hernández Dávila
DIRECTOR DEL IIA.



I M P R I M A S E

Ing. Agr. M.Sc. Edgar Oswaldo Rivera
DECANO



cc:Control Académico
Archivo
AH/prr.

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.
TEL/FAX (502) 476-9794

e-mail: ilusac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>