

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS



**UN ESQUEMA DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS  
APLICADO AL COMBATE DE LA PALOMILLA DE LOS  
BROTOS DE PINO *Rhyacionia frustrana* (Comstock)  
(Lepidóptera:Tortricidae), EN PLANTACIONES DE  
*Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis.**

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

MANUEL DE JESÚS DEL VALLE CANO

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

Guatemala, noviembre de 2002

# **UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

## **RECTOR**

**Dr. Luis Alfonso Leal Monterroso**

## **JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

<b>DECANO:</b>	<b>Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera</b>
<b>VOCAL PRIMERO:</b>	<b>Ing. Agr. Walter Estuardo García Tello</b>
<b>VOCAL SEGUNDO:</b>	<b>Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle.</b>
<b>VOCAL TERCERO:</b>	<b>Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro Ortíz</b>
<b>VOCAL CUARTO:</b>	<b>Br. Wener Armando Ochoa Orozco</b>
<b>VOCAL QUINTO:</b>	<b>Br. Juan Manuel Corea Ochoa</b>
<b>SECRETARIO:</b>	<b>Ing. Agr. Edil René Rodríguez Quezada</b>

Guatemala,  
Noviembre de 2002.

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

**Distinguidos miembros**

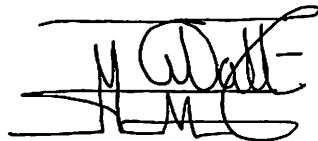
De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado:

**UN ESQUEMA DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS  
APLICADO AL COMBATE DE LA PALOMILLA DE LOS  
BROTOS DE PINO *Rhyacionia frustrana* (Comstock)  
(Lepidóptera: Tortricidae), EN PLANTACIONES DE  
*Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis.**

Presentado como requisito previo para optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

En espera de su aprobación aprovecho la ocasión para suscribirme de ustedes,

Atentamente,



**Manuel de Jesús del Valle Cano**

## **ACTO QUE DEDICO**

**A:**

**DIOS** *Omnipotente, fuente de toda sabiduría, que a puesto a mi disposición el conocimiento y la fortaleza necesaria para alcanzar esta meta. A ti infinitas gracias.*

**MIS PADRES:** *Sarvelio N. Del Valle Estrada, en agradecimiento a sus esfuerzos y sacrificios realizados para mi superación. Este logro es tan solo una pequeña recompensa al apoyo incondicional que siempre me ha brindado.*

*Magnolia Cano Cano (Q.E.P.D.), como un homenaje póstumo a su memoria. Que de su amor y consejos hacía mi, nunca me olvido. Sus designios, hoy se ven parcialmente complacidos.*

**MI ESPOSA:** *Daly M. Ramírez Rivera de del Valle, con todo mi amor.*

**MIS HIJOS:** *Manuel de Jesús y César Eduardo, para que este sea un ejemplo de perseverancia a seguir.*

**MIS HERMANAS:** *Miriam, Paty y Siomara. Con cariño.*

**MIS SOBRINOS:** *Manuel José, José René, Karen Lucía, Diana Lucía, Josué Javier.*

**MIS TIOSY  
PRIMOS:** *Con gratitud y cariño.*

**MIS COMPAÑEROS  
Y AMIGOS:** *Gracias por su amistad y apoyo.*

## AGRADECIMIENTO

La realización de este trabajo no habría sido posible sin el decidido apoyo de la empresa Reforestadora Industrial, S.A. , - **Refinsa** -, el permanente estímulo de su gerente Ing. Gustavo Adolfo Sinibaldi Humphrey, así como la importante colaboración de su personal técnico administrativo; especialmente del Ingeniero Agrónomo Luis Roberto Sánchez Velásquez, quien participó en la revisión del texto final.

También se hace una mención muy especial para el Ingeniero Agrónomo Msc. Alvaro Gustavo Hernández Dávila, quien siempre me apoyo en el trabajo de campo; así como, en el diseño y revisión del informe final.

A todos ellos se les agrade su participación y contribución en la preparación de este informe.

## CONTENIDO GENERAL

	Página
INDICE DE CUADROS	VIII
INDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN	X
1. INTRODUCCIÓN	01
2. JUSTIFICACIÓN	03
3. MARCO TEORICO	05
3.1 Marco Conceptual	05
3.1.1 <i>Pinus caribaea</i>	05
3.1.2 <i>Rhyacionia frustrana</i> (Comstock)	09
3.2 Marco referencial	17
3.2.1 Descripción General del área	17
3.2.2 Antecedentes de las plantaciones de <i>Pinus caribaea</i> Morelet var. hondurensis establecidas por <b>Refinsa</b> en Livingston, Izabal	21
4. OBJETIVOS	28
4.1 Objetivo general	28
4.2 Objetivos específicos	28
5. METODOLOGÍA	29
5.1 Determinación del universo del estudio	29
5.2 Establecimiento de enlaces	29
5.3 Recopilación de información	29
5.4 Manejo y análisis de la información	29
5.5 Investigación de campo: Fase exploratoria	30
5.6 Investigación de campo: Fase de expansión y prueba	30
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
6.1 Caracterización cualitativa y cuantitativa de <i>Rhyacionia frustrana</i> (Comstock)	31
6.1.1 Taxonomía y principales características bioecológicas de <i>Rhyacionia frustrana</i> (Comstock) bajo la condiciones de Las plantaciones de <i>Pinus caribaea</i> Morelet var. hondurensis de Livingston, Izabal	31
6.1.2 Características del daño ocasionado por la PBP	39
6.2 Niveles críticos de decisión adoptados para el manejo y control integrado de <i>Rhyacionia frustrana</i> (Comstock)	46
6.3 Modelos conceptuales de manejo integrado de plagas como base para el manejo de las poblaciones de la palomilla del brote de pino	48

	<b>Página</b>
6.4 Propuesta de un modelo de manejo integrado de <i>Rhyacionia Frustrana</i> (Comstock)	51
6.5 Aplicación del MIPRF en las plantaciones de <i>Pinus caribaea</i> Morelet var. hondurensis	53
6.5.1 Procesos previos a la aplicación del manejo integrado	55
6.5.2 Plan de manejo integrado de <i>Rhyacionia frustrana</i> (Comstock) implementado en las plantaciones de <i>Pinus caribaea</i> Morelet var. hondurensis	55
7. CONCLUSIONES	58
8. RECOMENDACION	60
9. BIBLIOGRAFIA	61
10. APÉNDICE	65

## INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Marco referencial de las plantaciones de <i>Pinus caribaea</i> Morelet var. hondurensis, establecidos por Refinsa, en Livingston, Izabal	27
Cuadro 2. Localidades y hospederos que se han registrado con Presencia de la PBP, dentro del área de acción de Refinsa, 2002.	35
Cuadro 3. Categorización de larvas de por <i>Rhyacionia frustrana</i> (Comstock) (Lepidóptera: Tortricidae) por tamaño, tanto para su reconocimiento a nivel de campo, con fines de monitoreo	41
Cuadro 4. Guía para el reconocimiento de brotes infestados por <i>Rhyacionia frustrana</i> (Comstock) (Lepidóptera: Tortricidae) en plántulas y árboles de <i>Pinus caribaea</i> Morelet var. hondurensis	4i
Cuadro 5. Tipos de daños causados por <i>Rhyacionia frustrana</i> (Comstock) (Lepidóptera: Tortricidae) en plántulas y árboles jóvenes de <i>Pinus caribaea</i> Morelet var. hondurensis	42
Cuadro 6. Variación del porcentaje de infestación de <i>Rhyacionia frustrana</i> (Comstock) (Lepidóptera: Tortricidae) en árboles de <i>Pinus caribaea</i> Morelet var. hondurensis, en los proyectos de reforestación de Livingston, Izabal. 1994-96.	43
Cuadro 7. Número de brotes por árbol de <i>Pinus caribaea</i> Morelet var. hondurensis infestados por <i>Rhyacionia frustrana</i> (Comstock) (Lepidóptera: Tortricidae), en los proyectos de reforestación de Livingston, Izabal.	43
Cuadro 8A Precipitación total mensual y anual en mm. Estación Las Flores, Livingston, Izabal.	66
Cuadro 9A Días de Precipitación. Estación Las Flores, Livingston, Izabal	67
Cuadro 10A Temperatura media. Promedio mensual y anual en grados Centígrados. Estación Las Flores, Livingston, Izabal	68
Cuadro 11A Temperaturas absolutas máximas y mínimas (°C). Estación Las Flores, Livingston, Izabal	69
Cuadro 12A Promedio de humedad relativa (%). Estación Las Vegas, Livingston, Izabal.	70

## INDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1.	Distribución de la palomilla de los brotes de pino dentro de los Estados Unidos	10
Figura 2.	Ubicación de los proyectos de reforestación	18
Figura 3.	Genitalia masculina de <i>Rhyacionia frustrana</i> (Comstock) Vanación del ala anterior de <i>Rhyacionia frustrana</i> (Comstock)	32
Figura 4.	Estadios de <i>Rhyacionia frustrana</i> (Comstock)	33
Figura 5.	Distribución de <i>Rhyacionia frustrana</i> (Comstock) en Guatemala	37
Figura 6	Dinámica de <i>Rhyacionia frustrana</i> (Comstock) en el proyecto de Reforestación Toquelá, Livingston, Izabal. 1989/91	38
Figura 7.	Características del daño ocasionado por larvas de <i>Rhyacionia frustrana</i>	40
Figura 8.	Variación del % de infestación causado por <i>Rhyacionia frustrana</i> (Comstock) en árboles de <i>Pinus caribaea</i> Morelet var. hondurensis, en Livingston Izabal. 1994	44
Figura 9.	Variación del % de infestación causado por <i>Rhyacionia frustrana</i> (Comstock) en árboles de <i>Pinus caribaea</i> Morelet var. hondurensis, en Livingston Izabal. 1995.	44
Figura 10.	Modelo jerárquico del manejo integrado de plagas forestales en Plantaciones de pino.	49
Figura 11	Estructura del modelo conceptual general de un sistema de manejo de plagas forestales	49
Figura 12	Modelo de un sistema de manejo de plagas en una plantación forestal con base a la investigación aplicada	51
Figura 13.	Propuesta de un modelo de manejo integrado de <i>Rhyacionia frustrana</i> (Comstock).	52
Figura 14.	Aplicación del modelo de manejo integrado de <i>Rhyacionia frustrana</i> (Comstock) y su implementación en los proyectos de reforestación	54

**UN ESQUEMA DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS APLICADO AL COMBATE DE LA PALOMILLA DE LOS BROTES DE PINO *Rhyacionia frustrana* (Comstock) (Lepidóptera:Tortricidae) EN PLANTACIONES DE *Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis.**

**INTEGRATED PEST MANAGEMENT SYSTEM APPLICABLE TO CONTROL NANTUCKET PINE TIP MOTH *Rhyacionia frustrana* Comstock (Lepidóptera:Tortricidae) IN FOREST CROPS OF *Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis.**

## RESUMEN

En Livingston, Izabal, se encuentran las plantaciones más numerosas y extensas de *Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis del país. Se han establecido desde 1984, como una estrategia para detener la deforestación y atender las futuras demandas de madera. Considerando que, además de las prácticas de preparación del sitio y algunas prácticas de manejo, no se han aplicado técnicas de mejoramiento del suelo, el pino caribe a mostrado; en general, niveles de sobrevivencia aceptables. Por tal motivo, algunos han considerado las plantaciones como un éxito. Existen dudas; sin embargo, de la actual área de las plantaciones y del volumen de madera producido. La razón de estas dudas reside en que la mayoría de los propietarios no protegen sus plantaciones ni mantienen un buen registro de éstas; y como resultado, el sistema ha dado muestras de inestabilidad, siendo la más grave la ocurrencia de plagas y enfermedades, por lo que la mayor parte de estas plantaciones rinden volúmenes muy bajos comparados con su capacidad productiva.

*Rhyacionia frustrana* (Comstock), también conocida como la palomilla de los brotes de pino (PBP), ha sido reportada como una de las plagas más importantes de viveros y plantaciones de *P. caribaea* de esta región de Izabal. El daño lo provocan las larvas al alimentarse de yemas terminales o laterales, así como también al barrer ar los brotes tiernos. En respuesta al daño el árbol produce de dos a seis rebrotes que ocasionan deformaciones en el fuste y retardan el crecimiento del árbol. La incidencia de esta plaga ha sido clasificada como severa, dado a que los niveles relativos de infestación resultaron ser sumamente altos. Es el caso, del proyecto de reforestación Cienaga II (1995), que a la edad de 2 años y con una densidad de plantación de 1950 árboles por hectárea, alcanzó tasas de incidencia de la PBP, que fluctuaron entre el 30 y 91% de los árboles.

Por tanto, resulta obvio que los brotes de la PBP en esta localidad, están influenciando de manera particular el crecimiento posterior de los rodales de pino caribe, el cual se refleja en una disminución de la altura y diámetro de los árboles. El manejo integrado de *R. frustrana* puede realizarse mediante diferentes estrategias de prevención y de supresión; utilizando distintos métodos de control. La implementación de este enfoque en la protección de los viveros y plantaciones forestales se apoya en los estudios básicos sobre sistemática, biología y ecología de *R. frustrana*; de manera que permita identificar las características más importantes de estos insectos y su incidencia en los sistemas forestales. Esta información se vincula con actividades de diagnóstico, monitoreos y toma de decisiones en manejo integrado de plagas forestales.

De la información analizada, fue abstraído un modelo de manejo integrado de plagas, el cual se propone como una herramienta de apoyo en la toma de decisiones para el control de la PBP; de manera que garantice la sostenibilidad ecológica, económica y empresarial de las plantaciones de pino caribe. Sabemos que los desafíos inmediatos para la puesta en práctica de los principios del MIP en el manejo de las plantaciones forestales, radican en superar los problemas derivados de la actitud de los propietarios de las plantaciones y de las políticas del sector forestal existentes. Sin embargo, se espera que conforme aumente el valor de las plantaciones y los productos forestales, aumente la aplicación del MIP en los diferentes ecosistemas forestales de Guatemala.

## 1. INTRODUCCIÓN

Guatemala enfrenta actualmente una deforestación anual en el orden de las 82,000 hectáreas, hecho atribuido a varias causas. Por tal fenómeno la cobertura forestal se ha reducido significativamente, señalándose actualmente que sólo el 34% de las áreas de vocación forestal están cubiertas con bosques (17).

En términos económicos, la deforestación, por no ser un proceso planificado, ordenado y deseado, se constituye en un gran obstáculo para el desarrollo de uno de los sectores productivos más promisorios del país, el forestal.

Para reducir la deforestación se requiere incorporar los bosques naturales al manejo productivo y ampliar la cobertura de las plantaciones en áreas de vocación forestal, lo que demanda un aumento de las inversiones privadas en el sector forestal.

Sin embargo, un rasgo distintivo de la actividad forestal es el largo plazo en el que opera y asociado a él, el riesgo de que las condiciones sociales, económicas y políticas cambien es muy grande, de allí que el manejo forestal sea poco atractivo para un agente económico privado sobre todo si se le compara con otras actividades productivas. A ello hay que agregar los valores no monetarios que se derivan de dicha producción: producción de agua, conservación de la biodiversidad, belleza escénica, conservación de los suelos, protección de cuencas, regulación del régimen hidrológico y otros; que no repercuten en ingresos directos a los dueños de bosques. Asimismo, el precio de los productos forestales en el mercado determinado por la oferta –hasta ahora ilimitada- de los productos forestales tradicionales, no reconoce la reproducción del producto extraído, lo que imposibilita oportunidades de producción forestal sostenible. Esta limitación se considera que puede ser corregida cuando en el análisis se incorporan externalidades positivas. Con base en lo anterior se puede decir que la actividad forestal necesita ser apoyada, incentivada y fomentada desde sus inicios por el Estado. Todo esto se puede materializar mediante diferentes tipos de instrumentos, siendo uno de ellos el económico al establecimiento y mantenimiento de plantaciones con fines industriales, cuyos productos tengan posibilidades de entrar a participar en mercados nacionales, regionales y/o mundiales emergentes (18).

En efecto; en el marco de las antiguas leyes forestales (Decretos Números 58-74, 118-84 y 70-89) y a través del Programa de Incentivos Fiscales, el estado ha operativizado su contribución a la actividad productiva forestal, fomentando la creación de masas críticas de plantaciones para el desarrollo de una industria forestal competitiva a nivel de mercados emergentes. Ello basado en la exoneración del impuesto sobre la renta, de manera que esos recursos contribuyan a mejorar la rentabilidad de la actividad.

Con el advenimiento del programa de Incentivos Fiscales, de 1974 a 1996 se plantaron 18,590.97 hectáreas en todo el país, de las cuales el 21.68% (4,030.79 hectáreas) fueron establecidas mediante los servicios de reforestación de la entidad Reforestadora Industrial, Sociedad Anónima, - **Refinsa** -. Dentro de ello destaca el hecho de que 1,653.30 hectáreas se establecieron en ocho diferentes unidades productivas en el municipio de Livingston, Izabal, utilizando la especie ***Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis** (8, 14, 36).

El ***P. caribaea*** es una especie de pino que ha sido utilizada ampliamente en programas de reforestación en el municipio de Livingston, Izabal; debido a la gran diversidad de usos de su madera y a su crecimiento rápido. Su utilización en estos sitios generalmente ha dado mejores resultados que el uso de especies latifoliadas. El desarrollo forestal de estas fincas se basa en la obtención de la máxima cantidad posible de madera industrial, en la urgencia de prevenir las consecuencias del deterioro ambiental de los terrenos y en la necesidad de coadyuvar a aumentar la participación del sector forestal en la economía nacional, a través de la generación de empleo y el incremento de la producción.

El objetivo del presente trabajo es dar a conocer el comportamiento de la palomilla de los brotes de pino ***Rhyacionia frustrana*** (Comstock) (Lepidóptera: Tortricidae) en las plantaciones de ***Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis**, establecidas en el municipio de Livingston, Izabal; así como, proponer un modelo de manejo integrado con opciones o alternativas que reduzcan la alta infestación de esta plaga, con un enfoque ecológico y económico.

## 2. JUSTIFICACION

El aumento de la superficie con plantaciones de *P. caribaea* en el municipio de Livingston, Izabal; ha incrementado a su vez el peligro de plagas y enfermedades, que podrían causar serias pérdidas a la economía forestal de la región. De allí la importancia de que los técnicos y empresarios forestales tengan un conocimiento básico sobre protección forestal, con el fin de aplicar medidas oportunas que atenúen el riesgo y permitan obtener una mayor rentabilidad.

En efecto, la cantidad y calidad de alimentos disponibles en las plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis, establecidas en el municipio de Livingston, Izabal, ha dado por resultado brotes epidémicos de insectos tales como el zompopo *Atta* sp (Hymenóptera:Formicidae), la palomilla de los brotes de pino (PBP) *Rhyacionia frustrana* (Comstock) (Lepidóptera:Tortricidae), la mosca sierra *Zadiprion vallicola* Rohwer (Hymenoptera: Diprionidae), el gorgojo esculpidor del pino *Ips calligraphus* Germar (Coleóptera: Scolytidae) y el gorgojo descortezador del pino *Dendroctonus frontalis* Zimmermann (Coleóptera: Scolytidae). Estos insectos han ocasionado graves daños a las plantaciones y se prevé que este riesgo será mayor a medida que aumenten las zonas destinadas a plantaciones.

Para combatir esta amenaza biológica, es necesario investigar, obtener información básica y aplicada de las plagas, estudiar su biología y comportamiento, evaluar los daños y ejercer vigilancia continua para la detección de nuevos brotes en las tierras destinadas a las plantaciones. A la larga habrá que formular las medidas de protección forestal a través de un plan de manejo integrado de plagas, que permitan mantener las poblaciones de estos insectos a niveles inferiores a los que causarían daño económico.

El presente trabajo da a conocer algunos aspectos generales de la biología y ecología de *R. frustrana* en la zona de Livingston, Izabal. En él también se dan detalles del entorno económico que puede influenciar la toma de decisiones con relación al control de esta plaga y proporciona el diseño de un plan de manejo integrado de *R. frustrana*, basado en los conocimientos y experiencias que **Refinsa**, ha obtenido en las fincas Toquelá, El Recreo, Ciénaga, La Libertad, Ciénaga II y Las Flores, situadas dentro de esta jurisdicción.

Se trata que las estrategias de manejo y control implementadas dentro de este programa se apoyen al máximo en las fuerzas naturales que regulan la incidencia y densidad de la plaga y a la vez que utilicen las prácticas silviculturales de manera que interfieran con el desarrollo de plaga.

En el plan de manejo integrado de la PBP se sugieren tanto, métodos de carácter preventivo, como curativos, adaptados a las condiciones ecológicas, recursos y circunstancias socioeconómicas de los proyectos. Así mismo, se reportan niveles de daño preliminar, para determinar el momento de intervenir con los métodos curativos.

En todo caso, persiguen conservar el medio ambiente y su productividad, maximizando las utilidades en vez de los rendimientos y no pretendiendo erradicar la plaga sino contenerla bajo el nivel de importancia económica.

### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1 Marco conceptual

##### 3.1.1 *Pinus caribaea*

#### A. Taxonomía actual y distribución natural del Pino del Petén en Guatemala

La taxonomía del género *Pinus* es un tanto compleja, todavía existen algunos problemas en proceso de resolverse. Dependiendo de los caracteres utilizados, algunas especies determinadas pueden ser ubicadas en un orden taxonómico diferente. Consecuentemente, algunos pinos pueden ser considerados en el rango de especie, subespecie, variedad e inclusive de forma.

Para el caso del *Pinus caribaea* existente en: América Central, las islas de Bahamas y Cuba; en 1962, los argentinos Barret y Golfari hicieron un minucioso estudio y dieron solución al problema, procediendo a subdividir la especie en tres variedades, cada uno de las cuales posee un ámbito de distribución y características fenológicas muy propias (39, 40).

En Guatemala después de los estudios de Barret y Golfari, la especie de pino caribe que se registra es *Pinus caribaea* Morelet variedad hondurensis Barret/Golfari (24, 39, 40, 42). Es el único pino que crece de manera natural a bajas elevaciones (menos de 1,000 msnm) en el norte, centro norte y nororiente del país. Las poblaciones al extremo norte de su distribución se encuentran en el departamento de Petén, desde los 17° 10' de Latitud Norte en el sitio arqueológico Nakún. Luego se extiende en poblaciones aisladas y fragmentadas en Dolores, Machaquilá y Poptún, en donde se hallan las mayores formaciones. Otras poblaciones se encuentran en Alta Verapaz, en la carretera que va de El Pajal a Lankin, Cahabón, Panzos y Sabán Sacaj. Su distribución se extiende al sur en forma discontinua, aproximadamente hasta la latitud de 15° en el valle del Motagua de Gualán hasta casi Morales, El Lobo, Cruce de camino a Mariscos, Cahaboncito, El Estor y Sierra del Mico (1, 27, 42).

## B. Introducción de las plantaciones de pino del Petén a Livingston, Izabal

La reforestación a escala comercial es una práctica relativamente nueva en Livingston, Izabal. Esta actividad inició en el año 1984 al establecerse una plantación de 450.30 hectáreas de especies latifoliadas nativas: cedro *Cedrela odorata* L., laurel *Cordia alliodora*, matiliguatate *Tabebuia rosea* (Bertol) DC., caoba *Swietenia* sp. y palo blanco *Cibystax donnell-smithii* (Rose) Seibert y teca *Tectona grandis* Lf. (como especie introducida); sin tener el éxito deseado. En ese mismo año, como parte de las actividades del ex-Instituto Nacional Forestal, INAFOR; se monto un ensayo en la finca Las Vegas, en jurisdicción de Livingston, para evaluar el potencial de adaptación del *P. caribaea*. El pino en estas condiciones, demostró buena adaptación y potencial inicial.

**Refinsa** recibe el crédito de haber introducido las plantaciones forestales de *P. caribaea* a Livingston en el año de 1986, quienes impulsados por el Programa de Incentivos Fiscales (en ese entonces, aludido en el Artículo 44 del Decreto Ley 118-84, Ley Forestal) procedieron a establecer las dos primeras plantaciones, cubriendo una extensión de 450 hectáreas. La participación de **Refinsa** en este proceso, se extendió hasta el año de 1996, habiéndose plantado un total de 1,653.30 hectáreas, en ocho diferentes fincas (11).

A partir de 1988, las plantaciones forestales se fueron incorporando al desarrollo económico rural de Izabal, en forma continua y creciente, proceso en el que a parte del Pino caribe incluyó con éxito otras especies forestales: melina *Gmelina arborea* (Roxb) y teca *Tectona grandis* Lf. principalmente, llegando a constituirse en una de las zonas de mayor importancia económica y social a nivel nacional. Esta actividad estuvo estimulada por incentivos fiscales, crediticios y forestales estatales y además, es consecuencia del inicio de operaciones de la empresa Forestal Simpson y otros entes de la iniciativa privada.

Con la utilización de los Incentivos fiscales (promulgados mediante los Decretos con carácter de Ley Forestal, números 58-74; 118-84 y 70-89) se lograron establecer durante el periodo de 1976 a 1996, cerca de 178 proyectos de reforestación, cubriendo una superficie de 18,590.97 hectáreas a nivel nacional. La inversión realizada en este programa desde su creación hasta finales de febrero de 2002, es de Q. 278, 403, 976.33

El 36.54% o sea 6,792.59 hectáreas se plantaron en el departamento de Izabal. Mediante esta herramienta de política forestal nacional, el área de pino cubierta en el municipio de Livingston fue de 3,166.30 que representa el 46.61% del área reforestada a nivel departamental (8).

De 1988 a 1993 mediante los créditos que se otorgaron por medio del Programa: Fondo para el Fomento de Forestación y Reforestación en el Norte y Nororiente del País (creado por Acuerdo Gubernativo No. 194-88) se alcanzó cubrir una extensión de 5,709.50 hectáreas dentro de su zona de cobertura; con una inversión de aproximadamente 30 millones de quetzales. Se estima que el 38.80% del área reforestada por esta vía (2,215.50 ha), se sitúa en Izabal. Se reporta que la superficie cubierta con *P. caribaea* a través de este programa en Livingston, es de 1,417.00 hectáreas.

De la fecha de inicio de operaciones –1988- a 1997 Forestal Simpson plantó en el municipio de Livingston, Izabal; un total de 7,750 hectáreas con la especie *Gmelina arborea* (Roxb) con fines de producción de pulpa para papel. La inversión específica en estas plantaciones supera los 70 millones de quetzales (6).

Otra parte de las plantaciones forestales que actualmente se encuentran establecidas en esta región, tienen su origen de las subvenciones gubernamentales otorgadas a través del Programa de Incentivos Forestales, PINFOR, promulgado en 1996 (Decreto Número 101-96, Ley Forestal vigente). Bajo este esquema, según los registros del Instituto Nacional de Bosques, de 1998 a 2001 se reforestó un total de 18,446.13 hectáreas y se manejaron 19,920.68 hectáreas de bosque natural a nivel nacional; por un monto total de Q. 132,389,157.61. Se determinó que el 13.64% del área reforestada (2,516.12 ha) se encuentra en el departamento de Izabal.

Los registros también reflejan que 1,400.28 hectáreas, o sea el 47.28% del área reforestada en el departamento de Izabal, se ubican en jurisdicción de Livingston. En este proceso se utilizaron más de 11 especies, existiendo predominio de *T. Grandis* (646.53 ha) y *P. caribaea*. (357.43 ha) (15).

De manera colectiva estos esfuerzos de reforestación, reportan un total de 50,496.60 hectáreas reforestadas a nivel nacional, en el periodo comprendido entre 1976 y 2001. Esto equivale a una reforestación promedio de 1,943 ha/año. Estas cifras, comparadas con el ritmo de la deforestación, con la capacidad productiva de madera del país o con la demanda de madera industrial, resultan poco significativas.

De acuerdo con las cifras descritas, se establece que el área total plantada entre 1986 y 2001, con la especie *P. caribaea* en el municipio de Livingston, Izabal, es de 4,940.73 hectáreas. Estas plantaciones se encuentran dispersas en distintas fincas. El éxito de las plantaciones, en relación con su calidad y ritmo de crecimiento, es variable. Muchas de las plantaciones tienen un ritmo de crecimiento excesivamente lento debido a la baja calidad genética de las semillas utilizadas y a las características de los sitios seleccionados. La gran mayoría de las plantaciones son de edad y composición uniformes (monocultivos) y en su mayor parte se manejan para conseguir la producción óptima de madera. Todas estas operaciones han ocasionado un cambio radical del ecosistema y han expuesto a las plantaciones al riesgo de plagas y enfermedades.

A pesar de ello debe reconocerse que estas plantaciones provocan impactos ambientales positivos derivados de la protección de suelos y agua del área reforestada, la cual normalmente esta en relieves ondulados.

### **C. Descripción de la especie**

Árbol de elegantes formas, alcanzando hasta 45 metros de altura y hasta 100 cm de diámetro. La copa durante la juventud del árbol es de forma aguda-cónica muy densa, en los árboles maduros es más esparcida, algo irregular con una terminación redondeada. Sin embargo, la copa en árboles adultos frecuentemente se presenta en forma irregular. La corteza de color gris-blanquecino hasta gris-moreno o moreno rojizo que se ve interrumpida por las largas grietas de color gris-blanquecino o por placas delgadas y escamosas de color moreno-rojizas. En rodales cerrados las ramas son muy delgadas, el fuste presenta poda natural y se desarrolla limpio y cilíndrico. Las ramas son de color verdusco y ascendentes en los ejemplares jóvenes, mas tarde de color rojizo, horizontales y en la parte inferior de los ejemplares solitarios colgantes.

Las hojas son aciculares de 1.0 a 1.5 mm de espesor y 13 a 33 cm de largo, agrupadas en fascículos de tres agujas y en ocasiones excepcionales dos o cuatro. Las vainas de los fascículos son de 10 a 16 cm de largo, de color castaño claro a parduzco y nunca oscuras o negras. Las flores masculinas son amentos cilíndricos de 25 a 45 mm de largo.

Los conos no son persistentes y son de forma oblonga, asimétricos de 6 a 14 cm de largo, 2.8 a 4.5 cm de ancho, cuando están cerrados y de 6 a 7.5 cm cuando están abiertos. En su área de distribución natural en Guatemala, los conos alcanzan su madurez entre julio y agosto. Las semillas poseen una ala membranosa que se desprende fácilmente y los embriones poseen de cinco a nueve cotiledones. Se estima un total de 50,000 a 60,000 semillas por kilogramo (42).

### 3.1.2 *Rhyacionia frustrana* (Comstock)

#### A. Distribución y hospederos principales

La polilla de los brotes del pino, *de ahora en adelante referida como PBP*, es un Lepidóptero de la familia Tortricidae, que corresponde a la especie *Rhyacionia frustrana* (Comstock). Su distribución geográfica es amplia y comprende Canadá, Estados Unidos, México, Belice, América Central, Cuba y varias islas del Caribe. Esta especie es específica del género *Pinus* (5, 38).

Es un insecto importante de los bosques de pino de la zona meridional y del este de los Estados Unidos. Su rango se extiende desde el sur de Massachussets y Nueva Inglaterra a la Florida y al sudoeste a Oklahoma y Tejas. En Virginia se encuentra predominantemente en la parte este del estado. Fue encontrada recientemente en el Condado de San Diego, California (1971), al parecer se introdujo por medio de plántulas de pino infestadas, enviadas de Georgia en 1967. Actualmente se encuentra diseminada en el norte y este de San Diego, en los condados de Orange y Kern (Figura 1) (3, 25, 44, 45). Casi todas las especies de pinos nativos y exóticos que crece en la mitad del este de los Estados Unidos son atacadas por la PBP, principalmente las especies de dos o tres acículas. Las únicas excepciones son el pino longleaf (*Pinus palustris*) y el pino blanco del este (*P. strobus*) (un pino de cinco acículas) El slash (*P. elliotii*) es también algo resistente, pero lo ataca de vez en cuando (3, 9, 25, 44, 45).

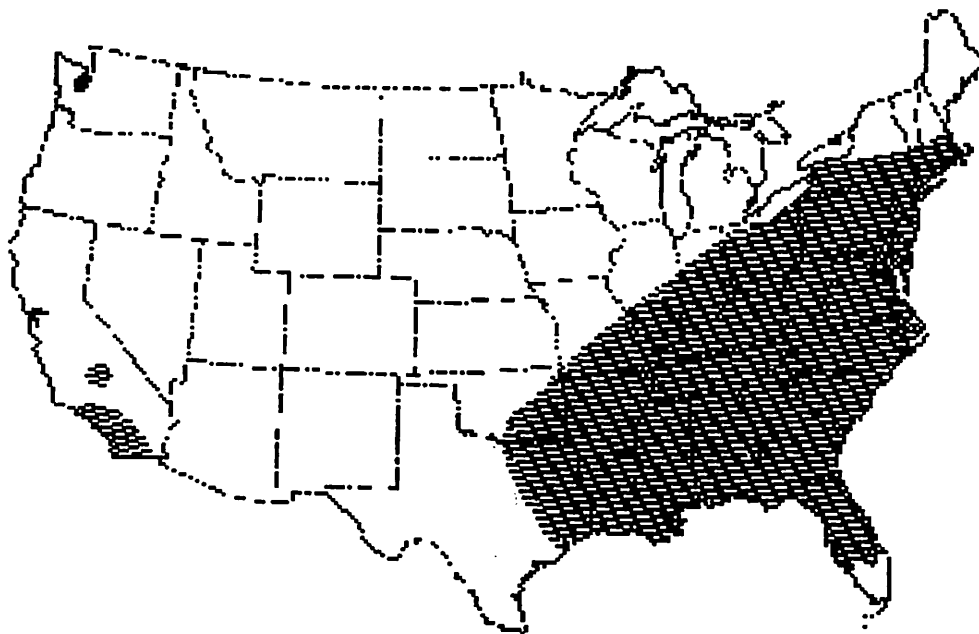


Figura 1. Distribución de la polilla de los brotes de pino dentro de los Estados Unidos.  
Fuente: ( 45 ).

En el sureste, los pinos loblolly (*P. taeda*) y shortleaf (*P. echinata*) son los principales hospederos (dos especies nativas comunes en Oklahoma) (3, 25). En el sur y suroriente de Estados Unidos los principales hospederos son el pino loblolly (*P. taeda*), shortleaf (*P. echinata*). Los pinos pitch (*P. rigida*), Virginia (*P. virginiana*) y escocés (*P. sylvestris*) (estos últimos dos que se plantean generalmente para los árboles de Navidad) aparecen como hospederos principales en Nueva Inglaterra y los estados Atlánticos medios. El pino shortleaf (*P. echinata*) actúa como hospedero en los estados centrales. En California la mayoría de las especies duras de pino se han encontrado como principales hospederos, entre ellas el pino de Monterrey (*P. radiata*) (45).

En Belice, se reportó la presencia de la especie *R. subtropica* Miller, en las sabanas donde existía *P. caribaea* (22).

**B. Taxonomía de *Rhyacionia frustrana* (Comstock)**  
 (BORROR, D.J.; TRIPLEHORN, CH.A.; JOHNSON, N.F.; 1992. COULSON, R.N.;  
 WITTER, J. A., 1990. PFADT, R. E., 1985.)

<b>Phylum:</b>	<b>Artrópoda</b>
<b>Subphylum:</b>	<b>Atelocerata</b>
<b>Clase:</b>	<b>Hexápoda</b>
<b>Subclase:</b>	<b>Pterygota</b>
<b>Orden:</b>	<b>Lepidóptera</b>
<b>Superfamilia:</b>	<b>Tortricoidea</b>
<b>Familia:</b>	<b>Tortricidae (Incluye Oleuthreutidae)</b>
<b>Genero:</b>	<b>Rhyacionia</b>
<b>Especie:</b>	<b>Rhyacionia frustrana (Comstock)</b>
<b>Nombres Comunes</b>	<b>Palomilla de los brotes de pino, PBN. Polilla de los brotes de pino, PBP.</b>

Tortricidae es una de las grandes familias de microlepidópteros y muchos de sus miembros son comunes palomillas. Este grupo contiene un número importante de insectos forestales económicamente importantes.

Los adultos son pequeñas palomillas, usualmente grises o cafés, con colores bronceados, sus alas tienen bandas oscuras o áreas moteadas, ocasionalmente manchas metálicas. Las alas anteriores son generalmente más inclinadas que las posteriores. Las alas se apoyan sobre el cuerpo.

El estado de larva difiere en sus hábitos alimenticios, muchas especies son enrolladoras de hojas o filas de hojas, generalmente sobre plantas perennes. Algunas para alimentarse barrenan partes de estas plantas: brotes, ramitas, botones, raíces o semillas de un sin número de frutas; otras se alimentan del follaje minando las hojas, dentro de los pliegues de las hojas o sobre la superficie. Algunas son plagas particularmente importantes en viveros y plantaciones (4, 7).

El género *Rhyacionia* en un principio se ubicó en la familia Oleuthreutidae. En 1978, Powell y Miller, citados por Coulson y Witter (1990), en una revisión biosistemática ubicaron a dicho género en la familia Tortricidae e incluyeron dentro de la clasificación de esta familia a Oleuthreutidae.

Aunque existen muchas especies de este género que infestan pino en Norteamérica, sólo se han estudiado con detalle pocas de ellas; entre las cuales se encuentran: *R. frustrana* (Comstock); *R. bushnelli* (Busck); *R. rigidana* (Fernald); *R. subtropica* (Miller); *R. buoliana* (Denis y Schiffermüller) y *R. neomexicana* (Dyar) Estas se consideran plagas de árboles forestales y ornamentales y es posible que se encuentran distribuidas en todo el continente americano.

### C. Descripción del daño

Esta plaga puede ser muy perjudicial en viveros, plantaciones, bosques naturales, huertos semilleros, ensayos de progenie de pino, así como en plantaciones ornamentales y en árboles de Navidad. Plantea un problema de aumento debido a las tendencias de la silvicultura que favorecen el establecimiento de grandes áreas de plantaciones de pino (3, 45).

Por lo general, la hembra oviposita sus huevos en la parte superior de los brotes tiernos. La primera muestra de daño es el bronceado y la muerte de algunas acículas en las extremidades de las ramificaciones; lo cual es provocado por las larvas recién emergidas que perforan los tejidos del brote, casi siempre en la base de las acículas o agujas, provocando la secreción de una resina de color blanquecino fácilmente perceptible; a la vez, teje una tela fina en el eje de la aguja, debajo de la cual se alimenta de los tejidos suaves del brote. La larva más desarrollada ataca el eje del brote, donde hace galerías de dos a tres centímetros de longitud; esto provoca el secamiento del brote, que adquiere una coloración pardo rojiza y queda cubierto de resina.

Mientras las larvas se alimentan de los brotes, las extremidades de las ramas mueren y se tornan de color marrón, llegando a ser absolutamente visible a distancia. Con la alimentación adicional, esta área muerta se extiende debajo de la ramita. Puede alcanzar una longitud de 20 cm, especialmente, si más de una larva infesta el brote. Los nuevos brotes surgen debajo del área dañada y éstos son infestados por las últimas generaciones de larvas. En respuesta al daño, el árbol produce de dos a seis rebrotes que ocasionan deformaciones del fuste y retardan el crecimiento del árbol. Los árboles pueden morir en casos de infestaciones severas y prolongadas, sobretodo si se trata de árboles de menos de un metro de altura; pero esto no es común.

Normalmente, la pérdida o retraso del crecimiento en altura, las deformaciones del eje principal, la producción de una calidad de madera más baja y el aspecto espeso de los árboles son las lesiones estéticas y económicas más importantes ( 3, 44, 45).

Los daños más severos se manifiestan en viveros y plantaciones de menos de cinco años de edad. El ataque se presenta desde el estado de plántula, en el vivero, hasta cuando el árbol supera los tres metros de altura; esto se explica por el alcance de vuelo de la polilla que, al parecer, no vuela más de tres metros de alto. Sin embargo, también se reporta que pueden producirse daños severos en los pinos de menos de 4.60 metros de altura que crecen en áreas abiertas. Árboles más grandes son menos susceptibles al ataque pero se dañan a veces severamente. Los árboles sombreados no se dañan a menudo tan severamente, como estos que crecen en áreas abiertas (3).

Durante los primeros cinco o seis años, el crecimiento de la altura se diferencia perceptiblemente entre árboles de pino loblolly tratados y no tratados. En algunas áreas, todos los brotes pueden ser afectados, agregando poco o nada de altura a los árboles. Si el vigor de los árboles es deficiente, pueden darse deformidades tales como torceduras y bifurcaciones del eje principal (45).

Los árboles plantados para propósitos especiales, tales como árboles de navidad, huertos semilleros y pruebas de progenie se ven a menudo con alto riesgo de ataque de la PBP. En huertos semilleros, los ataques pueden reducir la cosecha de conos, dañando los conillos por alimentación directa de las larvas o destruyendo los brotes que potencialmente pueden contener embriones de flores ( 5, 44, 45). El pino de Shortleaf es susceptible a lesión de conillos (45).

#### **D. Ciclo biológico**

a. **Adulto:** Los adultos de *R. frustrana* son pequeños, las alas anteriores tienen una longitud de 4.0 a 7.0 mm y una envergadura de hasta 13 mm. La cabeza, el cuerpo y los apéndices están cubiertos por escamas grises y las alas delanteras tienen una coloración rojiza con marcas gris plateadas.

Cuando están en reposo las alas se pliegan sobre el abdomen. Los adultos son crepusculares (activos al anochecer) y durante la noche. Durante el día descansan en los árboles. Las hembras secretan feromonas para atraer a los machos. Estas comienzan a ovipositar dos días después de su aparición. En los Estados Unidos el vuelo de los adultos se lleva a cabo en primavera. Dependiendo de su rango de distribución, esta especie puede llegar a tener de dos a cinco generaciones en el año (es decir, que son multivoltinas, ya que suelen tener varios periodos de vuelo a intervalos durante el verano (3, 7, 25, 44).

**b. Huevo:** Los huevos, que tienen forma elíptica, se depositan individualmente cerca de las yemas terminales y laterales sobre o entre las acículas, en las vainas de las mismas o bien en las escamas de las yemas. Estos son de color verde claro al momento de ovipositarse, seguidamente con los días se toman amarillos, cuando están maduros son anaranjados. Miden aproximadamente 0.75 mm de diámetro. Algunos estudios en Georgia (3) revelan que las hembras de la primera generación ovipositan en promedio 54 huevos, mientras que las hembras de la segunda generación ovipositan 26 huevos. Los huevos pueden durar hasta 30 días después de ovipositados, si el tiempo es fresco o de 5 –10 días en temporada calurosa (3, 7, 25, 44).

**c. Larva:** Las larvas del primer instar, que son de color crema, se alimentan sobre y dentro de las acículas y del tejido succulento de los brotes. La detección de larvas del primer instar es difícil. Solo una inspección cuidadosa puede revelar la construcción de una pequeña malla de seda en la axila formada por una acícula en desarrollo y el tallo. La alimentación por larvas de instares intermedios se detecta fácilmente por la presencia de telas de seda mezcladas con excrementos y resina, ubicadas alrededor del brote terminal. Las larvas del último instar son de color café claro a anaranjado, y miden de 6 a 10 mm de longitud, estas miran los brotes ocasionando una coloración pardusca a las yemas y acículas, muerte de los brotes a partir de la punta y la destrucción de las yemas. En el Suroeste de los Estados Unidos, el periodo de alimentación de las larvas tarda de 3 a 4 semanas (7, 25).

**d. Pupa:** La pupación ocurre generalmente dentro de las cavidades formadas por las larvas. Las pupas son de color café claro y miden de 4.0 a 9.0 mm de largo. Estas permanecen cerca de 10 días antes de que una nueva generación de adultos comience a emerger (3, 25, 44).

## **E. Métodos de control reportados**

### **a. Prevención**

Las prácticas culturales son a menudo los medios más eficaces para reducir el daño de *R. frustrana*. Antes de establecer cualquier plantación, debe examinarse que las plántulas a utilizar no se encuentren visiblemente dañadas, en caso contrario estas deben ser destruidas. Otro método eficaz para reducir el daño es el mantenimiento del alto vigor de los árboles, mediante el control de malezas, fertilización e irrigación. Esto también promueve el rápido crecimiento durante los primeros seis u ocho meses, cuando el árbol es más susceptible a lesión.

Las especies altamente susceptibles deben plantarse sólo en los sitios en los cuales ellas se adaptan. En sitios con bajo potencial de adaptación, estas especies de ser posible, deben ser sustituidas por especies más resistentes al ataque de la palomilla. Las prácticas tales como espaciamientos cortos y plantar debajo de árboles más viejos puede llegar a reducir las poblaciones de la palomilla de los brotes del pino y sus daños subsecuentes.

En áreas con historial de fuertes infestaciones, se debe evitar plantar pino, excepto en los buenos sitios, que pueden estimular un rápido crecimiento. Las plantaciones que se establezcan en suelos estériles, corren el riesgo de infestarse severamente. Las medidas preventivas tales como plantar más de una especie del árbol para diversificar la estructura de las plantaciones, son también prácticas que ayudan a resguardar las plantaciones del daño de la palomilla de los brotes de pino. En consecuencia, el uso de prácticas culturales según lo descrito previamente es el único método rentable de control en situaciones comerciales del bosque (3, 25).

### **b. Control**

Históricamente, el método más eficaz para manejar la PBP ha sido y continuo siendo la aplicación oportuna de insecticidas químicos (3).

El método de control químico sólo es económicamente factible, en el caso de las plantaciones de alto valor: huertos semilleros y en plantaciones de árboles de navidad, especialmente si los daños que puede ocasionar la palomilla de los brotes de pino son severos. Las aplicaciones se deben dirigir a las larvas jóvenes, que se alimentan en el exterior de los brotes durante varios días. Ello indica que debe existir una adecuada sincronización entre el momento de la aplicación y el estadio larvario del insecto. Se estima que las aplicaciones se deben realizar de 10 a 14 días después de iniciados el vuelo de la palomilla.

Los insecticidas sistémicos aplicados al suelo pueden ser eficaces si hay suficiente humedad en el mismo, para que el insecticida sea incorporado por las raíces del árbol. Las aplicaciones foliares de plaguicidas pueden proporcionar a buen control y son generalmente las menos costosas. Los productos que se pueden utilizar son: Acephate (Orthene), Carbaryl (Sevin) y Chlorpyrifos (Dursban) (9, 25, 44).

Debido al alto riesgo de daños, los productores de plantaciones de árboles de Navidad, utilizan feromonas para desviar el vuelo de la palomilla de los brotes de pino y propiciar su captura, con la finalidad de determinar eficazmente el vuelo y la actividad de la palomilla y de esta manera programar las aplicaciones de insecticidas. También hay potencial para que en el futuro se utilicen componentes sintetizados de feromonas, para interrumpir la comunicación y el acoplamiento de adultos (3, 25).

Es sabido que más de 30 especies entre insectos y pájaros ejercen acciones de control natural sobre la palomilla de los brotes de pino. El uso de insecticidas biológicos, tales como virus o bacterias puede también ser factible ( 25, 44).

## **3.2 Marco referencial**

### **3.2.1 Descripción general del área**

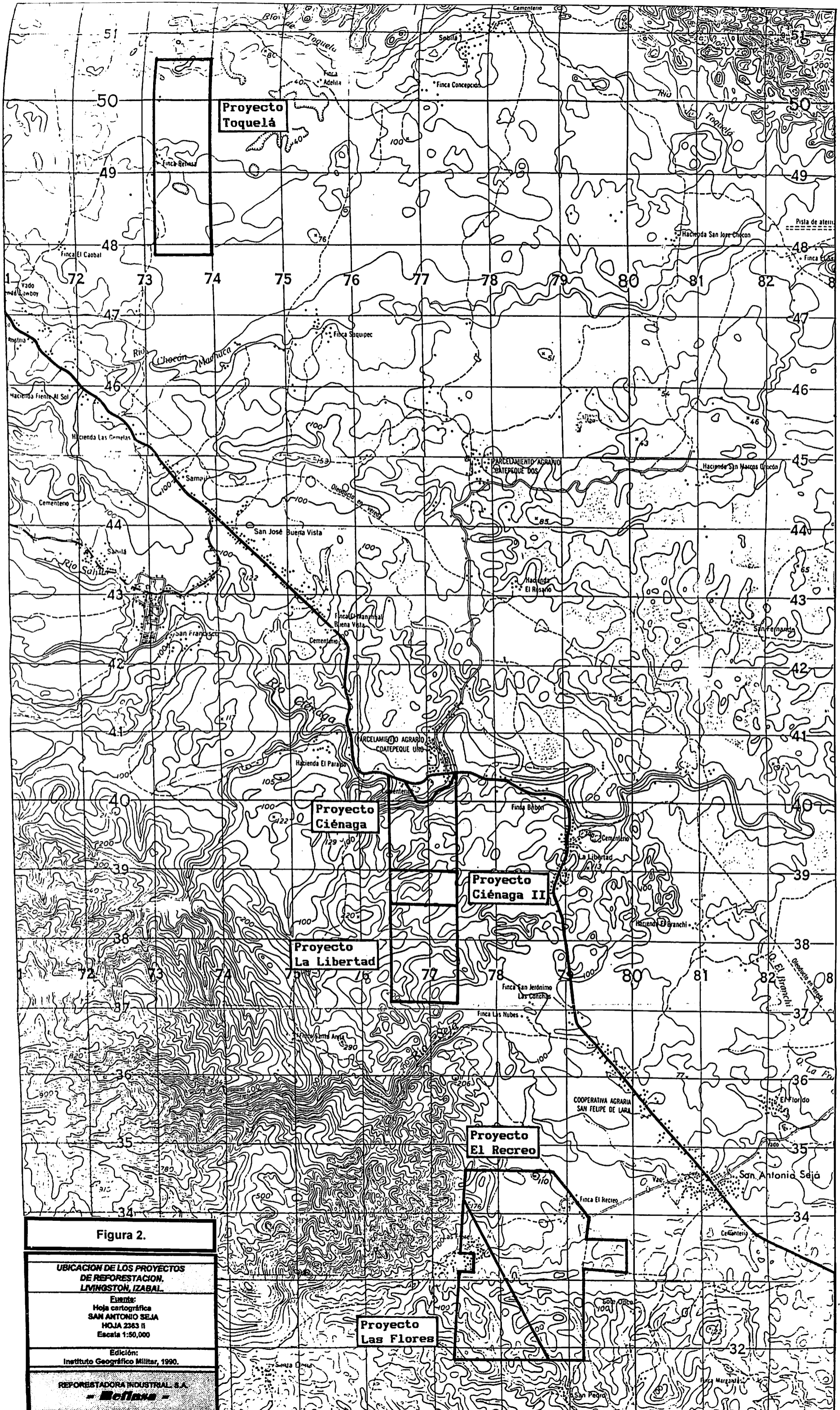
#### **A. Ubicación del área de estudio**

El presente estudio se realizó en las fincas Toquelá, El Recreo, Ciénaga, La Libertad, Ciénaga II y Las Flores, localizadas dentro de los límites políticos del municipio de Livingston, Izabal, abarcando una superficie de 1,223.30 hectáreas. Geográficamente se encuentran entre las coordenadas 15° 39' 20" y 15° 48' 46" de latitud norte y entre los paralelos 89° 03' 52" y 89° 07' 00" de longitud oeste. Están comprendidas en las hojas cartográficas San Antonio Sejá, No. 2363 II y Río Túnico No. 2362 I, escala 1:50,000; editadas por el IGM (Figura 2).

#### **B. Acceso**

La red vial de acceso a estas fincas lo constituye la carretera al Atlántico CA-9, que de la ciudad Capital se conduce a Puerto Barrios y la ruta que de La Ruidosa, en jurisdicción de Morales, Izabal; conduce al departamento de Petén. A través de la carretera CA-9 se tiene un recorrido de 245 kilómetros de pavimento, hasta llegar al lugar conocido como La Ruidosa. Luego se sigue un tramo asfaltado de entre 23 y 46 kilómetros, sobre la ruta que partiendo de la Ruidosa se extiende a El Petén, pasando sobre el puente de Río Dulce, de donde se derivan los caminos rurales que constituyen el acceso a las unidades productivas forestales estudiadas. Estos son balastados y viables todo el tiempo con vehículos de doble tracción.

El acceso a las fincas El Recreo y Las Flores se realiza a inmediaciones de la Aldea San Antonio Sejá, a través de un camino de tercera categoría que parte a mano izquierda, después del puente construido sobre el río Sejá. Este camino atraviesa de este a oeste la finca El Recreo y se extiende hasta la finca Las Flores con una longitud total de 3.5 kilómetros. A través de este sistema vial, las fincas El Recreo y Las Flores distan 280 y 281.5 kilómetros de la ciudad Capital, respectivamente (30, 33).



**Figura 2.**

**UBICACION DE LOS PROYECTOS DE REFORESTACION, LIVINGSTON, IZABAL.**

Fuente:  
 Hoja cartográfica  
 SAN ANTONIO SEJA  
 HOJA 2363 II  
 Escala 1:50,000

Edición:  
 Instituto Geográfico Militar, 1990.

REFORESTADORA INDUSTRIAL S.A.  
 - **Reflores** -

Para llegar a las fincas Ciénaga, Ciénaga II y La Libertad, se cruza a mano izquierda (50 metros antes del puente construido sobre el río Ciénaga), donde se toma un camino de terracería, que en su proyección de norte a sur, atraviesa las fincas Ciénaga (a los 500 metros de longitud) y Ciénaga II (luego de un recorrido de 1.5 km) y se extiende hasta La Libertad, en una longitud total de 2.5 kilómetros (31, 32, 34). A la finca Toquelá, se ingresa por medio de un camino de tercera categoría que se desprende de la ruta a Petén, a inmediaciones de la finca Caballo Blanco (FORESA, Kilómetro 300), a través de un recorrido de cuatro kilómetros de longitud hasta el casco. Bajo estas circunstancias, la finca dista 304 kilómetros de la ciudad capital (35)

Todas las fincas en su interior están surcadas por otros caminos, dando lugar a la formación de unidades de manejo o secciones de trabajo.

### **C. Geología**

Las formaciones geológicas de esta región de Izabal, según el Mapa Geológico de la República de Guatemala, editado por el IGN (1970), pertenecen al período Terciario Superior Oligoceno-Plioceno (Tsp). Predominantemente continental: Incluye formaciones Cayo, Armas, Caribe, Herrería, Bacalar y White Marls (30).

### **D. Fisiografía y relieve**

Los terrenos reforestados se encuentran comprendidos dentro de la región natural Tierras Altas del Norte, como parte de la provincia fisiográfica de la Depresión de Izabal; al sur este de la Sierra de Santa Cruz.

El sistema orográfico en esta región, está caracterizado por un paisaje de Cerros de Caliza. El relieve es, por lo general de ondulado a escarpado, con pendientes muy cortas y con altitudes que van desde 20 hasta 180 metros sobre el nivel del mar (31).

## E. Suelos

Geomorfológicamente estos sitios yacen sobre cerros de caliza dura y masiva, en un clima cálido y húmedo. Los cerros de caliza se caracterizan por pendientes inclinadas y porque muchos de los suelos son poco profundos. En las secciones de los cerros de caliza, las serpentinas, las arcillas esquistosas y las calizas, son comunes. Se caracterizan por ser bien drenados y de inundabilidad rara dado a sus declives (30, 31, 34).

## F. Climatología

Según el Mapa Climatológico de la República de Guatemala, elaborado bajo el sistema Thornthwaite, el área estudiada se ubica en una región cálida, sin estación fría bien definida, muy húmeda y sin estación seca bien definida (30).

Los principales registros meteorológicos de esta región se refieren a mediciones de precipitación y temperatura obtenidos por **Refinsa** en la finca Las Flores, a una elevación de 100 msnm con datos desde el año de 1996 (37). Estos datos figuran en los cuadros (8A, 9A, 10A y 11A) del Apéndice. Otros datos meteorológicos de esta área se obtuvieron de la Estación Las Vegas (Clave 80306) propiedad del INSIVUMEH, que se ubica aproximadamente a 15 kilómetros de la finca Las Flores (16).

De acuerdo con los registros de **Refinsa**, (1997-2001) en esta zona la precipitación media anual es de 2,507 mm; sin embargo se presenta una gran variabilidad en el total anual de hasta 2.11 veces, encontrándose valores anuales mínimos de 1,678 mm (en 1998) y máximos de 3,548 (en 1997). La estación seca no está bien definida, puesto que en todos los meses del año ocurren precipitaciones. El período de menor pluviosidad comprende los meses de marzo y abril, siendo marzo el mes "más seco" con un promedio de 77 mm mensuales. Las máximas precipitaciones se presentan en los meses de julio (450 mm) y agosto (379 mm). Los datos de días de precipitación también presentan gran variación, por ejemplo; en marzo que es el mes más seco, llueve en promedio 5 días, en tanto que en el mes de julio los días con presencia de lluvia oscilan alrededor de 23.

En el cuadro 10A del apéndice puede verse que las temperaturas varían muy poco de un mes a otro, ya que los promedios oscilan aproximadamente 4.22 °C con respecto a la media general resultante. La temperatura media anual fluctúa entre 26.7 y 29.6 °C. de acuerdo a los meses más "fríos" diciembre-febrero, o a los meses más "calurosos" abril-julio. Los valores extremos absolutos van desde 15 hasta 46°C.

La humedad relativa es variable. Los registros de la Estación Las Vegas señalan un valor medio de 68%, un valor máximo de 100 % en seis diferentes meses y un mínimo de 18 % en marzo (Cuadro 12A del apéndice)

### G. Zona de vida

Según el sistema de clasificación de Zonas de Vida de Holdridge, la finca se ubica dentro de la zona de vida de Bosque muy húmedo tropical (bmh-T) (33).

### 3.2.2 Antecedentes de las plantaciones *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* establecidas por **Refinsa** en Livingston, Izabal

Las plantaciones de *P. caribaea* de **Refinsa** se han establecido como monocultivo de árboles coetáneos, con la finalidad de producir madera de uso industrial y como estrategia para restaurar las áreas deforestadas, en una zona fuera de su área de distribución natural; por lo que se puede indicar que el pino caribe es una especie introducida a esta región. Se instauraron en tres sitios disgregados (Figura 2), conformando ocho unidades productivas de diferente proporción, en las cuales el tipo de vegetación preexistente lo conformaron guamiles y pastos. En esas circunstancias y, dado al relieve de los terrenos, la eliminación de la vegetación preexistente se hizo con mano de obra y herramientas manuales (machete y motosierras). El desbroce se realizó mediante la combustión de la parte aérea de guamiles y pastos, o en su defecto, picando y apilando en montones o hileras, de manera que no interfiriera con las labores de plantación. El trazo y demarcado de los sitios de plantación se efectuó en lo posible siguiendo un marco rectangular (2.0X2.5 ó 2.0X2.0 m), según la densidad de plantación (2,000 ó 2,500 plantas/ha).

El ahoyado se hizo mediante un proceso de apertura manual utilizando piochas. Las dimensiones normales del ahoyado fueron de 30X30X30 cm.

En este proceso se utilizó semilla procedente de Poptún, Petén, siendo las fuentes de aprovisionamiento: BANSEFOR y la empresa Seed Export. El método silvicultural utilizado es el de regeneración por semillas. Este procedimiento involucró la producción de plantas en bolsas de polietileno agujereadas de 8"X4"X1.5 milésimas de pulgada, provenientes de viveros temporales situados dentro del área de los proyectos.

Debido a varios factores, entre ellos: suelos ligeramente ácidos, con perfiles desfavorables a menudo lixiviados o con problemas de pedregosidad, con deficiencias de nutrientes, insectos plaga y ocasionalmente, en virtud de circunstancias casuales, tales como debilidad, manipulación indebida o siembra mal realizada; se hizo necesario practicar una resiembra un año después, estimándose que el porcentaje de bajas osciló entre el 15 y 25%. Sin embargo el reemplazo de las pérdidas, únicamente se realizó en aquellos sitios en los cuales se produjeron grandes claros por la muerte de varias plantas continuas.

Después de efectuada la plantación, se realizaron labores de cuidado que contribuyen en la sobrevivencia y desarrollo de las plantaciones, estas son: control de malezas, poda baja, prevención, control y erradicación de incendios forestales, manejo y control de plagas y enfermedades y manejo silvicultural.

El control de malezas se realiza a través de: limpieas generales o chapeos y limpieas en platos. Las limpieas generales se aplicaron dos veces al año, una antes del comienzo de la lluvia y la otra al final del período lluvioso. La limpia en platos consiste en un deshierbe en círculo alrededor de las plantas; utilizando machete, para eliminar gramíneas y plantas trepadoras. Esta actividad se realizó desde el año de su establecimiento hasta dos años después.

La poda baja consiste en la remoción de ramas muertas, pequeñas y persistentes de la sección baja del fuste (1 a 3 m de altura), antes del primer raleo.

Esta actividad se realizó con el fin de: a). Facilitar el acceso al rodal y las labores de mantenimiento; b). Producir madera limpia de nudos en la base del árbol, y c). Reducir la posibilidad de incendios, al impedir que incendios rastreros se extiendan a las copas.

Los trabajos referentes a la prevención y control de incendios forestales son de dos tipos: habilitación de brechas cortafuegos y la creación y capacitación de cuadrillas de lucha contra incendios. Estas cuadrillas han funcionado con un mínimo de cuatro personas, dotados con el equipo y la herramienta adecuada. Su contratación está definida para la época crítica entre los meses de febrero a mediados de mayo de cada año. La brigada de lucha contra incendios es responsable de realizar la quema controlada de los residuos vegetales resultantes de las brechas cortafuegos, del mantenimiento de los cortafuegos, de la evaluación del riesgo de incendio, de la información sobre incendios y de la extinción inicial del fuego, de acuerdo a la táctica y técnica que más convenga.

Las acciones de manejo y control de plagas han estado orientadas a prevenir los daños que causa el zompopo *Atta sp* (Hymenoptera: Formicidae); la palomilla de los brotes de pino *Rhyacionia frustrana* (Comstock) (Lepidoptera: Tortricidae), la mosca sierra *Zadiprion vallicola Rohwer* (Hymenoptera: Diprionidae) y el caso de los gorgojos del pino *Ips calligraphus* Germar (Coleoptera: Scolytidae) y *Dendroctonus frontalis* Zimmermann (Coleoptera: Scolytidae).

El zompopo *Atta sp* constituyó en la fase de establecimiento uno de los más graves inconvenientes, incidiendo económicamente sobre el costo final de la reforestación. Estos insectos cortan las acículas del pino en trozos, que transportan hasta sus troneras, donde los trituran y los usan como sustrato para cultivar un hongo que forma su alimento principal. Las acciones de control del zompopo, incluyeron la localización y destrucción físico mecánica de sus troneras y la aplicación de insecticidas (Diazinon, Dibrom-8E, etc.), sobre la superficie removida de sus troneras. Para una mayor persistencia en el control del zompopo, se utilizaron cebos granulados de Mirex, depositados sistemática y repetidamente en las áreas afectadas, de acuerdo a la manifestación del ataque o al tránsito del zompopo.

*R. frustrana* al introducirse en una área no colonizada, alcanzó un alto nivel poblacional, consecuencia de factores climáticos y biológicos, representando un riesgo muy importante durante los primeros cuatro años de edad de las plantaciones. Las pérdidas provocadas por su acción se reflejan en el rendimiento, en los costos adicionales de control, en los costos de replante y la depreciación de los productos por la pérdida de calidad. Para el manejo y control de *R. frustrana* se aprovechó el conocimiento generado a través del trabajo de investigación "Estudios Básicos para el Manejo y Control de la Palomilla de los Brotes de Pino *Rhyacionia frustrana* (Comstock), en plantaciones de *Pinus caribaea* var. hondurensis, en el municipio de Livingston, Izabal"; el cual se ejecutó mediante un convenio con la Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala. A través de este estudio se estuvo en capacidad de integrar un tratamiento que involucró medidas indirectas: mediante monitoreos y ajustes en los métodos silvícolas de manejo, tales como, eliminación y destrucción de meristemas afectados y el manejo de malezas en franjas; o directas mediante la aplicación de productos químicos letales.

La mosca sierra diprionida que actualmente afecta las plantaciones de pino caribe en la zona de Livingston, Izabal, es específica del género *Pinus*. El daño lo inician grupos de larvas recién eclosionadas, las cuales destruyen únicamente el tejido floemático de las acículas. Este tipo de lesión le da al árbol infestado una apariencia de "quemado" de las acículas; siendo éste el principal síntoma para el reconocimiento en campo de los árboles infestados. Las larvas más desarrolladas, se alimentan de una parte de las acículas o bien se alimentan de acículas enteras. El control de la mosca sierra se ha hecho a través de: a). Monitoreos, b). Manejo de malezas en franjas, c). Control mecánico, d). Control químico, e). Control biológico y, f) Control microbiano. Los monitoreos se realizan para determinar la localización de las infestaciones y programar las medidas de control más pertinentes.

El manejo de malezas en franjas es un factor valioso de prevención, al considerar que la diversidad de especies arbóreas y herbáceas constituyen un elemento indispensable para mantener el equilibrio de las poblaciones de insectos plaga e insectos benéficos, reduciendo al mínimo el peligro de una infestación grave. El control mecánico incluye la destrucción del insecto en cualquiera de sus etapas, son ejemplos de este método: la recolección y posterior quema de acículas que presentaron huevos y la recolección manual y destrucción de larvas y pupas. El control químico fue una medida utilizada en casos de emergencias, cuando se presentaron brotes explosivos de las plagas.

El control biológico consistió en el uso de técnicas de conservación e incremento de agentes de control natural de la mosca sierra, utilizando cajas cría. El VPN (virus de la poliedrosis nuclear) es un patógeno que puede provocar decaimiento de las poblaciones de mosca sierra, por lo que se ha utilizado en la supresión de esta plaga, como un insecticida biológico.

*D. frontalis* e *Ips calligraphus* son dos ejemplos de plagas que cada año han requerido una actividad de inspección intensiva y extensiva en los diferentes proyectos, debido a que las actividades de estos agentes puede influir de manera determinante en el crecimiento y rendimiento de los rodales de pino.

Estos insectos viven debajo de la corteza y tanto las larvas como los adultos atacan la porción más superficial de la madera o xilema. *I. calligraphus* es en general un parásito de decaimiento, sin embargo *Dendroctonus* puede llegar a causar la muerte de los árboles de pino.

Con el fin de disminuir los efectos negativos de estos insectos las tareas de manejo y control, se han basado en las siguientes tácticas y estrategias: a) Monitoreos, b) Manejo Preventivo y, c) Manejo supresivo. Los monitoreos se realizan en forma continua para detectar árboles con sintomatología de daños, árboles moribundos o árboles muertos. Estos se efectúan a través de recorridos terrestres y desde lugares con vistas panorámicas. Esta actividad sirve para tomar decisiones inmediatas de manejo. El manejo preventivo consiste en la eliminación o retiro periódico de todos los árboles afectados por otras causas, para que estos no constituyeran un foco de infestación. La regulación de la densidad de los rodales también constituye una táctica de prevención. Esto propicia que los árboles se encuentren más vigorosos, incluso en períodos secos que son los propicios para las infestaciones. El manejo supresivo esta orientado a la erradicación de los árboles que presentan síntomas de estar infestados, mediante el tumbado, desramado, troceado, descortezado o quemado y otros procedimientos más. Como parte de estas medidas, también se procede a aplicar insecticidas (Diazinon) en rondas alrededor de los focos de infestación, para evitar que aumentaran las poblaciones de plaga.

Exceptuando la plantación de *P. caribaea* del proyecto de reforestación Las Flores, el resto de las plantaciones no han registrado pérdidas económicas importantes provocadas por enfermedades; a pesar de ello, el programa de protección contra las enfermedades se ha apoyado con medidas silviculturales adecuadas, tales como el control de malezas, raleos y podas. Pues se presume que las malezas y la alta densidad de siembra y copas, aumentan la humedad relativa y crean un microclima que favorece el mantenimiento de algunos patógenos.

También ha sido preciso establecer monitoreos constantes, para detectar a tiempo la presencia de patógenos y, combatirlos antes que el daño se hiciera mayor. A pesar de estas precauciones, en el proyecto de reforestación Las Flores se experimentó después de su establecimiento, una severa marchitez acicular de los pinos, causando defoliación y hasta pérdida de plantas. Esta enfermedad se asoció a los siguientes hongos *Dothistroma sp* y *Lophodermium sp* y en menor grado a *Sphaeropsis sp*, *Lecanosticta sp*, *Pestalotia sp*, *Sphaerulina sp*, *Schizotrium sp*, *Mycosphaerella sp*, *Phacidium sp* y *Phaeoseptoria*

Los raleos y las podas se efectuaron con el propósito de asegurar la composición, la calidad de los fustes, el espaciamiento y las características deseables de crecimiento de la plantación; así como, para reducir el ataque de plagas forestales. Dado a que no existieron posibilidades de venta de los productos resultantes de estas intervenciones; su ejecución no estuvo justificada por el mercado de los mismos, sino más bien atendiendo los objetivos silviculturales señalados.

Hoy en día gracias a las medidas de protección forestal practicadas y a la implementación del manejo silvicultural, las plantaciones de *Pinus caribaea* presentan aparente buen estado fitosanitario y un adecuado crecimiento y desarrollo, muy comparados con otras plantaciones forestales del país. Lo que demuestra la contribución creciente de los bosques artificiales en el campo del desarrollo forestal y de la producción maderera del país.

Otras características referenciales de los proyectos de reforestación se observan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Marco referencial de las plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis, establecidas por Refinsa, en Livingston, Izabal.

No.	DESCRIPCION	NOMBRE DEL PROYECTO DE REFORESTACION					
		TOQUELA	EL RECREO	CIENAGA	LA LIBERTAD	CIENAGA II	LAS FLORES
1	<b>UBICACIÓN GEOGRAFICA</b> Latitud norte Longitud oeste (Al centro de la finca)	15° 48' 35" 89° 06' 47"	15° 40' 15" 89° 03' 58"	15° 43' 35" 89° 04' 51"	15° 42' 35" 89° 04' 51"	15° 43' 06" 89° 04' 51"	15° 39' 45" 89° 04' 23"
2	<b>EXTENSION DE LA FINCA (ha)</b>	225.15	378.91	135.38	135.38	45.13	158.43
3	<b>EXTENSION DEL PROYECTO ( ha).</b>	220.00	336.30	126.00	126.00	45.00	150.00
4	<b>SUELOS</b>	Pertenecen a la serie Chocón, asociado con los suelos Chacalté. Textura arcillosa. Profundos	Asociación de series Chocón y Chacalté. Suelos poco profundos. Textura arcillo limoso.	Serie Chacalté. Poco profundos, sobre caliza. Afloramientos rocosos dispersos. Textura arcillosa	Serie Chacalté. Poco profundos sobre piedra caliza. Abundantes afloramientos rocosos	Serie Chacalté. desarrollados sobre caliza. Afloramientos rocosos dispersos.	Asociación de series Chocón y Chacalté. Suelos poco profundos. Textura arcillo limoso.
5	<b>ALTITUD (msnm)</b>	60 - 100	60 - 176	20 - 150	20 - 150	100 - 180	50 - 125
6	<b>RECURSOS HIDRICCS</b>	Tres afluentes del río Chocón y un pozo para uso doméstico	Tres quebradas y un afluente del río Sejá. Servicio agua potable.	Río Ciénaga. Servicio de agua potable.	Pequeñas corrientes efímeras que desembocan sobre el río Sejá o en sumideros.	Pequeñas corrientes efímeras que desembocan en sumideros.	Un afluente del río Sejá. Servicio de agua potable.
7	<b>RESERVORIOS DE VEGETACION NATURAL (ha)</b>	Ninguna	42.60	9.38	12.38	1.13	Ninguna
8	<b>ESPECIE FORESTAL</b>	<i>Pinus caribaea</i>	<i>Pinus caribaea</i>	<i>Pinus caribaea</i>	<i>Pinus caribaea</i>	<i>Pinus caribaea</i>	<i>Pinus caribaea</i>
9	<b>PROCEDENCIA DE LA SEMILLA</b>	Poptún, Petén.	Poptún, Petén.	Poptún, Petén.	Poptún, Petén.	Poptún, Petén.	Poptún, Petén.
10	<b>DENSIDAD INICIAL (Arb/ha)</b>	2500	2500	2000	2000	2000	2000
11	<b>EDAD (Años)</b>	14	12	11	11	8	7
12	<b>No. SECCIONES</b>	7	9	5	6	2	7

Fuente: Archivo Reforestadora Industrial, S. A., 2002.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 Objetivo general

Dar a conocer el comportamiento de la palomilla de los brotes de pino *Rhyacionia frustrana* (Comstock) en plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis, en el municipio de Livingston, evaluar el tipo y dimensión (nivel) de daños ocasionados, así como recomendar las tácticas y estrategias de manejo y control factibles de implementar en esta región.

### 4.2 Objetivos específicos

- 4.2.1 Evaluar los daños producidos *R. frustrana* y la relación entre la época de aparición y desarrollo de la plaga, con respecto a la edad de las plantaciones.
- 4.2.2 Adoptar niveles o criterios de decisión para determinar el momento de intervenir con métodos supresivos
- 4.2.3 Proponer un modelo de manejo integrado con opciones o alternativas de manejo y control que reduzcan la alta infestación de esta plaga y por ende la aplicación de insecticidas químicos, mediante un enfoque ecológico y económico.

## 5. METODOLOGIA

### 5.1 Determinación del universo del estudio

El universo del estudio lo componen las plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis, establecidas por **Refinsa**, en las fincas Toquelá, El Recreo, Ciénaga, La Libertad, Ciénaga II y Las Flores, en jurisdicción del municipio de Livingston, Izabal, abarcando una superficie de 1,223.30 hectáreas.

### 5.2 Establecimiento de enlaces

Mediante esta fase se establecieron los contactos correspondientes con las personas involucradas tanto en la dirección como en la ejecución del Programa de Manejo y Control de Plagas y Enfermedades Forestales desarrollado por **Refinsa**, incluyendo asesores, personal técnico administrativo y auxiliares de campo. Se buscaron también contactos con otras instancias nacionales relacionadas, con la extensión, enseñanza e investigación forestal y agrícola.

### 5.3 Recopilación de información

Establecidos los contactos en las fuentes de información, haciendo uso de entrevistas, reuniones, encuestas y visitas, se procedió a recopilar la información relevante que nos permita conocer el registro de la aparición, variación, desaparición de poblaciones, fenómenos, condiciones y eventos naturales y antropogénicos que son relevantes para el manejo de *R. frustrana* y de las plantaciones de pino del Petén. Esta actividad también abarcó literatura, informes, experiencias de otros productores y técnicos forestales, así como, información electrónica y la consulta en revistas científicas esenciales para un programa de manejo integrado de plagas.

### 5.4 Manejo y análisis de la información

Toda la información recopilada necesitó ser ordenada y regularizada para facilitar su análisis. Para ello se utilizaron formularios de recuento, cuadros y gráficas, que permitan detectar posibles correlaciones entre los factores.

Las posibles correlaciones sugeridas por esta información se sometieron a un análisis estadístico (correlación, regresión, transformación de datos y técnicas de ajustes de curvas, etc).

### 5.5 Investigación de campo: Fase exploratoria

En esta fase se exploró el ambiente forestal, ecológico y socioeconómico sobre el cual se desarrollan las plantaciones. Así también se evaluaron los recursos disponibles, las prácticas silviculturales y fitosanitarias junto con sus limitantes, clases de gastos y de ingresos. Se estudio la mentalidad del productor, sus valores y aspiraciones, su aptitud de manejar la empresa, la percepción del riesgo, conocimiento de la plaga y de los daños que causan y sus fuentes de información técnica. Se determinó el potencial de rendimiento de las plantaciones bajo estudio, para definir el nivel óptimo de insumos, poner en perspectiva las pérdidas causadas por la plaga, y se adoptaron preliminarmente niveles o criterios de decisión para establecer el momento de intervenir la plaga con métodos supresivos. Se trato de cuantificar algunas de las pérdidas ocasionadas por la plaga durante esta fase fenológica de las plantaciones. Adicionalmente se observaron factores ecológicos importantes y sus interacciones. Una parte de estos datos también se recogió de literatura y verbalmente de la experiencia de técnicos.

### 5.6 Investigación de campo: Fase de expansión y prueba

Con el conocimiento generado en las anteriores etapas del estudio, se exploró el rango de las tácticas de control integrado factibles de implementar (uso selectivo de plaguicidas, comportamiento y ecología de la plaga, prácticas silviculturales, introducción de organismos benéficos como los parasitoides y depredadores, control microbial o el uso de *Bacillus thuringiensis*, cultivos trampa, etc), estableciendo un componente de verificación, en dos riveles: a). Experimentos en las fincas, y b). Ensayos anteriores desarrollados por el personal técnico de **Refinsa**.

Se espera de esta forma proponer el fundamento básico de un plan de manejo de *R. frustrana* que permita obtener utilidades óptimas a través de costos mínimos y una productividad sostenida de las plantaciones forestales, reduciendo al mínimo el posible riesgo de la empresa y daños al medio ambiente.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Caracterización cualitativa y cuantitativa de *Rhyacionia frustrana* (Comstock)

#### 6.1.1 Taxonomía y principales características bioecológicas de *Rhyacionia frustrana* (Comstock) bajo las condiciones de las plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* de Livingston, Izabal

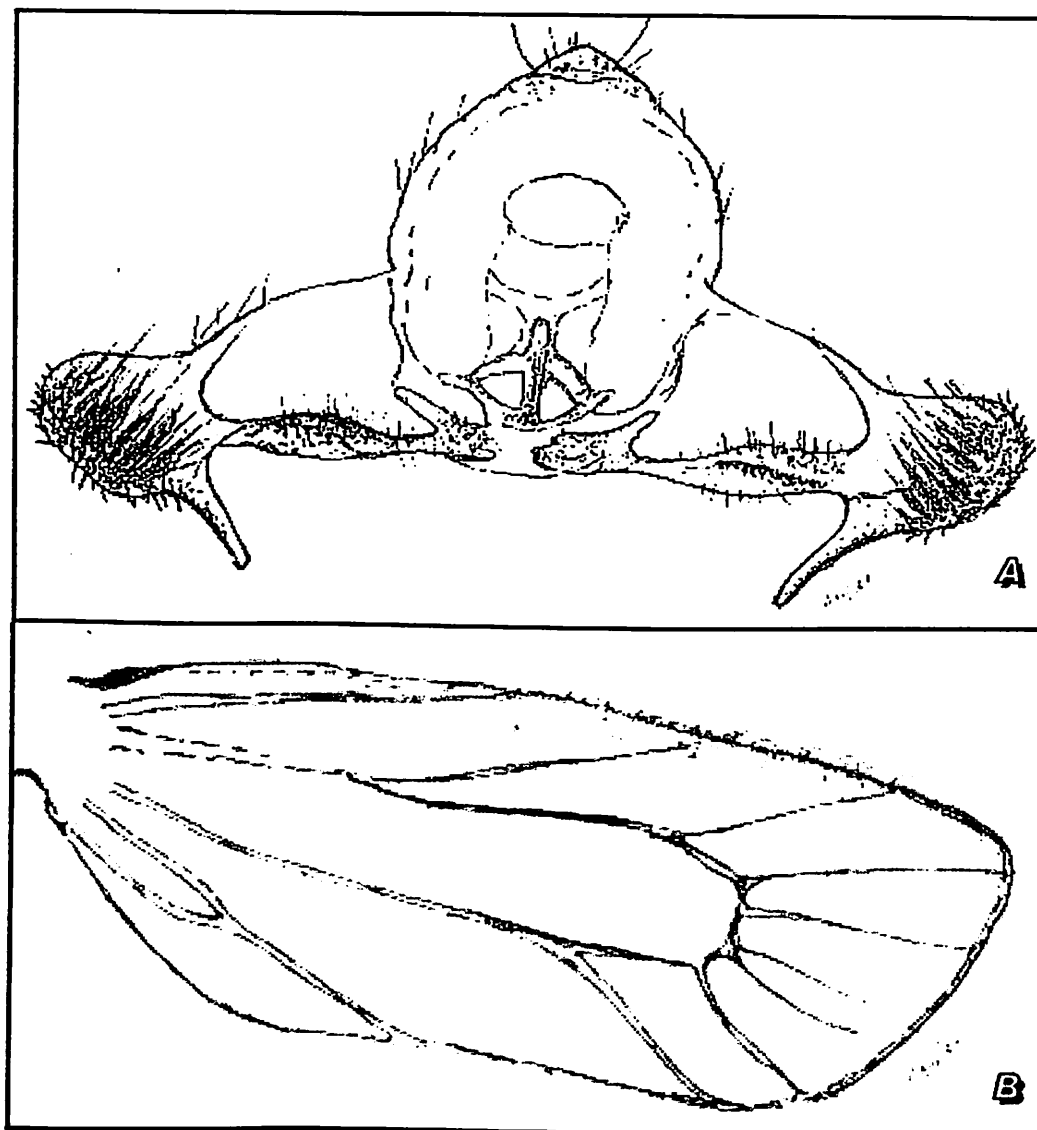
##### A. Taxonomía de *Rhyacionia frustrana* (Comstock)

La especie del género *Rhyacionia* que se ha reportado afectando *Pinus caribaea* en Livingston, Izabal es *Rhyacionia frustrana* (Comstock) (Lepidóptera: Tortricidae) (22). Méndez, 1990 (21), señala que para su determinación efectuó un análisis de venación alar, coloración y genitalia del macho (Figura 3).

En un principio se ubicó a *Rhyacionia* spp en la familia Olethreutidae. En una revisión biosistemática Powell y Miller; citados por Coulson y Witter (1990), ubicaron a dicho género en la familia Tortricidae e incluyeron dentro de la clasificación de esta familia a Olethreutidae. Se ha informado que la especie *R. subtropica*, que pertenece a la subfamilia Olethreutinae está presente en Guatemala (5).

##### B. Descripción y ciclo biológico de *R. frustrana*

Las hembras comienzan regularmente a poner huevos dos días después de su aparición (3). Los huevos son depositados en la base de las acículas tiernas pudiéndose encontrar un grupo de dos, tres o aislados sobre los brotes tiernos (5, 38). Estos son levemente aplanados, convexos o discoidales y miden entre 0.5 y 0.85 mm de diámetro (5, 22, 38) (Figura 4). Los huevos son blanco opaco recién ovipositados, al madurar se tornan amarillo o anaranjado rojizo (5, 38, 45). El período de desarrollo del estado de huevo es de seis a nueve días (5). Los huevos pueden durar hasta 30 días, si el tiempo es "fresco" o de 5 a 10 días en tiempo "caluroso" (45).



**FIGURA 3. A. Genitalia masculina de *Rhyacionia frustrana* (Comstock)**

**B. Venación del ala anterior de *Rhyacionia frustrana* (Comstock)**

Fuente: Méndez H., C.A. (1990)

Las hembras de la primera generación ponen un promedio de 54 huevos por hembra, y las hembras de la segunda generación ponen un promedio de 26 huevos.

Las larvas recién emergidas perforan los tejidos del brote casi siempre en la base de las acículas, provocando la secreción de resina de color blanquecino; a la vez, teje una tela fina en el eje de la acícula, debajo de la cual se alimenta de los tejidos suaves del brote. La larva más desarrollada (Figura 4) ataca el eje del brote, donde hace galerías de 2 a 3 cm de longitud.

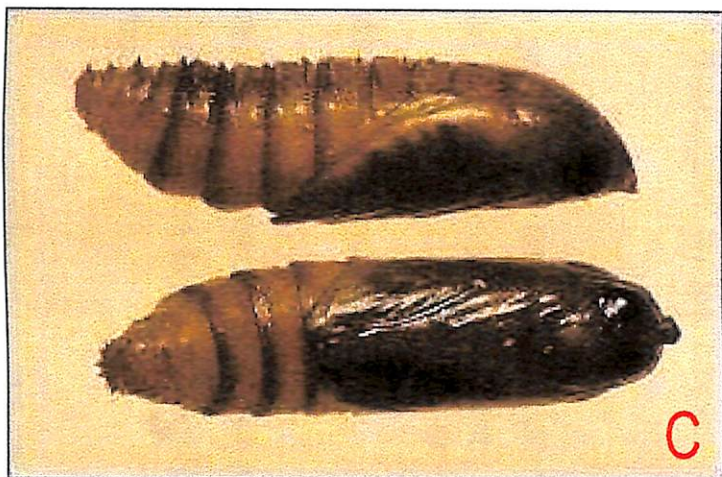
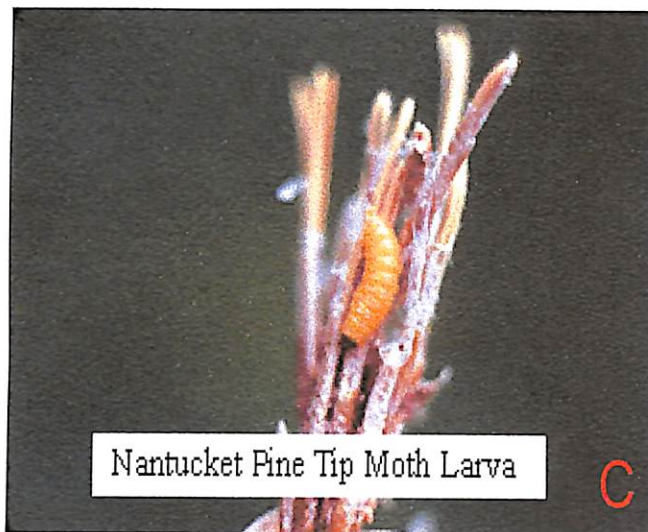
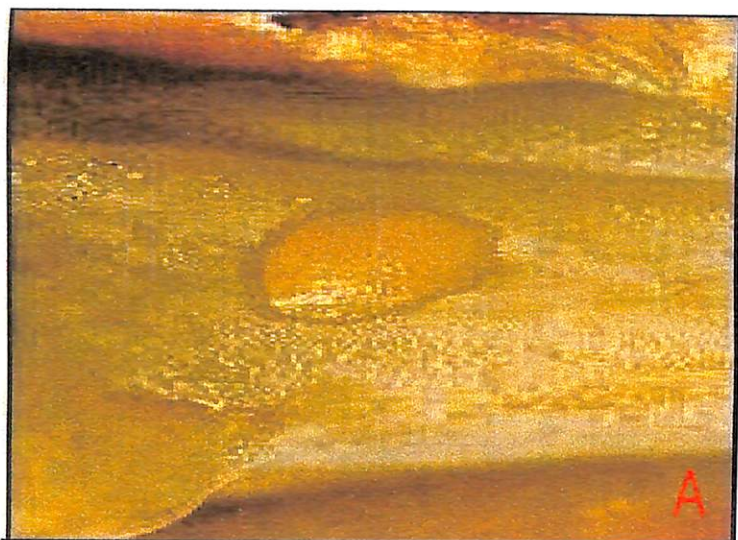


Figura 4. Estadios de *Rhyacionia frustrana* Comstock A. Ejemplares de huevo. B. Larva. C. Pupas D. Adulto  
Fuente: (9, 20, 25, 44, 45)

La alimentación de las larvas continua por 3 o 4 semanas dentro de los tejidos. Esto provoca el secamiento del brote, que adquiere una coloración pardo rojiza y queda recubierto de resina. Las larvas pequeñas son de color amarillo claro, con la cabeza negra o pardo claro y mide de 1.0 a 1.5 mm de longitud; luego adquieren una coloración amarillo-anaranjada o café claro y pueden medir hasta 12 mm de largo. Este insecto en su estado de larva pasa por cinco estadios y tiene una duración de vida de entre 19 y 23 días (5, 38, 45).

Las pupas son ahusadas, de color café pálido a café oscuro conforme avanza su estado de desarrollo (Figura 4), aparecen siempre dentro de un tipo de bolsa construida por la larva dentro del brote afectado y miden de 4 a 6 mm de longitud en los machos y de 5.5 a 7 mm en las hembras (5, 45). La pupa tiene una duración de 11 a 14 días (5).

El adulto es una palomilla de apenas 6 mm de largo, con un ancho de envergadura de sus alas anteriores de 10 a 13 mm (Figura 4). Sus alas anteriores son de color gris plateado, con manchas de color pardo-rojizo o ladrillo (5, 25). Las palomillas son activas desde tempranas horas de la tarde hasta la oscuridad, el resto del día descansan en los árboles (3). El periodo de desarrollo es de 5 a 7 días.

*R. frustrana* completa su ciclo biológico entre 41 y 53 días, observándose de 7 a 8 generaciones superpuestas en el año, en Livingston, Izabal (Méndez et-al, 1990).

### C. Distribución y hospederos de *R. frustrana* en Guatemala

A principios de la década de los 60s, en Guatemala se registró a *Rhyacionia pseudostrabana* Amsel, infestando *Pinus pseudostrabus*, especie que más tarde fue sinonimizada por Miller, (1965) con *R. frustrana*. (22). No se conoce de reportes anteriores.

Fajardo (1986), en un informe preparado para *Refinsa*, señala que los daños observados en las plantaciones de *Pinus maximinoii* y *P. caribaea*, de la finca Saquichaj, situada en jurisdicción de Cobán, Alta Verapaz; probablemente se deba, a la presencia de dos Lepidópteros: *Dioryctria* sp y *Rhyacionia* sp, de cuya confirmación no se tiene registro.

Méndez, et al (1990), en su informe anual del proyecto de investigación "Estudios básicos para el control de *Rhyacionia frustrana* (Comstock)", indica que como parte de este trabajo se muestrearon los bosques naturales de *P. caribaea* en Guatemala, para determinar la distribución geográfica de la PBP, llegándose a la conclusión, que de acuerdo al tipo de muestreo empleado, la palomilla de los brotes del pino, no se encuentra presente en los bosques naturales de pino caribe de Lanquín, Alta Verapaz. En Poptún, Petén, en las estribaciones de la Sierra de las Minas, (entre Zacapa e Izabal) y en Trincheras (Los Amates), este insecto sí forma parte de la entomofauna natural del bosque y su existencia hasta finales de los años 80s era desconocido.

Como producto de este trabajo también se revela, que es probable que el origen de las migraciones de la PBP a Livingston, Izabal, haya tenido lugar desde Trincheras, utilizando como puente los rodales experimentales de pino caribe que se establecieron en la finca Las Vegas (1984), de donde posteriormente se dispersó a los proyectos de reforestación denominados "La Esperanza" y "La Isabel" (1986), que se sitúan en las proximidades de las aldeas San Antonio Sejá y La Libertad. Después de esto, la distribución de *R. frustrana* se amplió rápidamente debido al movimiento de material de plantación infestado que se usó para los nuevos proyectos de reforestación.

En los archivos de **Refinsa**, aparece registrado que *P. frustrana* ha estado presente en tres distintas localidades, afectando igual número de especies del género *Pinus*, de la forma como se indica en el cuadro 2.

**Cuadro 2. Localidades y hospederos que se han registrado con presencia de la PBP, dentro del área de acción de **Refinsa**, 2002.**

No.	LOCALIDADES	HOSPEDERO	AREA POTENCIALMENTE AFECTADA (ha)
1.	Livingston, Izabal (1986)	<i>Pinus caribaea</i> Morelet var. <i>hondurensis</i>	4,940.73
2.	Cobán, Alta Verapaz (1986)	<i>Pinus maximinoii</i> H. E. Moore <i>Pinus caribaea</i> Morelet var. <i>hondurensis</i>	572.56
3.	Chiquimulilla, Santa Rosa (1997)	<i>Pinus oocarpa</i> Schiede	70.00
	<b>AREA TOTAL</b>		<b>5,583.29</b>

Fuente: Archivos. Reforestadora Industrial, S.A. Guatemala, 2002.

Hernández (2002) indica que *R. frustrana* también ha sido encontrada donde existen plantaciones de *P. maximinoii* en San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz, y sobre *P. caribaea* en el Estor, Izabal y Senahu, Alta Verapaz; causando serios daños. Este autor encontró que en el año de 1995 la PBP, ya se hallaba presente en la finca Chimelb, Lanquín, Alta Verapaz, atacando pequeñas plantaciones de *P. caribaea*. En Huehuetenango, este insecto ha sido encontrado en plantaciones de *P. oocarpa* y *P. montezumae* (1992). En la Figura 5 se presenta la distribución de la palomilla de los brotes de pino en Guatemala.

#### D. Fluctuación de población

Para entender los cambios en la distribución y abundancia de *R. frustrana* en las plantaciones de pino caribe de Livingston; Méndez et al (1990) procedieron a realizar muestreos mensuales durante casi dos años en el proyecto de reforestación Toquelá, entre las edades de 2 y 3 años. Para el efecto trabajaron parcelas de 81 metros cuadrados, distribuidas al azar en las siete secciones o unidades de manejo de que consta dicho proyecto. Durante la investigación se observó que la PBP, normalmente, se distribuye en el campo en forma agregada o en focos y solo dentro del área de su hospedero, lo que demuestra la especificidad al género *Pinus*.

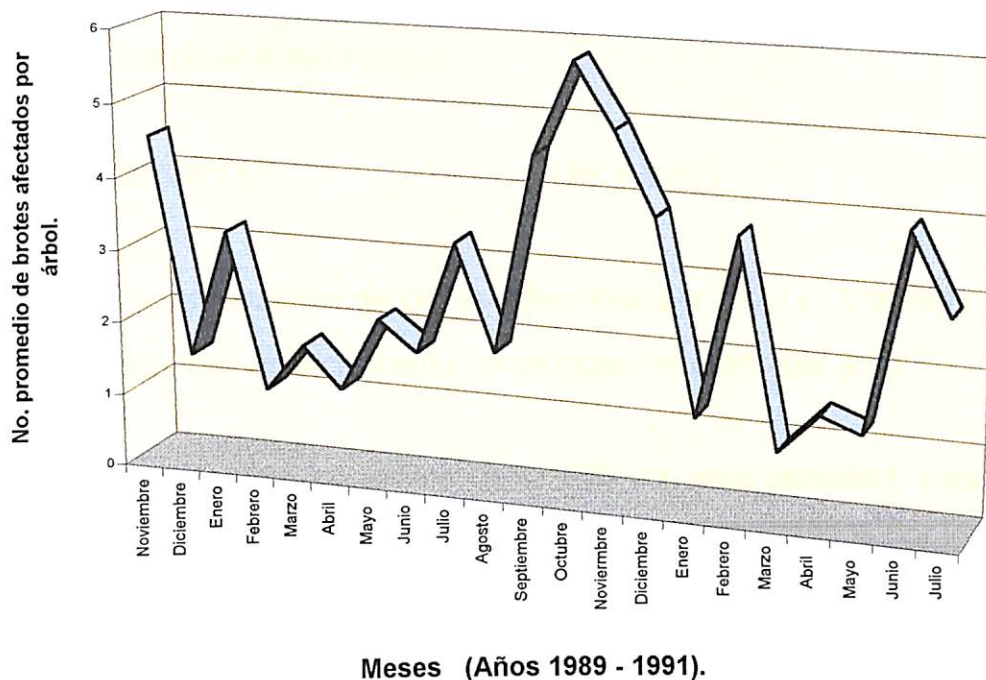
En general se reportó que la mayor cantidad de insectos, en todos sus estadios y las lesiones más importantes se presentaron durante los meses de agosto a enero, alcanzando el pico máximo en los meses de octubre y noviembre (Figura 6). La mayor depresión de las poblaciones de la PBP ocurre entre los meses de febrero y junio, disminuyendo marcadamente en los meses de febrero y abril, coincidiendo con la época más “seca” y “cálida” del año. Respecto a la incidencia y abundancia estacional de depredadores naturales, se observó que el mayor incremento se presentó durante la época “seca”, disminuyendo drásticamente durante el período lluvioso.

Los resultados de esta investigación demostraron que en esta región, la PBP puede llegar a tener de 6 a 8 generaciones en el año, con sus respectivos traslapes. La entrada de los vientos alisios enfrían suficientemente la región a finales y principios de año, como para retardar unas dos semanas el ciclo biológico. Por lo que el número de generaciones de la plaga puede quedar reducida a seis.



Base 504917 (547180) 2-82

Figura 5. Distribución de *Rhyacionia frustrana* (Comstock) en Guatemala.  
Fuente: (10, 19, 22, 46)



**Figura 6. Dinámica de *Rhacionia frustrana* (Comstock) en el proyecto de reforestación Toquelá, Livingston, Izabal, 1989/91.**

Fuente: Archivo informes mensuales. Reforestadora Industrial, S.A. Guatemala, años 1989 a 1991.

La relación entre el número promedio de brotes afectados por árbol y el tiempo de muestreo empleado para caracterizar el patrón de abundancia de *R. frustrana* en el proyecto de reforestación Toquelá, (20 meses entre 1989 y 91), nos permitió establecer que a lo largo de este período, las poblaciones de la PBP presentaron un comportamiento logístico, teniendo como escenario: una plantación de *P. caribaea* de entre 2 y 3 años de edad, que exhibió durante el tiempo de la evaluación un incremento medio anual en altura de 1.28 m.

Cuantificando los daños, se determinó que el número de brotes infestados por árbol osciló entre 0.95 y 5.85, con un promedio de 2.65 y una desviación estándar de 1.48 brotes visiblemente afectados por árbol. En este análisis se asumió que cada brote dañado fue afectado por una sola larva.

La regresión lineal del número promedio de brotes infestados por árbol y el tiempo acumulado de registro, fue determinada como:

$$y = 0.40813 + 0.09548 (X) \quad (R^2 = 0.98)$$

Donde  $y$  es el número promedio de brotes infestados por árbol y  $X$  el tiempo de muestreo o de referencia. Cada 10 días hay un incremento de un brote infestado por árbol.

Por tanto, resulta obvio que los brotes de la PBP en esta localidad, presenta diferencias significativas en amplitud y magnitud y que los grados de daños soportados por los rodales de pino durante estos años influenciaron de manera particular en desarrollo posterior, el cual se refleja en una disminución de la altura y diámetro máximo de los árboles.

### 6.1.2 Características del daño ocasionado por la PBP

En Guatemala, *R. frustrana* infesta pinos en bosques naturales, plantaciones y viveros. La mayoría de las infestaciones se producen en plántulas y en árboles jóvenes menores de 5 metros de altura, esto debido a la capacidad de vuelo del adulto. Esta etapa fenológica del pino tiene una duración de aproximadamente 5 o 6 años.

Después de emerger del huevo, las larvas del primer instar, que son muy pequeñas (de 1.0 a 1.5 mm aproximadamente), se alimentan sobre y dentro de las acículas y el tejido succulento de los brotes. Es difícil detectar la presencia de las larvas del primer instar; solo una inspección cuidadosa con frecuencia revela una pequeña malla de seda en la axila formada por una acícula en desarrollo y el tallo. La alimentación por larvas del instar intermedio se detecta fácilmente por la presencia de telas de seda y la acumulación de excremento y resina alrededor del brote terminal (Figura 7). Las Larvas del último instar, que tienen una longitud de 6 a 12 mm, minan los brotes ocasionando una coloración pardusca a las yemas y a las acículas, muerte de los brotes a partir de la punta y la destrucción de las yemas. A niveles de altas poblaciones no es raro que varias larvas infesten un solo brote. En las plantaciones de pino caribe establecidas por *Refinsa*, se encontraron hasta cuatro larvas por brote infestado, cuando existieron altas poblaciones de la PBP.

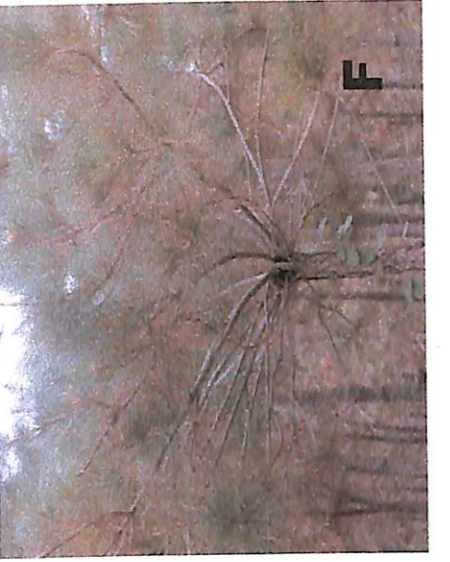
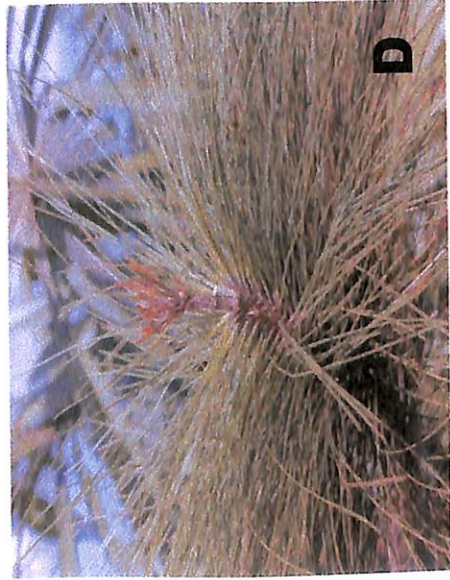
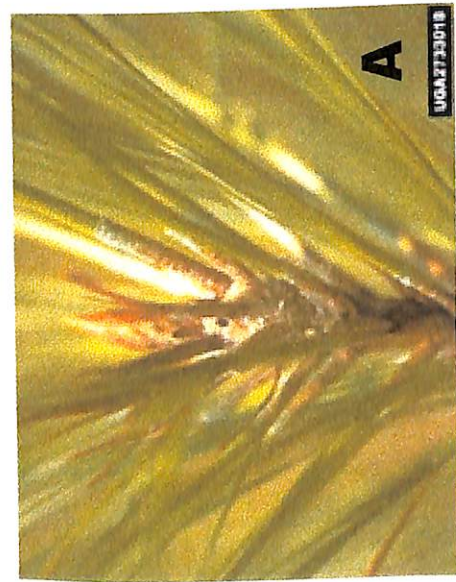


Figura 7. Características del daño ocasionado por larvas de *Rhyacionia frustrana*

A. B. C. Signos de alimentación por larvas

D. E. F. Tipos de daños ocasionados por *R. frustrana*.

Fuente: ( 3, 9, 25, Fotos archivo Refinsa, 2002)

En la mayoría de las circunstancias, el estado de larva de *R. frustrana* puede muestrearse con relativa facilidad para determinar su abundancia poblacional a nivel de campo. Las larvas de la PBP también pueden categorizarse y cuantificarse, de acuerdo a sus diferentes instares larvarios, tamaño relativo, longitud y color, para decidir si es necesario o no tomar una medida correctiva para combatir la plaga (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Categorización de larvas de *Rhyacionia frustrana* (Comstock) (Lepidóptera: Tortricidae) para su reconocimiento a nivel de campo, con fines de monitoreo.**

CATEGORÍA.	INSTARES LARVARIOS	TAMAÑO RELATIVO	LONGITUD (mm)	COLOR CARACTERÍSTICO DE LA LARVA
LA	L <sub>1</sub> y L <sub>2</sub>	Pequeño	1.0 – 3.0	Amarillo claro.
LB	L <sub>3</sub> y L <sub>4</sub>	Mediano	3.0 - 6.0	Amarillo, anaranjado o café claro
LC	L <sub>5</sub>	Grande	6.0 – 10.0 ó hasta 12.0	Café claro o anaranjado

Fuente: **Refinsa**, 1995.

En el cuadro 4 se describen los tipos de signos y daños que con frecuencia se relacionan con los diferentes instares larvarios de *R. frustrana*.

**Cuadro 4. Guía para el reconocimiento de brotes infestados por *Rhyacionia frustrana* (Comstock) (Lepidóptera: Tortricidae) en plántulas y árboles de *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis*.**

No.	SIGNOS DE INFESTACION	DAÑOS OCASIONADOS	ESTADIO LARVARIO
1.	Bronceado de acículas. Brotes con secreciones de resina de color blanquecino y formación de una tela fina de seda, en la axila formada por una acícula en desarrollo y el tallo.	La larva se alimenta sobre y dentro de las acículas y el tejido succulento de los brotes, produciendo heridas superficiales irregulares y la muerte de algunas acículas en las extremidades de las ramificaciones.	Larvas del primer instar de 1.0 a 1.5 mm. de longitud, de color amarillo claro.
2	Presencia de telas de seda mezcladas con excrementos y resina. Contraste de acículas café y verdes, alrededor del brote	Barrenación inicial del floema y de la madera de los brotes en crecimiento.	Larvas del instar intermedio que miden 6.0 mm de longitud, de color amarillo anaranjado o café claro, en estado muy activo
3.	Coloración pardusca de yemas y acículas	Minación del eje del brote, construyendo galerías de 2-3 cm.	Larvas del último instar, que tienen una longitud de 6 a 12 mm, coloración café claro o anaranjado
4.	Brotes secos, pardo rojizos, visibles a distancia	Muerte de los brotes a partir de la punta y destrucción de yemas	Presencia de exuvias

Fuente: **Refinsa**, 1995.

Las infestaciones de la palomilla de los brotes de pino durante las fases de plántula y juvenil del pino, provocan la reducción del crecimiento en altura y en diámetro, así como la deformación del fuste; y si el ataque es repetido, puede causar su muerte.

Según el grado o intensidad de la infestación, la actividad de este barrenador de yemas y brotes puede alterar el crecimiento del hospedante de muchas maneras. Se han definido varios tipos de deformaciones, siendo los más importantes los que se definen en el cuadro 5.

**Cuadro 5. Tipos de daños causados por *Rhyacionia frustrana* (Comstock) (Lepidóptera: Tortricidae) en plántulas y árboles jóvenes de *Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis.**

No.	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN GENERAL
1.	PODA	Muerte de yemas laterales, produciendo menos ramas por verticilo, no hay encorvamiento del tallo principal.
2.	BIFURCADURA	Dos o más yemas laterales asumen la dominancia. Si una de ellas se hace dominante, puede dar como resultado una encorvadura.
3.	ENCORVADURA LIGERA O LEVE	Desviación de la vertical que se produce por la destrucción completa o parcial de la yema terminal. La yema lateral por lo general asume la dominancia sobre la yema terminal dañada, produciendo un leve grado de encorvamiento.
4.	GANCHO O ENCORVADURA SEVERA	Encorvadura severa que se produce cuando el insecto se alimenta sólo de un lado de la yema terminal; la larva deja de alimentarse antes de que muera la yema y la rama líder se dobla en el punto donde es atacada.
5.	CORONA O PROFUSIÓN DE RAMAS	Aumento del número normal de ramas en un verticilo, produciendo brotes múltiples después de la destrucción de los brotes terminales o laterales.
6.	PUNTA MUERTA	El ataque de los insectos mata las yemas terminales, no llegándose a desarrollar yemas adventicias, por lo que se produce la muerte de la copa.

Fuente: Miller; Telerico y Heikkenen; Lessard y Jennings (Citados por Coulson y Witter, 1990).

A continuación en los cuadros 6 y 7, así como en las figuras 8 y 9, se presentan algunos rasgos de la incidencia y abundancia estacional de *R. frustrana*, en los proyectos de reforestación El Recreo, Ciénaga, Ciénaga II y La Libertad.

**Cuadro 6. Variación del porcentaje de Infestación de *Rhyacionia frustrana* (Comstock), en árboles de *Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis, en los proyectos de reforestación de Livingston, Izabal; 1994-96.**

PROYECTO	AÑO	EDAD DE LA PLANTACION (Años)	VARIACIÓN % DE INFESTACION
El Recreo	1994	4	1.33 - 23.20
	1995	5	4.56 - 47.11
Ciénaga	1994	2	16.00 - 74.80
	1995	3	30.00 - 86.20
La Libertad	1994	2	8.13 - 66.00
	1995	3	17.50 - 79.00
Ciénaga II	1995	1	30.00 - 91.00
	1996	2	37.50 - 81.50

Fuente: Resultados monitoreo de plagas y enfermedades. Años 1994-1996. **Refinsa.**

**Cuadro 7. Número de brotes por árbol de *Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis infestados por *Rhyacionia frustrana* (Comstock) (Lepidóptera: Tortricidae), en los proyectos de reforestación de Livingston, Izabal.**

AÑO	PROYECTO DE REFORESTACION	EDAD (Años)	RANGO DE VARIACION	PROMEDIO DEL No. DE BROTES AFECTADOS POP ARBOL
1992	Toquelá	4	1 - 6	2.6
1995	El Recreo	5	1 - 2	1.5
	Ciénaga	3	1 - 16	10.0
	La Libertad	3	1 - 13	5.5

Observaciones: Frecuentemente el número de larvas encontrado por brote es uno, sin embargo, es posible encontrar desde 1-4 larvas por brote.

Fuente: Resultados monitoreo de plagas y enfermedades Años 1994-1995. **Refinsa.** Méndez et al (1990).

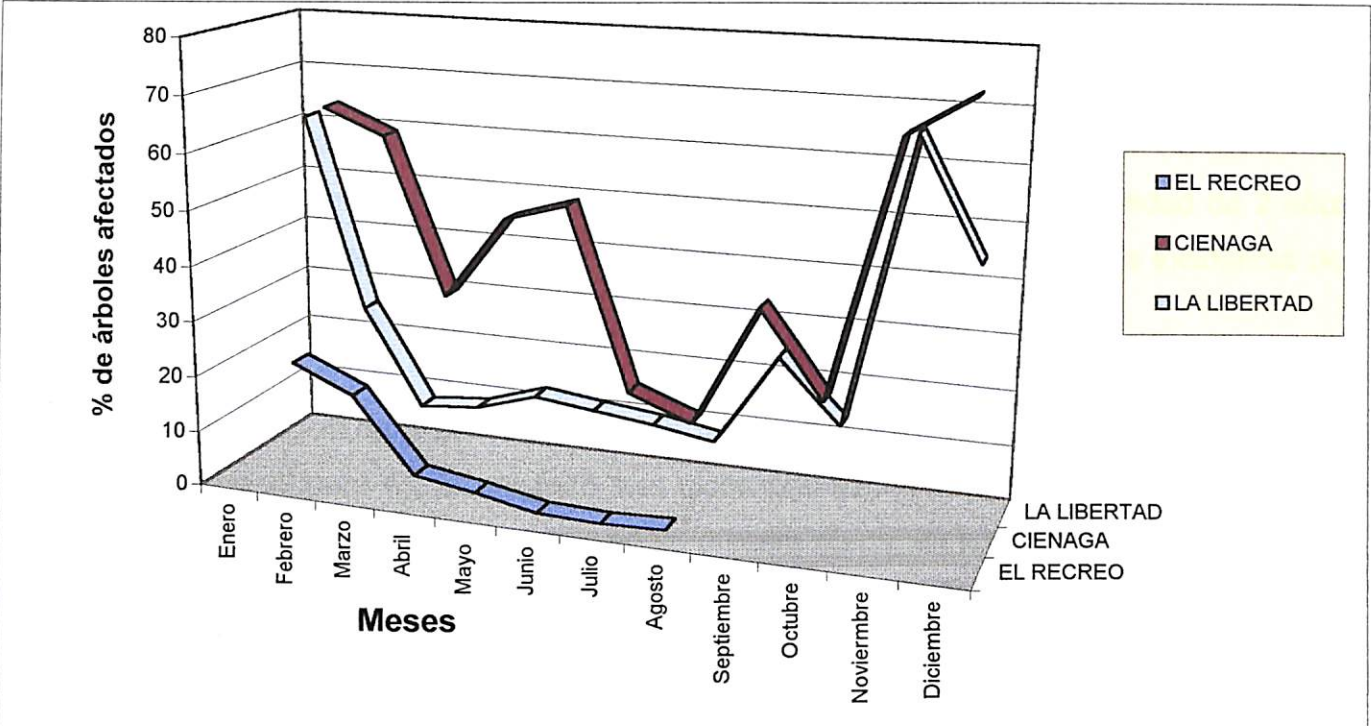


Figura 8. Variación del % de infestación causado por *Rhyacionia frustrana* (Comstock) en árboles de *Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis, en Livingston, Izabal; 1994.

Fuente: Resultados monitoreos de plagas y enfermedades. Años 1994-1996. **Refinsa.**

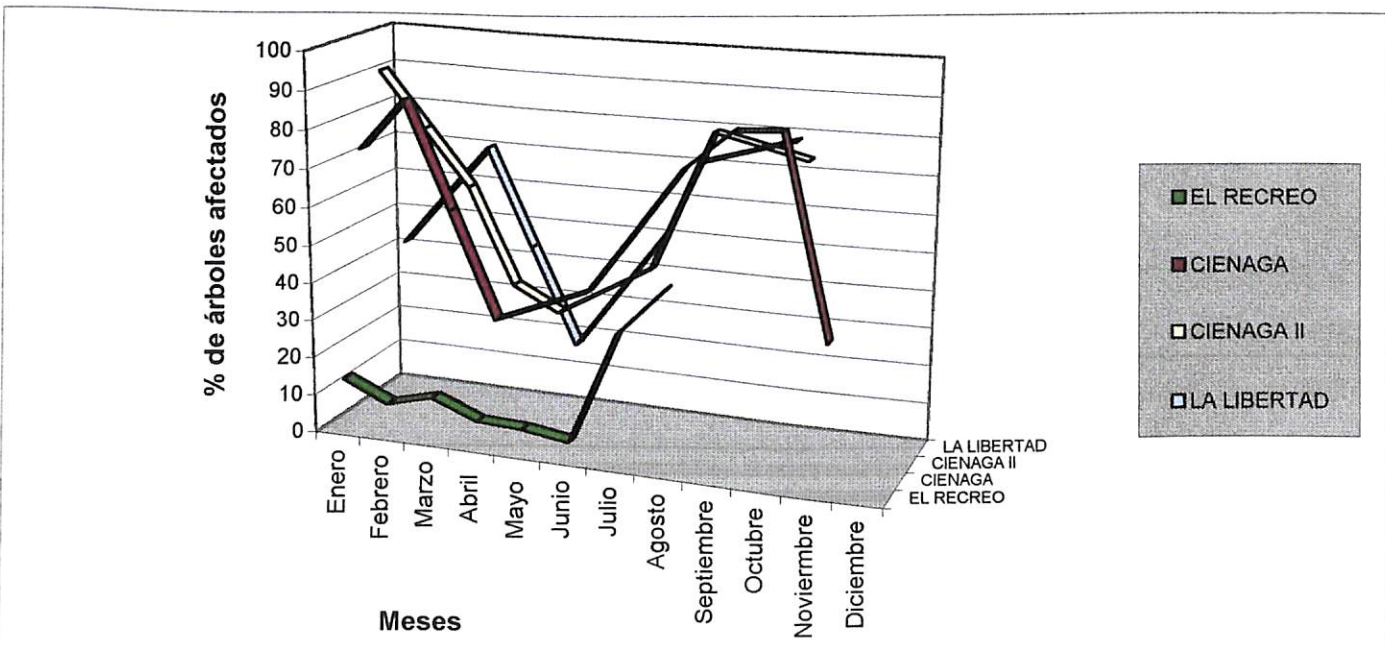


Figura 9. Variación del % de infestación causado por *Rhyacionia frustrana* (Comstock) en árboles de *Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis, en Livingston, Izabal; 1995.

Fuente: Resultados monitoreo de plagas y enfermedades. Años 1994-1996. **Refinsa.**

El análisis de la información anterior revela que todas las plantaciones de *P. caribaea* evaluadas fueron susceptibles al ataque de *R. frustrana*. La incidencia de esta plaga ha sido clasificada como severa, dado a que los niveles relativos de infestación resultaron ser sumamente altos. Tal es el caso, del proyecto de reforestación Ciénaga II (1995), que a la edad de 2 años y con una densidad de plantación de 1950 árboles por hectárea, alcanzó tasas de incidencia de la PBP que fluctuaron entre el 30 y 91% de los árboles (Figura 9).

En 1994, la incidencia de la palomilla de los brotes de pino fue más abundante en el proyecto de reforestación Ciénaga (Figura 8); alcanzando tres picos poblacionales a lo largo del año, entre los meses de febrero (66.25%) a marzo (51.90%) en su primera etapa, en junio (52.16%) en su segunda etapa y finalmente entre los meses de noviembre (67.80%) y diciembre (74.80%) en su fase final, siendo este último el más importante.

Durante 1995, las poblaciones de la PBP fueron las más numerosas, llegando a afectar con densidades poblacionales muy similares los proyectos de reforestación: Ciénaga, La Libertad y Ciénaga II (Figura 9). En este año los porcentajes de infestación más abundantes se presentaron entre los meses de enero a febrero y de julio a septiembre. Ambas fases, comprendidas dentro del período de mayor pluviosidad de la zona. La densidad poblacional de *R. frustrana* bajo drásticamente en el período de marzo a mayo, que es cuando se presentan precipitaciones mensuales inferiores a los 137 mm.

De la información que se presenta en las figuras 8 y 9 se deduce que los porcentajes de incidencia de la plaga fueron mayores en los proyectos de reforestación de menor edad (2 a 3 años). En cambio en los proyectos más desarrollados, las poblaciones se mantuvieron bajas. Esta tendencia se debe en parte a medidas de manejo y control implementadas y a las limitaciones de altura de vuelo de la plaga; así como, al hecho de que algunas de las plantaciones fueron podadas.

## 6.2 Niveles críticos de decisión adoptados para el manejo y control integrado de *Rhyacionia frustrana* (Comstock)

El manejo y control de plagas es una combinación de procesos que abarcan desde la toma de decisiones hasta la acción misma contra la plaga, pasando por la obtención de la información necesaria para llegar a la toma de decisiones.

Las infestaciones de la palomilla de los brotes del pino ocurren en viveros y en plantaciones jóvenes de pino de hasta 5 y 6 años de edad.

En viveros, el sistema de manejo es intensivo, predominando las medidas sanitarias tales como la eliminación de las plantas infestadas, control de malezas y fertilización; así como, el manejo de sombra y humedad, uso de plaguicidas biológicos, y aplicación en casos estrictamente necesarios de insecticidas sintéticos como Diazinon o Dimetoato. Esto promueve el rápido crecimiento durante los primeros seis u ocho meses, cuando la planta es más susceptible a las lesiones de la PBP. Se realizan también monitoreos periódicos que permitan detectar tempranamente la incidencia de plagas y aplicar medidas pertinentes, incluyendo la prohibición del trasplante de plántulas infestadas. Este seguimiento de las poblaciones de la plaga se realiza cada 5-8 días por los técnicos forestales, mediante la inspección y muestreo de plantas. Se cuantifican las plantas afectadas y las poblaciones de la plaga y en con base a ello se deciden las acciones de control más apropiadas.

Durante muchos años se han utilizado insecticidas sintéticos para el control de plagas en los viveros, pero la tendencia actual es minimizar su empleo y sustituirlos por otras alternativas, como los insecticidas biológicos, puesto que hoy en día ya existen resultados que demuestran su eficacia, tal es el caso de los entomopatógenos: *Bacillus thuringiensis* Berliner y *Metarhizium anisopliae* Met., para el control de larvas de *R. frustrana*. Estos productos deben aplicarse temprano en la mañana o en la tarde, cuando las poblaciones de la plaga son bajas y el producto pueda establecerse y actuar. Se requiere más de una aplicación de estos productos y los intervalos recomendados son de 5 a 7 días.

Al inicio del establecimiento de la plantación, las plántulas seleccionadas de pino, para ser trasplantadas en campo definitivo deben ser plántulas sanas libres de la infestación con *R. frustrana* y de cualquier infección patogénica. Por lo tanto, se debe previamente revisar y seleccionar todas aquellas plantas sanas, para evitar la dispersión de cualquier plaga en el campo definitivo.

En las plantaciones, las prácticas silviculturales y la conservación de los enemigos naturales constituyen unas de las principales tácticas de control de esta plaga.

El pino caribe por ser una especie forestal altamente susceptible al ataque de *R. frustrana*, debe plantarse únicamente en los sitios, en los cuales se adapta y utilizando densidades adecuadas de siembra, así como, los medios necesarios que puedan estimular un rápido crecimiento (manejo de la fertilización). Las medidas preventivas tales como plantar más de una especie del árbol para diversificar la estructura de las plantaciones, son también prácticas que ayudan a resguardar las plantaciones del daño de la palomilla de los brotes de pino.

Uno de los objetivos de los métodos de control de la PBP, es mantener los niveles de infestación inferiores a los registrados en condiciones normales. Sin embargo, debido a que al nivel de las plantaciones, se presentan diferencias significativas en la amplitud y magnitud de las infestaciones de la PBP, se hace necesario determinar un nivel de daño a partir del cual, los rodales de pino ya reflejan una disminución en la altura y en el diámetro de los árboles.

Para esta etapa de desarrollo de las plantaciones (1 a 6 años), las infestaciones provocadas por *R. frustrana* que sobrepase del 10 al 15% de yemas y brotes afectados ó más del 20% de los árboles deben ser categorizadas como severas y como consecuencia requiere la aplicación de un programa de manejo integrado de plagas.

El nivel crítico o nivel de decisión para efectuar el control de dicha plaga se realiza mediante tres etapas, las cuales son: a). Monitoreos, que consisten en inspecciones intensivas de detección y evaluación. Proporcionan información acerca de la localización de los brotes de plaga; así como, de su fase de desarrollo. b) Estimación de la densidad relativa de los brotes plaga, y c). Toma de decisiones de manejo, fundamentado en un programa de control integrado.

### 6.3 Modelos conceptuales de manejo integrado de plagas como base para el manejo de las poblaciones de la palomilla del brote del pino

El desarrollo de una buena estrategia de manejo de plagas depende de la capacidad que se tenga para comprender todas las interacciones significativas y relevantes del mundo real. Para el logro de este objetivo es importante la creación de un marco organizacional o estructura del sistema, que defina los componentes principales, identifique las vías de interrelación entre los componentes y que además relacione el **Manejo Integrado de Plagas (MIP)** con el manejo de las plantaciones forestales.

El programa dirigido hacia el manejo integrado de *R. frustrana* (MIPRF) se fundamenta en cuatro puntos clave: Primero, tiene como base principios ecológicos. Segundo, su metodología implica una combinación de tácticas, es decir, técnicas separadas que tienen como propósito suprimir o prevenir el crecimiento de la población. En conjunto, varias tácticas constituyen una estrategia para regular la distribución y abundancia de la población. Tercero, el objetivo funcional es reducir o mantener a niveles tolerables las poblaciones de la PBP. Cuarto, el MIPRF debe constituir un componente del manejo forestal de las plantaciones.

Desde el punto de vista conceptual y como punto de partida, para desarrollar el MIPRF se obtuvieron y analizaron algunos modelos entomológicos generados para otras situaciones y sistemas, los cuales fueron adaptados a nuestro medio. Uno de ellos, es el modelo jerárquico, que toma como base distintos niveles de integración categorizados descendentemente. Este modelo es básico y se utiliza para comprender la dinámica del sistema de manejo integrado de plagas forestales, partiendo de lo general a lo específico. Este es el primer modelo que puede ser aplicado al manejo de plagas en las plantaciones de pino caribe (26) (Figura 10).

El segundo modelo (Figura 11) integra con mayor complejidad el rodal, la plaga y la economía en el sistema. Se aplica a fincas o proyectos con registros de información y tiene un grado de elaboración y aplicación más complicada porque requiere de información de muchas más variables.

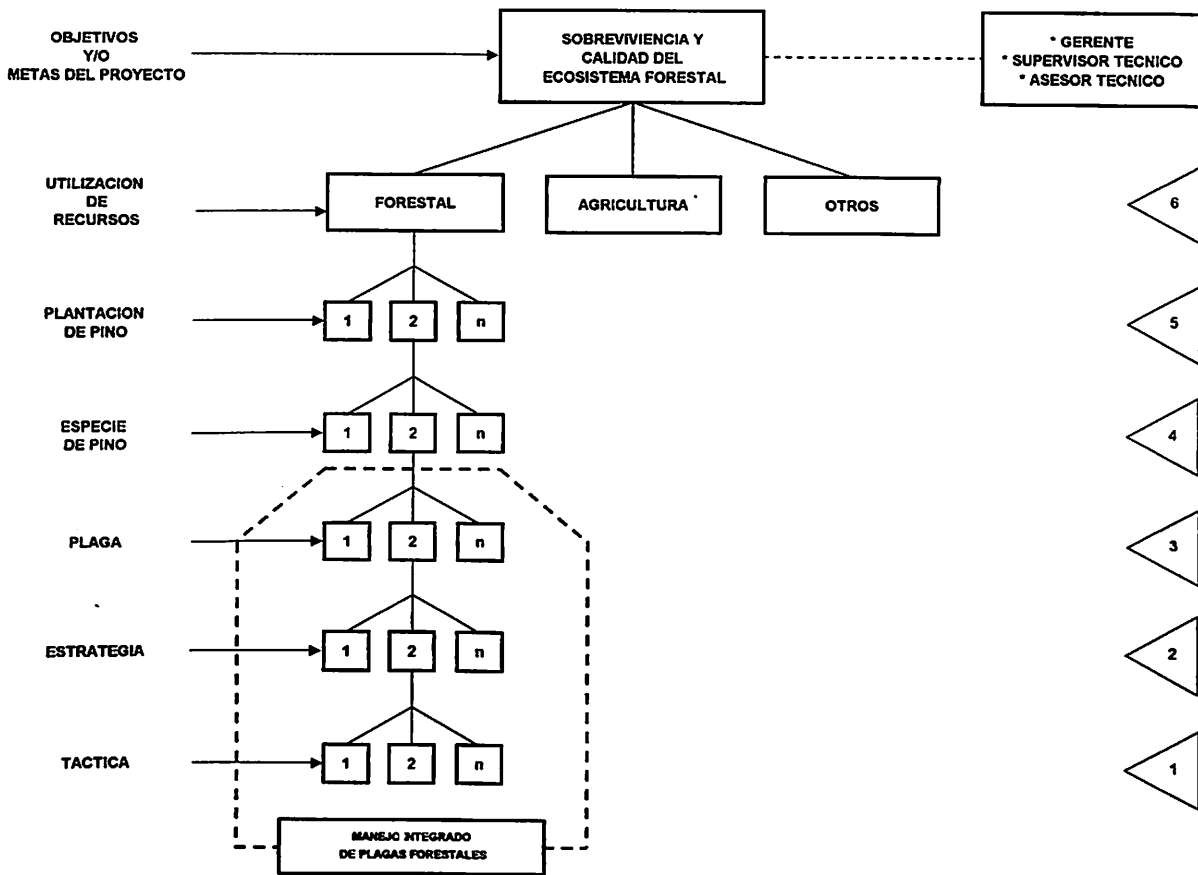


Figura 10. Modelo jerárquico del manejo integrado de plagas forestales en plantaciones de pino. Fuente: (7, 26, 28)

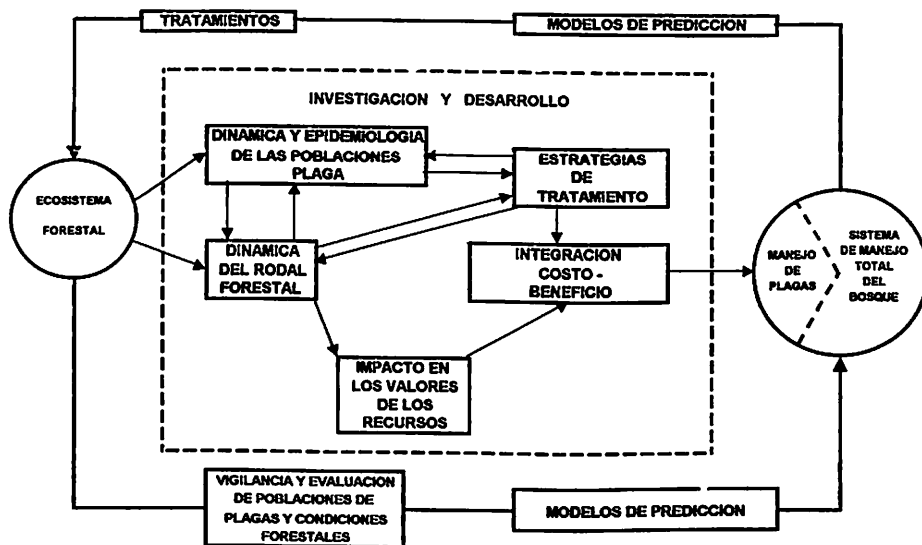


Figura 11. Estructura del modelo conceptual general de un sistema de manejo de plagas forestales. (De Waters y Cowling, 1976, citado por Coulson, Robert N. y Witter, John A.)

El modelo conceptual general de un sistema de manejo de plagas forestales (Figura 11) se desarrollo para programas de investigación y aplicación del MIP. Representa una visión general y concisa de los conceptos del MIP en los bosques.

Entre los componentes de investigación y desarrollo incluyen: a). Dinámica de poblaciones de plagas y epidemiología. b). Dinámica de rodales forestales. c). Tácticas de tratamiento. d). Impacto sobre los valores de los recursos y, e). Integración costo-beneficio. Cada uno de estos componentes es un subsistema complejo y consta de información detallada.

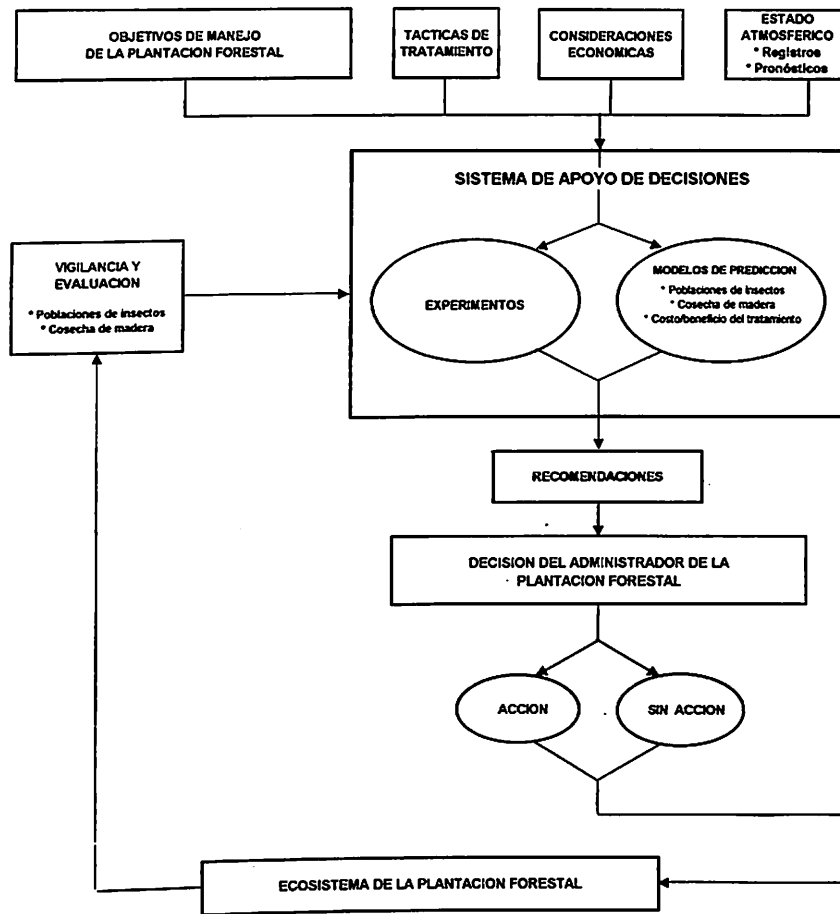
Los componentes de la parte central están relacionados entre sí, como lo indican las flechas. También se consideran actividades relacionadas con la vigilancia y evaluación de rodales forestales y poblaciones de plagas.

El tercer modelo (Figura 12) esta estructurado con base en un sistema de apoyo de decisiones, en el que intervienen investigadores o especialistas en manejo de plagas y técnicos forestales. Relaciona la investigación básica o aplicada de la plaga, con actividades de vigilancia y evaluación de rodales forestales.

Es el caso de los modelos de crecimiento y rendimiento de las especies de árboles de importancia comercial, que han demostrado ser útiles en el MIP, particularmente cuando el interés radica en la definición de costos relacionados con la mortalidad o reducción del crecimiento de los árboles como resultado de las actividades de las plagas.

La toma de decisiones del MIP proviene de una evaluación de las opciones de tratamiento disponibles y el análisis de los impactos. Proceso que se da con participación de los administradores forestales. Esto quiere decir, que el modelo concluye con tomar acción o dejar sin acción el manejo de la plaga.

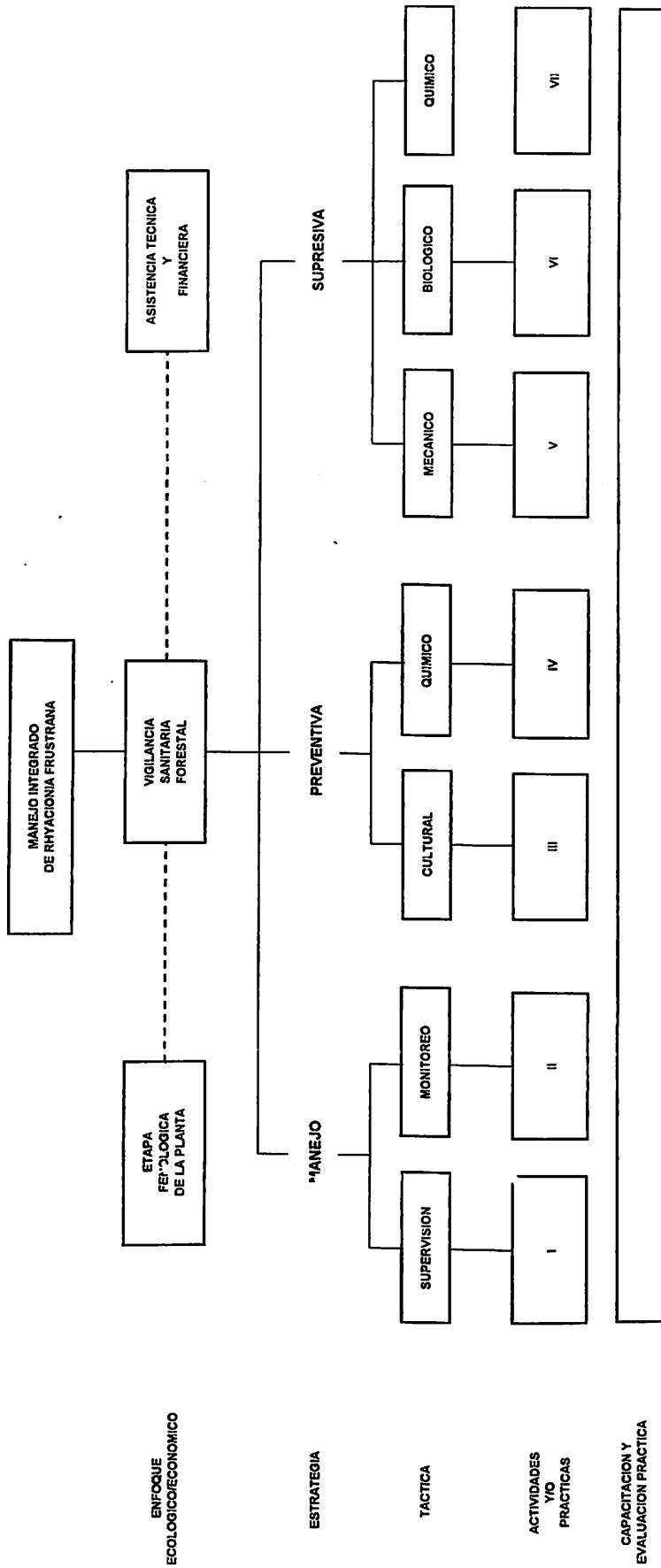
Este modelo ha sido parte fundamental en las actividades de MIP emprendidas por el personal técnico y asesores de la empresa Reforestadora Industrial S. A.



**Figura 12. Modelo de un sistema de manejo de plagas en una plantación forestal con base en la investigación básica aplicada.**  
(De Cameron, 1981. citado por Coulson, Robert N. y Witter, John A.)

#### 6.4 Propuesta de un modelo de manejo integrado de *Rhyacionia frustrana* (Comstock)

El modelo de MIPRF que se propone (Figura 13), se desarrollo entonces con base a la estructura del modelo conceptual general de un sistema de manejo de plagas forestales, elaborado por De Waters y Cowling en 1976 (citados por Coulson y Witter, 1990); con detalles del diagrama de los niveles de integración en el manejo de integrado de plagas forestales propuesto por C. B. Huffaker y R. L. Rabb (Pedigo, 1989), y con los aportes teóricos de los sistemas integrados de control de plagas desarrollado por National Academy of Sciences (NAS, 1978).



**Figura 13. Propuesta de un modelo de manejo integrado de *Rhyacionia frustrana* (Comstock).**

Fuente: (7, 26, 28)

La premisa básica del MIP es que se tiene un recurso que requiere ser protegido contra plagas. En el presente caso lo constituyen las plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis. El conocimiento que se tiene de las plantaciones, se abstrae como el componente de la "dinámica del rodal forestal" de la figura 11.

Otros principios implícito en el MIPRF; es que, ya se tienen nociones generales de la fluctuación poblacional de *R. frustrana*, así como de su epidemiología. Se han evaluado los daños o su impacto producido en las plantaciones de pino caribe, y se han practicado ciertas técnicas, que podrían denominarse: tácticas de tratamiento, para suprimir las poblaciones de la PBP. Sin embargo, el puente entre el MIP y la práctica de manejo forestal siempre lo integrará los análisis costo-beneficio, el cual deberá ser uno de los criterios finales para la toma de decisiones. De cualquier manera, se puede indicar que el manejo de plagas se ha convertido en un componente más del manejo de las plantaciones forestales. Por lo que las evaluaciones de las poblaciones de *R. frustrana* y las condiciones de los rodales de *P. caribaea*, se obtienen a partir de varios tipos de inspecciones forestales.

Este modelo se presenta en forma esquematizada o simple para hacerlo operativo en cualquier condición de los proyectos de reforestación. Los elementos básicos que estructuran este sistema son: la etapa fenología de la planta, la vigilancia sanitaria forestal y la asistencia técnica y financiera para el manejo y control de las plaga. En el componente vigilancia sanitaria forestal; tres niveles son los más importantes: La estrategia, la táctica y la selección de la actividad o práctica de manejo y control.

## 6.5 Aplicación del MIPRF en las plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis

En la figura 14 se puede apreciar el modelo de Manejo Integrado de *Rhyacionia frustrana* (Comstock) aplicable a las plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis, establecidas en Livingston, Izabal.

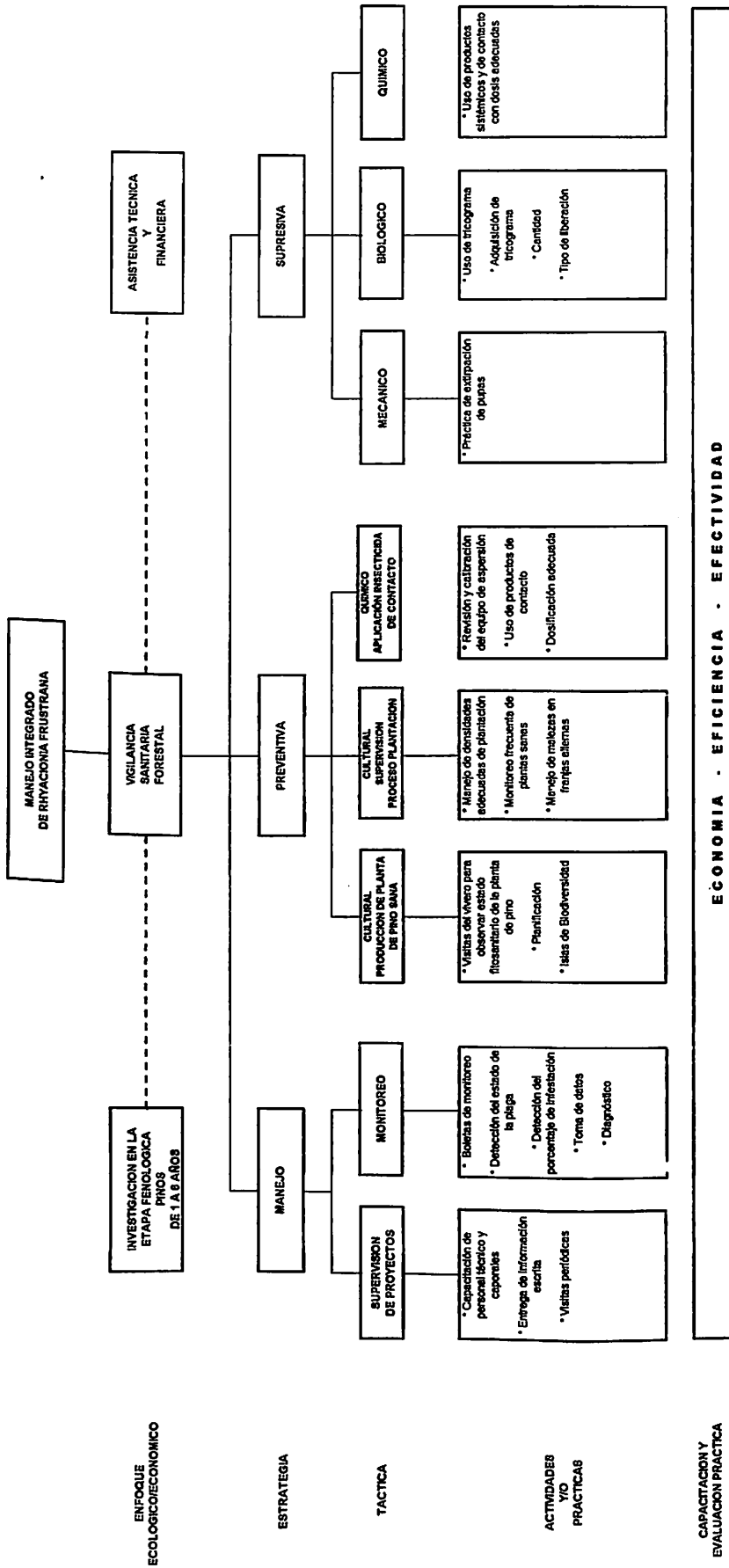


Figura 14. Aplicación del modelo de manejo integrado de *Rhyacionia frustrana* (Comstock) y su implementación en los proyectos de reforestación.

### 6.5.1 Procesos previos a la aplicación del manejo integrado

Tres procesos importantes fueron desarrollados previo a la aplicación del manejo integrado de plagas forestales en las plantaciones de pino caribe, los cuales son:

- A. Búsqueda de información y documentación sobre la plaga, en los principales centros de documentación del país.
- B. Capacitación del personal sobre técnicas y prácticas de manejo y control de plagas forestales, tales como:
  - a. Protección Forestal
  - b. Uso apropiado del equipo de aplicación y sus respectivas modificaciones para el logro de una mejor aspersion y cobertura de los plaguicidas
  - c. Calibración de equipo y dosificación
  - d. Reconocimiento de la plaga y sus estados de desarrollo
  - e. Identificación y cuantificación de daños
  - f. Técnicas de muestreo y estadística básica
  - g. Uso seguro de plaguicidas
- C. Selección y aplicación de Estrategias y Tácticas diseñadas con base técnica para el manejo de la plaga.

### 6.5.2 Plan de manejo integrado de *Rhyacionia frustrana* (Comstock) implementado en las plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis

Las plantaciones forestales de Livingston, Izabal, estudiadas favorecen la aplicación de los Principios del MIP por varias razones: a). Son áreas de terreno relativamente pequeñas, las unidades no sobrepasan de 320 hectáreas. b). El objetivo de manejo es específico: la producción de madera para aserrío. c). las inversiones realizadas en el cultivo son grandes, por lo que es posible que se justifique el manejo intensivo, y d). El manejo forestal de las plantaciones es responsabilidad de una sola empresa, **Refinsa**, que cuenta con el personal y los recursos financieros necesarios.

Para desarrollar el MIP de *R. frustrana* se aprovecho el conocimiento generado a través de varios trabajos de investigación, los cuales se ejecutaron a través de algunos convenios entre **Refinsa**, la Escuela de Biología y la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Gracias a estos estudios sé esta en capacidad de integrar un tratamiento que involucra medidas indirectas: mediante monitoreos y ajustes en los métodos silvícolas de manejo, tales como instalación de cultivo trampa, eliminación y destrucción de meristemas afectados, manejo de malezas en franjas y la regulación de densidades y podas; o directas mediante la aplicación de productos químicos letales (Dimetoato), el empleo de entomófagos o entomopatógenos y el control biológico, a través de la liberación inoculativa de *Trichogramma minutum* Riley.

Los componentes básicos del plan de manejo integrado para *R. frustrana* son los siguientes:

- A. Implementación de un sistema de monitoreo e inspección de la plaga para las plantaciones de pino.
- B. Elaboración de boletas de monitoreo
- C. Capacitación de monitores, caporales y técnicos.
- D. Diagnóstico de la plaga.
- E. Cuantificación de la plaga.
- F. Estudio del impacto de la plaga.
- G. Sincronización de ciclos: crecimiento de la especie de pino, fases lunares, el ciclo biológico del insecto plaga y el ciclo de vida de los parasitoídes usados como agentes de control biológico.
- H. Selección de Estrategias
  - a. Preventiva: Anticiparse a los eventos desarrollados por las plagas
  - b. Manejo: Acciones que contribuyen al control de la plaga
  - c. Supresión: La eliminación y mortalidad de la población de la plaga

- I. Selección de métodos de control o tácticas de control de las plagas
- a. Control Cultural: Control de malezas en franjas. Las franjas alternas con maleza y sin maleza, distanciadas a 40 metros de ancho por el largo de los surcos
  - b. Control Mecánico: Extirpación de brotes infestados
  - c. Control Biológico: Uso del agente de control biológico *Trichogramma minutum* Riley, mediante liberaciones inoculativas a razón de 10 a 20,000 Tricogramas por hectárea
  - d. Control Químico: Uso de Dimethoato a dosificación de 1 a 2 cc por litro de agua y también de Diazinon, utilizando 6 a 7 cc por litro de agua.
- J. Integración y uso de dos o más prácticas de control de la plaga por unidad de manejo

EL nivel de integración puede realizarse con el siguiente arreglo combinatorio:

- a. Monitoreo, Sistema de malezas en franjas y control mecánico
- b. Monitoreo, Sistema de malezas en franjas y control químico
- c. Monitoreo, Sistema de malezas en franjas y control biológico
- d. Monitoreo, Sistema de malezas en franjas, control mecánico y control biológico

La implementación de estas estrategias y tácticas de manejo y control de la plaga, deben aplicarse desde la fase de vivero hasta 5 o 6 años después, para evitar pérdidas económicas por daños y mortalidad de plántulas y árboles. En la figura 14 se representa una visión general de los componentes del modelo de Manejo Integrado de *Rhyacionia frustrana* Comstock, implementado por **Refinsa**, en los proyectos de reforestación establecidos en Livingston, Izabal.

## 7. CONCLUSIONES

- 7.1 La palomilla de los brotes de pino fue determinada como: *Rhyacionia frustrana* (Comstock). (Lepidoptera:Tortricidae).
- 7.2 La distribución de *Rhyacionia frustrana* es cosmopolita. Actualmente en Guatemala se encuentra en todas las áreas de distribución natural de *Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis, así como otras áreas del país, donde se han introducido plantaciones de pino. Es el caso de los departamentos de Petén, Izabal, Santa Rosa, Alta Verapaz y Huehuetenango.
- 7.3 La palomilla de los brotes de pino es específica del género *Pinus*. Es un insecto importante de las plantaciones de *Pinus caribaea*; *P. oocarpa*, *P. maximinoii* y *P. montezumae*.
- 7.4 *Rhyacionia frustrana* bajo las condiciones de la finca Toquelá, en jurisdicción de Livingston, Izabal; presentó un ciclo biológico fluctuante entre 41 y 53 días y de 7 a 8 generaciones superpuestas en el año, teniendo como referencia un valor de temperatura media anual inferior a 28 grados centígrados y como hospedero el pino caribe.
- 7.5 La mayoría de las infestaciones se producen desde la etapa de vivero, afectando plántulas pequeñas y árboles jóvenes inferiores a 4 metros de altura o menores de 6 años de edad. El daño lo provocan las larvas al alimentarse de yemas terminales o laterales, así como también al barrenar los brotes tiernos; esto provoca la decoloración de las acículas en las extremidades de las ramificaciones o el secamiento de los brotes, los que adquieren una coloración rojiza. En respuesta al daño el árbol produce de dos a seis rebrotes que ocasionan deformaciones en el fuste y retardan el crecimiento del árbol. El estado de pupa y el proceso de empupamiento lo realizan dentro de los brotes infestados.
- 7.6 La detección de infestaciones en la etapa fenológica de vivero, es determinante para evitar la dispersión de la plaga al campo definitivo, pues al parecer este ha sido el medio de dispersión más comúnmente suscitado en Livingston, Izabal.

- 7.7 El manejo integrado de *R. frustrana* puede realizarse mediante diferentes estrategias de prevención y de supresión. La implementación de este enfoque en la protección de los viveros y plantaciones forestales se apoya en los estudios básicos sobre sistemática, biología y ecología de *R. frustrana*; de manera que nos permita identificar las características más importantes de estos insectos y sus incidencia en los sistemas forestales. Esta información se vincula con actividades de diagnóstico, monitoreos y toma de decisiones en manejo de plagas.
- 7.8 El nivel de infestación crítico preliminar utilizado por **Refinsa** para determinar el momento de intervenir con métodos supresivos es el siguiente: control biológico de 0 al 15%; del 16 al 20% para métodos biológicos-culturales y mayor del 20% para ejecutar medidas combinadas de control biológico, cultural y químico.
- 7.9 Las plantaciones de *P. caribaea* de Livingston, Izabal, estudiadas favorecen la implementación y aplicación de modelos conceptuales de manejo integrado de plagas forestales, dado a que están siendo sometidas a un manejo intensivo con el fin de aumentar la productividad. Además están bajo la administración de una sola empresa, **Refinsa**, que cuenta con el personal entrenado y los recursos financieros necesarios.
- 7.10 El enfoque e implementación del Manejo Integrado de *R. frustrana* garantiza la sostenibilidad ecológica, económica y empresarial de las plantaciones de pino, que están siendo apoyadas por el Programa gubernamental de Incentivos Forestales.

## 8. RECOMENDACIÓN

El Modelo de Manejo Integrado de *Rhyacionia frustrana* (Comstock) es una alternativa viable, para implementarse en el manejo forestal de las plantaciones jóvenes de pino caribe, en su etapa de crecimiento vegetativo de 1 a 6 años, para garantizar la calidad y cantidad de madera requerida.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- 1.- AGUILAR G., J.I. 1961. Pinos de Guatemala. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Dirección General Forestal. p. 27-28.
- 2.- ANDREWS, K.; QUEZADA, J.R. 1989. Manejo de plagas insectiles en la agricultura; estado actual y futuro. Honduras. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Departamento de Protección Forestal. 623 p.
- 3.- ARNOLD, D.; PINKSTON, K., EDELSON, J. 1998. Nantucket pine tip moth. USA, Oklahoma Cooperative Extension Service, Division of Agricultural Sciences and Natural Resources. 4 p. (F-7645).
- 4.- BORROR, D.J.; TRIPLEHORN, CH.A.; JOHNSON, N.F. 1992. An introduction to the study of insects. 6 ed. USA, Saunders College Publishing. 874 p.
- 5.- CATIE. 1991. Plagas y enfermedades forestales en América Central: guía de campo. Turrialba, Costa Rica. p. 180-181. (Serie Técnica. Manual Técnico no. 4).
- 6.- CONGRESO NACIONAL FORESTAL (6., 1996, Guatemala). Memoria; el manejo forestal sostenible: una alternativa para el desarrollo de Guatemala. Editores Luis Fernando Pereira Rodas y Edwin Oliva Hurtarte. Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz, Guatemala. s.p.
- 7.- COULSON, R.N.; WITTER, J.A. 1990. Entomología forestal; ecología y control. México, Noriega. 752 p.
- 8.- ESCALANTE H., D.A. 2002. Los incentivos fiscales para la reforestación. Guatemala, Instituto Nacional de Bosques, Unidad de Fomento y Desarrollo Forestal, Programa de Incentivos Fiscales. 8 p.
- 9.- EXTENSION ENTOMOLOGY AT THE UNIVERSITY OF MARYLAND. s.f. Nantucket pine tip moth *Rhyacionia frustrana*; pest description. USA, Maryland University. ([www.agnr.umd.edu/users/ipmnet/djNanPineTipMth.html](http://www.agnr.umd.edu/users/ipmnet/djNanPineTipMth.html)).
- 10.- FAJARDO, N.H. 1986. Afección de Lepidópteros en árboles de *Pinus tenuifolia*, finca Saquichaj, Cobán, Alta Verapaz. Guatemala, Reforestadora Industrial. 8 p.
- 11.- GUATEMALA. DIRECCIÓN GENERAL DE BOSQUES Y VIDA SILVESTRE. 1991. Archivo sección de industrias y repoblación forestal. Guatemala. 6 p.
- 12.- \_\_\_\_\_. 1996. Informe del programa de reforestación por incentivos fiscales en el periodo del año 1976 a junio de 1996. Guatemala. 10 p.
- 13.- \_\_\_\_\_. 1996. Reseña histórica y justificación del programa de reforestación por incentivos fiscales. Guatemala. 17 p.
- 14.- \_\_\_\_\_. 1998. Proyectos forestales establecidos por REFINSA bajo el programa de reforestación por incentivos fiscales; decretos 58-74, 118-84 y 70-89. Guatemala. 3 p.

- 15.- \_\_\_\_\_. 2002. Cuadros: área reforestada y vigente por el programa PINFOR; inversión en reforestación y manejo de bosques naturales. Guatemala, Instituto Nacional de Bosques, Programa de Incentivos Forestales. 3 p.
- 16.- GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA VULCANOLOGÍA, METEOROLOGÍA E HIDROLOGIA. 2002. Datos de la estación Las Vegas, clave 80306, Livingston, Izabal, período 1980–89. Guatemala. 8 p.
- 17.- GUATEMALA. PLAN DE ACCIÓN FORESTAL DE GUATEMALA. 1997. Informe anual. La Ley Forestal. Boletín Informativo PAFG (Gua.) no. 4, 12 p.
- 18.- \_\_\_\_\_. 1998. Informe anual. La política forestal de Guatemala. Boletín Informativo PAFG (Gua.) no. 8, 12 p.
- 19.- HERNÁNDEZ D, A.G. 2002. Distribución de palomilla de los brotes de pino *Rhyacionia frustrana* (Comstock) en Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 3 p. (Correspondencia personal).
- 20.- KSTATE RESEARCH & EXTENSIÓN. s.f. Problem: nantucket pine tip moth *Rhyacionia frustrana*. USA, Furman. ([www.furman.edu/snyder/leplist/list.htm](http://www.furman.edu/snyder/leplist/list.htm)).
- 21.- MENDEZ H., C.A. 1990. Informe de actividades realizadas en los meses de octubre de 1989 a enero de 1990; estudios básicos para el manejo y control de la polilla de los brotes de pino (PBP) *Rhyacionia frustrana*, en plantaciones de *Pinus caribaea*, en el departamento de Izabal. Guatemala, Refinsa. 3 p.
- 22.- \_\_\_\_\_; CANO D., E.B.; MORALES A., J.R.; VILLAGRAN J., A.B. 1990. Estudios básicos para el control de *Rhyacionia frustrana* (Comstock) (Lepidóptera: Olethreutidae); informe anual 1990. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Biología, Laboratorio de Entomología. 35 p.
- 23.- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1978. Manejo y control de plagas de insectos; control de plagas de plantas y animales. México, Limusa. v. 3, 522 p.
- 24.- \_\_\_\_\_; CATIE. 1984. Especies para leña: arbustos y árboles para la producción de energía. Turrialba, Costa Rica, Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía. p. 104-105.
- 25.- NORTH CAROLINA AGRICULTURAL EXTENSION SERVICE. 1999. Nantucket pine tip moth *Rhyacionia frustrana* (Comstock), Olethreutidae, Lepidoptera. Edited by Baker, James. R. USA, Extension Entomologist. K. AG189. 2 p. ([http://ipmwww.ncsu.edu/AG189/html/Nantucket\\_Pine\\_Tip\\_Moth.html](http://ipmwww.ncsu.edu/AG189/html/Nantucket_Pine_Tip_Moth.html)).
- 26.- PEDIGO, L.P. 1989. Entomology and pest management. USA, Macmillan. p. 646.

- 27.- PETERS, R. 1977. Tablas de volumen para las especies coníferas de Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. p. 59-62. (Documento de Trabajo no. 17).
- 28.- PFADT, R.E. 1985. Fundamentals of applied entomology. 4 ed. Edited Robert E. Pfadt. USA, Wyoming University. p. 742.
- 29.- PIPROF. 1986. Datos sobre los insectos que son plagas forestales en Costa Rica. Costa Rica, Programa Interinstitucional de Protección Forestal. p. 1-10.
- 30.- REFORESTADORA INDUSTRIAL. 1999. Plan de manejo forestal; proyecto de reforestación El Recreo, Livingston, Izabal. Guatemala, Instituto Nacional de bosques. 36 p.
- 31.- \_\_\_\_\_. 1999. Plan de manejo forestal; proyecto de reforestación Ciénaga, Livingston, Izabal. Guatemala, Instituto Nacional de Bosques. 42 p.
- 32.- \_\_\_\_\_. 1999. Plan de manejo forestal; proyecto de reforestación Ciénaga II, Livingston, Izabal. Guatemala, Instituto Nacional de Bosques. 28 p.
- 33.- \_\_\_\_\_. 1999. Plan de manejo forestal; proyecto de reforestación Las Flores, Livingston, Izabal. Guatemala, Instituto Nacional de Bosques. 30 p.
- 34.- \_\_\_\_\_. 1999. Plan de manejo forestal; proyecto de reforestación La Libertad, Livingston, Izabal. Guatemala, Instituto Nacional de bosques. 35 p.
- 35.- \_\_\_\_\_. 2000. Descripción general de las fincas propiedad de REFINSA y de las plantaciones forestales. Guatemala. 22 p.
- 36.- \_\_\_\_\_. 2001. Breve reseña histórica; estrategia de desarrollo y servicio. Guatemala. 7 p.
- 37.- \_\_\_\_\_. 2002. Estación de registro climatológico Las Flores, Livingston, Izabal, período 1996-2001. 14 p.
- 38.- RODRÍGUEZ LARA, R. 1982. Plagas forestales y su control en México. México, Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Parasitología. p. 131-133.
- 39.- ROJAS, F.; ORTIZ, E. 1991. Pino caribe (*Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis (Barret y Golfari)) árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 78 p. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 175).
40. SPRICH, L. 1996. Taxonomía actual y distribución natural del género *Pinus* en el Caribe. Revista Forestal Centroamericana (C.R.) 5(16):25-30.
41. THOMPSON, L.C. 1985. Insect pest of forests. En: Fundamentals of applied entomology. Edited Robert E. Pfadt. 4 ed. USA, Wyoming University. p. 509-551.

- 42.- UGALDE ARIAS, L.A. 1997. Resultados de 10 años de investigación silvicultural del proyecto MADELEÑA en Guatemala. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 219-240. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 287).
- 43.- VELASQUEZ, B. 1994. Programa fondo para el fomento de forestación y reforestación en el norte y nororiente del país. Guatemala, Gremial Forestal. 3 p.
- 44.- VIRGINIA COOPERATIVE EXTENSION. 1996. Nantucket pine tip moth. Entomology Publication (USA) 444-247. ([www.ext.vt.edu/departments/entomology/factsheets/nanpitim.html](http://www.ext.vt.edu/departments/entomology/factsheets/nanpitim.html)).
- 45.- YATES, H.O.; OVERGAAD, N.A.; KOERBER, T.W. s.f. Nantucket pine tip moth forest insect & disease leaflet. USA, Department of Agriculture Service. (US 70). ([willow.ncfes.umn.edu/fidl-nantucket/nantucket.htm](http://willow.ncfes.umn.edu/fidl-nantucket/nantucket.htm)).
- 46.- YUP, L.R. 1993. Evaluación del efecto de los colores para la captura de *Rhyacionia frustrana* en plantaciones artificiales de *Pinus caribaea* var., hondurensis en Livingston, Izabal. Investigación Inferencial EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 26 p.



*Rolando Barrios.*  
Vº.Bº. Rolando Aragón Barrios

## **10. APENDICE**

## CUADRO 8A. Precipitación total mensual y anual en mm. Estación Las Flores, Livingston, Izabal.

Estación: Las Flores

Clave:

Departamento: Izabal

Municipio: Livingston

Latitud: 15° 39' 58"

Longitud: 89° 04' 30"

Altitud: 100 msnm

Propiedad de: **Refinsa**

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ANUAL
1997	93.7	200.5	184.5	118.5	157.6	385.5	757.8	869.8	312.2	86.1	354.7	27.1	3548
1998	101.5	8.7	18.9	104.1	23.4	103.2	248.4	153	113.2	386.3	359.7	57.7	1678.12
1999	101.3	144.4	83.2	198.8	72.9	407.7	468.9	139.4	388	85.4	126.2	94.4	2310.6
2000	93.4	36.5	78.9	8.1	192.4	420.3	449.9	334.2	161.3	391.6	171	145	2482.6
2001	139.1	438	21.1	79	237.7	338.8	327.2	401.4	252.3	194.2	26	63.07	2517.82
<b>Promedios</b>	<b>105.8</b>	<b>165.6</b>	<b>77.3</b>	<b>101.7</b>	<b>136.8</b>	<b>331.1</b>	<b>450.4</b>	<b>379.6</b>	<b>245.4</b>	<b>228.7</b>	<b>207.5</b>	<b>77.5</b>	<b>2507.4</b>

Fuente: Archivo Reforestadora Industrial, S.A., 2002.

## CUADRO 9A. Días de precipitación. Estación Las Flores, Livingston, Izabal.

Estación: Las Flores

Clave:

Departamento: Izabal

Municipio: Livingston

Latitud: 15° 39' 58"

Longitud: 89° 04' 30"

Altitud: 100 msnm

Propiedad de: **Refinsa**

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ANUAL
1997	7	14	9	5	10	18	27	21	16	10	16	5	158
1998	8	1	4	5	2	11	20	18	7	19	13	6	114
1999	12	10	6	6	5	17	21	14	15	8	11	12	137
2000	10	7	6	3	11	19	26	14	6	17	10	4	133
2001	8	20	2	9	11	12	19	16	11	13	7	8	136
<b>Promedios</b>	<b>9.0</b>	<b>10.4</b>	<b>5.4</b>	<b>5.6</b>	<b>7.8</b>	<b>15.4</b>	<b>22.6</b>	<b>16.6</b>	<b>11.0</b>	<b>13.4</b>	<b>11.4</b>	<b>7.0</b>	<b>135.6</b>

Fuente: Archivo Reforestadora Industrial, S.A., 2002.

**CUADRO 10A. Temperatura media. Promedio mensual y anual en grados centígrados. Estación Las Flores, Livingston, Izabal.**

Estación: Las Flores

Clave:

Departamento: Izabal

Municipio: Livingston

Latitud: 15° 39' 58"

Longitud: 89° 04' 30"

Altitud: 100 msnm

Propiedad de: **Refinsa**

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ANUAL
1997	25.37	23.14	27.01	29.47	28.28	28.84	27.46	27.42	28.64	28.49	26.76	25.63	27.21
1998	27.49	21.94	25.71	28.68	29.86	30.71	28.7	27.15	31.05	27.54	25.24	24.2	27.36
1999	24.35	22.76	25.48	27.83	29.34	28.67	27.37	20.18	28.19	27.3	24.84	25.26	26.72
2000	25.58	24.83	29.11	31.8	32.97	34.1	37.08	28.26	29.71	27.33	28.22	26.71	29.64
2001	26.78	24.95	29.9	29.34	30.02	30.48	29.75	27.36	27.01	26.64	26.07	25.11	27.78
<b>Promedios</b>	<b>25.9</b>	<b>23.5</b>	<b>27.4</b>	<b>29.4</b>	<b>30.1</b>	<b>30.6</b>	<b>30.1</b>	<b>27.9</b>	<b>28.9</b>	<b>27.5</b>	<b>26.2</b>	<b>25.4</b>	<b>27.7</b>

Fuente: Archivo Reforestadora Industrial, S.A., 2002.

**CUADRO 11A. Temperaturas absolutas máximas y mínimas (°C). Estación Las Flores, Livingston, Izabal.**

Estación: Las Flores

Clave:

Departamento: Izabal

Municipio: Livingston

Latitud: 15° 39' 58"

Longitud: 89° 04' 30"

Altitud: 100 msnm

Propiedad de: **Refinsa**

AÑO		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ANUAL
1997	Máxima	32	33	36	43	39	38	36	36	36	36	36	35	43
	Mínima	16	18	20	21	21	21	21	21	23	22	20	15	15
1998	Máxima	39	39	39.3	41	40	40	37	37	38	37	33	34	41
	Mínima	16	16	16	18	21	23	22	22	22	20	20	18	16
1999	Máxima	33	33	34	38	39	38	37	37	37	37	34	36	39
	Mínima	16	17	18	19	20	21	20	20	21	20	19	16	16
2000	Máxima	36	36	39	42	42	41	46	38	39	38	39	36	46
	Mínima	17	19	0	0	0	0	0	22	21	21	20	18	17
2001	Máxima	37	36	40	38	38	39	39	39	39	39	39	38	40
	Mínima	15	20	19	20	22	22	22	22	22	20	19	20	15

Fuente: Archivo Reforestadora Industrial, S.A., 2002.

**CUADRO 12A. Promedio de humedad relativa (%). Estación Las Vegas, Livingston, Izabal.**

Estación: Las Vegas

Clave: 80306

Departamento: Izabal

Municipio: Livingston

Latitud: 15° 36' 00"

Longitud: 88° 58' 00"

Altitud: 10 msnm

Años: 1974/79 y 1990/93.

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ANUAL
1974	86	87	82	78	79	79	81	83	80	86	86	86	83
1975	85	81	79	79	76	80	80	79	82	86	87	89	82
1976	89	85	81	85	91	87	88	88	85	85	88	90	87
1977	87	91	80	84	78	83	89	89	88	82	85	87	85
1978	86	84	84	82	77	84	84	86	87	89	92	90	85
1979	90	89	88	85	87	90	90	92	92	92	93	94	90
1990	84	80	81	81	78	84	84	82	85	80	87	85	83
1991	84	83	95	80	79	82	95	84	85	83	87	92	86
1992	85	81	81	84	85	91	91	89	91	91	93	93	88
1993	92	89	89	88	88	87	88	94	94	94	93	94	91
<b>Promedios</b>	<b>86.8</b>	<b>85.0</b>	<b>84.0</b>	<b>82.6</b>	<b>81.8</b>	<b>84.7</b>	<b>87.0</b>	<b>86.6</b>	<b>86.9</b>	<b>86.8</b>	<b>89.1</b>	<b>90.0</b>	<b>85.9</b>

Fuente: Sección de Climatología. INSIVUMEH; 2002.



FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
AGRONOMICAS

DOCUMENTO DE GRADUACION: "UN ESQUEMA DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS APLICADO AL COMBATE DE LA PALOMILLA DE LOS BROTES DE PINO Rhyacionia frustrana Comstock (Lepidoptera: Tortricidae) EN PLANTACIONES DE Pinus caribaea Morelet var. hondurensis".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: MANUEL DE JESUS DEL VALLE CANO

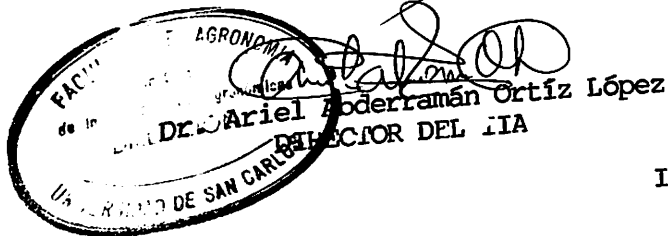
CARNE 8212872

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Alvaro Gustavo Hernández Dávila  
Ing. Agr. Luis Roberto Sánchez Velásquez

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, enmarcados en el "PROGRAMA EXTRAORDINARIO PARA LA REALIZACION DE TESIS DE GRADO PARA LA CARRERA DE INGENIERO AGRONOMO", Aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Agronomía según el Punto Cuarto del Acta No. 43-98 de Sesión celebrada el 17 de septiembre de 1998.

Ing. Agr. Alvaro Gustavo Hernández Dávila  
ASESOR

Ing. Agr. Luis Roberto Sánchez Velásquez  
ASESOR



IMPRIMASE

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



cc: Control Académico  
Archivo  
AO/PER.

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.  
TEL/FAX (502) 476-9794  
e-mail: [liusac.edu.gt](mailto:liusac.edu.gt) § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>

