

UNIVERSIDAD DE PANAMA
VICERRECTORIA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO
PROGRAMA CENTROAMERICANO DE MAESTRIA EN ENTOMOLOGÍA



MONITOREO DE LA DISPERSIÓN DE LA POBLACIÓN DE *Ips calligraphus* EN LAS
PLANTACIONES FORESTALES DE *Pinus caribaea var hondurensis* EN EL PROYECTO BOSQUE
SIGLO XXI EN RIO HATO PROVINCIA DE COCLE REPUBLICA DE PANAMA

POR

BOLIVAR ALBERTO JAÉN LARA

TESIS PRESENTADA COMO UNO DE LOS REQUISITOS PARA OBTAR AL GRADO DE MAGISTER
EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN ENTOMOLOGÍA

PANAMA REPUBLICA DE PANAMA

2012

ST

4 FEB 2013

UNIVERSIDAD DE PANAMA
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO
PROGRAMA CENTROAMERICANO DE MAESTRIA EN ENTOMOLOGIA

MONITOREO DE LA DISPERSIÓN DE LA POBLACIÓN DE *Ips calligraphus* EN LAS
PLANTACIONES FORESTALES DE *Pinus caribaea var hondurensis* EN EL PROYECTO BOSQUE
SIGLO XXI EN RIO HATO PROVINCIA DE COCLE REPUBLICA DE PANAMA

POR

BOLIVAR ALBERTO JAEN LARA


TESIS PRESENTADA COMO UNO DE LOS REQUISITOS PARA OBTAR AL GRADO DE MAGISTER
EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN ENTOMOLOGIA

Permiso para su publicación y reproducción total o parcial debe ser obtenido en la Vicerrectoria de
Investigación y Postgrado

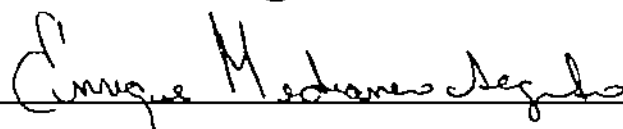
APROBADO



Asesor



Asesor



Asesor

0055900

7864

AGRADECIMIENTO

Al concluir el presente trabajo se completa una fase más en la tarea de fortalecerme como persona y profesional sin embargo es justo reconocer que los logros alcanzados son el producto de muchas personas que sobre mí influyen apoyándome emocional y moralmente incentivándome y dándome la oportunidad de invertir tiempo y espacio y sobre todo dándome una razón para hacer lo que hago

Quiero agradecer primero a Dios que nos otorga los dones y nos ha dado la guía por el sendero del bien para usarlos en beneficio de nuestro prójimo

A mis padres Lidia³Lara y Dimas Rodríguez que me han enseñado el don de amar y me inculcaron el espíritu de superación para vencer las vicisitudes de la vida

A mi esposa Lucila, que con su amor ha sido la fortaleza que me complementa y me nutre para ser mejor

A mis hijos Alberto y Esteban la más hermosa responsabilidad que nos ha dado el Señor por llenar nuestras vidas de orgullo y la satisfacción de saber que lo estamos haciendo bien

A mis amigos compañeros y todas esas personas especiales que son complemento de vida y que me hacen sentir seguro en una sociedad cada vez más exigente y con mayores retos

Al Sr Víctor Hanono promotor forestal quien apoyó esta gestión financiando parte de los materiales e insumos que se utilizaron y a su capataz el Sr Ovidio que fue celoso vigilante de la seguridad de las trampas

A mis profesores del Programa de Maestría de la Universidad de Panamá, profesionales abnegados que han demostrado que enseñar va más allá de compartir y transmitir conocimientos y que para ser un verdadero maestro es importante conocer más a la persona que al alumno

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi Dios sin el que nada puedo

y a mi Patria, que ha sido bendecida con gente buena de todas partes del mundo y con una naturaleza hermosa

INDICE GENERAL

RESUMEN	1
CAPITULO I INTRODUCCIÓN	2
CAPITULO II REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 La reforestación con <i>Pinus caribaea</i> var <i>hondurensis</i> (Morelet 1851) en Panamá	5
2.2 <i>Ips calligraphus</i> (Germar 1824) en las plantaciones de <i>Pinus</i> <i>caribaea</i> var <i>hondurensis</i> (Morelet 1851)	7
2.3 Características de la población adulta de <i>Ips calligraphus</i> (Germar 1824)	10
2.4 Precipitación pluvial y su influencia en el comportamiento de <i>Ips</i>	11
2.5 Captura de <i>Ips</i> con atrayentes	12
CAPITULO III MATERIALES Y METODOS	13
3.1 Selección de los sitios de muestreo en campo	14
3.2 Proceso de muestreo	16
3.3 Identificación del insecto	17
3.4 Información meteorológica	17
3.5 Registro y análisis de la data	18
3.6 Análisis estadístico para la validación del proceso de captura	18

CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSION	19
4 1 Proceso de colectas	19
4 2 Efecto del tiempo en el proceso de recolecta	19
4 3 Incremento poblacional basado en el muestreo	21
4 4 Relación de la precipitación pluvial y la recolecta	23
CAPITULO V CONCLUSIONES	27
CAPITULO VI RECOMENDACIONES	28
CAPITULO VII BIBLIOGRAFIA	29
ANEXO	35

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1	Arboles muertos por los <i>Ips calligraphus</i> (Germar 1824) en las plantaciones forestales de <i>Pinus caribaea</i> var <i>hondurensis</i> (Morelet, 1851) en los Proyectos de Bosque Siglo XXI	8
FIGURA 2	Ubicación geográfica del proyecto Bosque Siglo XXI	13
FIGURA 3	Ubicación de las trampas dentro de las plantaciones de <i>Pinus caribaea</i> var <i>hondurensis</i> (Morelet 1851) del proyecto Bosque Siglo XXI	15
FIGURA 4	Trampa Lindgren colocada en el proceso de muestreo de la dispersión de <i>Ips calligraphus</i> (Germar 1824) en las plantaciones de <i>Pinus caribaea</i> var <i>hondurensis</i> (Morelet 1851) del proyecto Bosque Siglo XXI	16
FIGURA 5	Tasa de Incremento de Captura	23
FIGURA 6	Data de precipitación y captura de <i>Ips calligraphus</i> (Germar 1824) durante el periodo de captura	24
FIGURA 7	Análisis de regresión Precipitación Pluvial vs <i>Ips Calligraphus</i> (Germar 1824)	25

INDICE DE CUADROS

CUADRO I	Ubicacion de las trampas Lindgrēen en las plantaciones de <i>Pinus caribaea</i> (Morelet 1851) del proyectō Bosque Siglo XXI	15
CUADRO II	Numero de individuos de <i>Ips calligraphus</i> (Germar 1824) Capturados	20
CUADRO III	Prueba de efectos intra sujetos	21
CUADRO IV	Cálculo de la Tasa de Incremento de Captura	22

RESUMEN

Con el propósito de recuperar los suelos degradados de la antigua base militar de Río Hato en Farallón en la provincia de Coclé el Estado panameño promueve el establecimiento de concesiones forestales a empresas privadas interesadas en desarrollar este tipo de inversiones

Las condiciones ambientales y la experiencia forestal generada en el país por proyectos anteriormente desarrollados hacen que el *Pinus caribaea var hondurensis* (Morelet, 1851) sea la especie con mayor superficie plantada dentro de este proyecto

A partir de 1996 se detectan afectaciones en el aspecto fitosanitario de las plantaciones y se identifica al *Ips calligraphus* (Germar 1824) un descortezador no nativo como el responsable de las afectaciones. Observaciones de campo dan indicio que condiciones ambientales tienen una influencia importante sobre la dispersión de los adultos por lo que por un periodo de 11 meses a partir de agosto del 2010 hasta principios de junio del 2011 se llevó a cabo un muestreo con 4 trampas Lindgren de 12 embudos cebadas con ipsdienol ubicadas de manera dispersa entre las plantaciones forestales. Se capturaron en total 288 individuos en las trampas. El análisis de regresión indica que existe una relación lineal e inversamente proporcional entre las variables número de individuos colectados de *Ips calligraphus* (Germar 1824) y la precipitación pluvial ($F_{1,17} = 6.49$ $p < 0.05$ $r = 0.53$) indicando que la variable precipitación pluvial explica el 28% de la variabilidad en las capturas.

SUMMARY

In order to recover degraded soils of the former military base at Río Hato Farallon in the province of Coclé the Panamanian government promotes the establishment of forest concessions to private companies interested in developing this type of investment.

Environmental conditions and forest experience generated by projects in the country previously developed make the *Pinus caribaea var hondurensis* (Morelet, 1851) is the most planted species within this project.

Since 1996 affectations are detected in the plant health of plantations and identifies the *Ips calligraphus* (Germar 1824) a non native beetle as responsible for the damages. Field observations give indication that environmental conditions have an important influence on the dispersion of adults so that for a period of 11 months from August 2010 to early June 2011 was carried out with 4 monitoring Lindgren traps 12 funnels baited with a dispersed ipsdienol located between forest plantations. We captured a total of 288 individuals in the traps. Regression analysis indicates that there is a linear relationship between the inversely proportional variable number of individuals collected from *Ips calligraphus* (Germar 1824) and rainfall ($F_{1,17} = 6.49$ $p < 0.05$ $r = 0.53$) indicating that the Variable rainfall accounts for 28% of the variability in catches.

CAPITULO I INTRODUCCIÓN

En la actualidad la reforestación surge como la más lógica y urgente actividad en los esfuerzos de la humanidad para mitigar los efectos del cambio climático y por el mejoramiento de la calidad de vida

Es por ello que los esfuerzos por la restauración ecológica de ecosistemas degradados para mejorar paisajes con fines turísticos la silvicultura urbana para adecuar el ambiente de las ciudades y bioenergía, entre otros han tomado especial relevancia en esta gestión del desarrollo humano

El silvicultor tiene como meta utilizar técnicas que tengan solidez especialmente aquellas que la sociedad las acepte y que tengan una visión tan amplia que se anticipe a las necesidades futuras (Daniels *et al* 1982) En la mayoría de los casos la madera ha sido el principal producto a extraer teniendo una vital importancia la adaptabilidad a las condiciones ambientales que oferta el sitio y la velocidad de incremento en diámetros y alturas De allí que el silvicultor centre sus metas en obtener la mayor cantidad de producto de la mejor calidad en el menor tiempo posible

En este proceso, el hombre ha tenido que aprender invirtiendo tiempo y esfuerzo para comprender la relación entre las plantas y los insectos lo cual le ha permitido

beneficiarse en la obtención de sub productos como los son semillas y miel así como para prevenir afectaciones que mermen los alcances de sus metas en la inversión forestal

La Entomología forestal es una valiosa herramienta en la comprensión de las interacciones naturales que se desarrollan en un ecosistema donde el componente forestal tiene una especial importancia. De allí que generar información en este sentido representa una de las prioridades en lo que se denomina protección forestal es decir en la gestión de acciones que aseguren la obtención de productos forestales en calidad y cantidad con la mejor rentabilidad

La Entomología forestal en Panamá es incipiente y se fundamenta en las experiencias generadas por la Entomología agrícola. Es por ello que ante las amenazas más críticas es necesario crear la experiencia nacional para controlar los denominados *outbreak* en las poblaciones insectiles que puedan afectar la millonaria inversión forestal nacional

Un caso muy representativo es la afectación que *Ips calligraphus* (Germar, 1824) ha tenido sobre las plantaciones de *Pinus caribaea var hondurensis* (Morelet, 1851) en el Proyecto Bosque Siglo XXI. En este Proyecto el Estado y la empresa privada, desarrollan una iniciativa mixta con miras a la restauración ecológica de áreas degradadas de una antigua reserva militar para aumentar de su plusvalía con la inserción de la inversión forestal

Existe suficiente evidencia de la capacidad de los descortezadores del género *Ips* (De Geer 1775) para mermar la población de pinos. Sin embargo es poco lo que conocemos sobre el comportamiento de este insecto en nuestras condiciones ambientales

Observando los eventos de mayor afectación estos coinciden con las épocas de menor precipitación en el sitio. De allí el cuestionamiento lógico respecto a la relación que tiene la precipitación con la dispersión del *Ips calligraphus* (Germar 1824)

Por lo anterior expuesto, para efectos del desarrollo de esta investigación se ha planteado la hipótesis que la precipitación afecta el proceso de dispersión de la especie *Ips calligraphus* (Germar 1824) en las plantaciones de *Pinus caribaea var hondurensis* (Morclet 1851) en el Proyecto Bosque Siglo XXI ubicado en la localidad de Farallón Río Hato

El presente trabajo tiene como objetivos

- 1 Analizar el proceso de dispersión de la población adulta de *Ips calligraphus* (Germar 1824) utilizando 4 trampas tipo Lindgren de 12 embudos con ipsdienol como atrayente específico
- 2 Determinar la relación que existe entre el proceso de dispersión de los adultos en vuelo y la precipitación pluvial

CAPITULO II REVISION DE LITERATURA

2.1 LA REFORESTACION CON *Pinus caribaea var hondurensis*(Morelet, 1851) EN PANAMA

La conceptualización errónea que Panamá es un país eminentemente de vocación agrícola ha sido un freno a las acciones que conciernen al aprovechamiento óptimo de los recursos naturales y han contribuido significativamente a la degradación de nuestros suelos y los ecosistemas naturales (Cubas 2011). La política de avance de la frontera agrícola transformando bosques en grandes potreros y sitios de producción agrícola ha perdido su fuerza y la conservación de los bosques y la reforestación surgen como una iniciativa, para mitigar los efectos con lo que estas actividades han contribuido al calentamiento global.

En el caso de la reforestación desde 1967 el estado panameño inició un proceso de restauración masiva con *Pinus caribaea var hondurensis* (Morelet 1851) en lo que hoy se constituye la Reserva Forestal de La Yeguada (ANAM 2010) luego que esta especie demostrara mayor capacidad de adaptación a las hostiles condiciones ambientales que ofertaba el sitio a plantar (Gewald 1980). Convirtiéndose en la mejor opción para salvaguardar la inversión en lo que fue la primera hidroeléctrica nacional.

En 1996 el Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables INRENARE (actual Autoridad Nacional del Ambiente –ANAM) propone y lleva a cabo el denominado Proyecto Bosque Siglo XXI con el cual se pretende restaurar 7 055 hectáreas, altamente degradadas de la antigua Reserva Militar de Río Hato por medio de plantaciones forestales con inversión privada bajo el concepto de concesiones a 20 años

Los silvicultores nacionales encuentran en el *Pinus caribaea var hondurensis* (Morelet 1851) una de las alternativas más viable como especie de alta adaptabilidad a las condiciones del arco seco panameño contribuyendo de igual manera, en la restauración de ecosistemas altamente degradados (Quezada, 2008)

Estas plantaciones que hoy día cuentan con 16 años de establecida cubren una superficie de 830 hectáreas (ANAM 2008)

Las condiciones ambientales del proyecto Bosque Siglo XXI en la que se encuentra el área de pinos tienen como elementos críticos la precipitación y la influencia del mar. Se enmarca en lo que corresponde a la zona de vida Bosque Seco Tropical según la clasificación de Holdridge sin superar 80 msnm

Se presenta una temperatura máxima promedio que oscila en los 32 °C. Con una mínima promedio de 24 °C siendo la temperatura anual promedio es de 28.34 °C especialmente cuando se reportan los meses más cálidos entre enero y abril. La evaporación promedio anual es de 130.82 mm siendo el mayor valor en marzo con 218 mm y el mínimo valor de agua evaporada se registró en el mes de octubre con 57.6 mm

Las plantaciones del Proyectó Bosque Siglo XXI no recibieron un adecuado manejo silvicultural lo que se evidencia en la densidad actual de 1 109 árboles por hectarea es decir la densidad inicial al plantar hace 16 años. De igual manera se manifiesta en la mortalidad natural y presencia de árboles suprimidos que son síntomas de la carencia de raleos (1). Las plantaciones presentan diámetros con corteza de 21.5 cm como promedio y alturas de 15 metros.

2.2 *Ips calligraphus*(Germar 1824) EN LAS PLANTACIONES DE *Pinus caribaea var hondurensis* (Morelet 1851)

Durante el transcurso del año 1997 en la comunidad de Las Guías y El Bijao ambas en Río Hato provincia de Coclé se reporta la muerte de árboles aislados de *Pinus caribaea var hondurensis* (Morelet 1851) y posteriormente en los años 2002, 2005, 2009 y 2010 el ataque se evidencia en las plantaciones forestales ubicadas en el Proyecto Bosque Siglo XXI. Con el apoyo de personal del Programa Centroamericano de Maestría en Entomología de la Universidad de Panamá el descortezador es identificado como una especie no determinada del género *Ips* (De Geer 1775)¹

¹De La Cruz, 2011. Informe técnico interno. ANAM



FIGURA. 1 Árboles muertos por los *Ips calligraphus* (Germar, 1824) en las plantaciones forestales de *Pinus caribaea var hondurensis* (Morelet, 1851) en los Proyectos de Bosque Siglo XXI.

Posteriormente trabajos de investigación del curso de Entomología Forestal impartida por esta institución de enseñanza superior identifican al *Ips calligraphus* (Germar, 1824) como una de las especies responsables de estos ataques.²

Los individuos de este género son descortezadores y están asociados al pino y su hábitat natural, en América, se circunscribe al norte del Continente. Hasta el momento ha sido reportado hasta Nicaragua y las islas del Caribe.

². Informes del curso de Entomología Forestal del Programa de Maestría en Entomología de la Universidad de Panamá, año 2009

En el Proyecto Bosque Siglo XXI entre los años 2009 y 2011 se detectan los ataques mas severos evidenciando, al menos 3 sitios diferentes Dos de ellos en rodales con 14 años de edad y un rodal adicional con individuos de poco mas de 30 años de edad (FIG 1) En estos casos el porcentaje de mortalidad de árboles por hectarea se ha estimado en un 38%³

Las especies del genero *Ips* (De Geer 1775) son consideradas plagas secundarias dado que pocas veces atacan o matan arboles vigorosos y generalmente están asociados con otros descortezadores especialmente del genero *Dendroctonus* (Erichson 1836) sin embargo ,en condiciones favorables puede llegar atacar de manera primaria, con exito árboles saludables (Wood 1982 Coulson y Witter 1990 CATIE 1991)

Cabe destacar que en Panama, no se encontro evidencia de documentacion alguna que refleje un estudio cientifico de los ataques de especies del genero *Ips* en plantaciones de *Pinus caribaea var hondurensis* (Morelet 1851) especialmente en lo que se refiere al comportamiento de su poblacion su distribucion en el ambito nacional o la magnitud de los daños a la inversión forestal y mucho menos sobre la incidencia de los factores ambientales que afectan su ciclo de vida

En el aspecto entomologico la debilidad de la silvicultura nacional en el tema de la proteccion forestal queda en evidencia cuando las autoridades ambientales del Panama

³Jacón, B. 2011. Investigación de apoyo al desarrollo de este estudio

expresan su preocupacion ante la posibilidad de ataques de una o varias especies de *Ips* (De Geer 1775) y/o *Dendroctonus* (Erichson 1836) que aunque este ultimo no se ha reportado para el pais representa un riesgo debido al auge que ha tenido la reforestación con *Pinus caribaea var hondurensis* (Morelet 1851) y las excelente adaptabilidad a las condiciones naturales del pais (FAO 2005 Billings y Schmidtke 2002)

2.3 CARACTERISTICAS DE LA POBLACION DE *Ips calligraphus* (Germar 1824)

En el genero *Ips* (De Geer 1775) son los machos quienes inician la colonizacion penetrando la corteza y ubicandose en la zona del cambium excavando galerias de 1 a 1.3 mm donde luego de atraerlas se une a las hembras en numero que puede variar de 1 a 6 individuos (Cibrián *et al* 1995)

En condiciones ambientales tienen una injerencia importante con referencia al numero de generaciones por año pudiendo encontrar varias generaciones en un solo ciclo estacional lo cual puede variar con la latitud y la altura (Cibrián *et al* 1995) un ejemplo de la incidencia de las condiciones ambientales es que el tiempo de estadia en las galerias de machos y hembras disminuye con el aumento de la temperatura (Haack 1985 (Haacket *et al* 1987)

Poblaciones de *Ips calligraphus* (Germar 1824) que se desarrollan en *Pinus elliotis* pueden variar desde 4 generaciones anuales en las montañas de California y 6 generaciones al sureste de Estados Unidos hasta 9 en Florida y 12 en Mexico (Razor R 1999)

Las hembras después de copular construyen sus propias galerías entre el floema y el cambium donde depositan sus huevos. Las larvas excavan sus propias galerías, en las cuales pasan al período de pupa (Cibrián *et al.* 1995 Tatcher y Connor 2006). Los adultos inmaduros completan su desarrollo dentro de la corteza donde permanecen alimentándose por un tiempo dentro de ella antes de emerger (Tatcher y Connor 2006).

2.4 PRECIPITACIÓN PLUVIAL Y SU INFLUENCIA EN EL COMPORTAMIENTO DE *IPS*

En cuanto a la precipitación se puede inferir que es poca la investigación que existe sobre su efecto sobre las poblaciones de *Ips* (De Geer 1775). Por una parte se plantea la época seca como un elemento crítico limitante para los individuos del género *Ips* (De Geer 1775) al mencionar que son capaces de soportar veranos secos y calurosos al sur de los Estados Unidos (Tatcher y Connor 2006). Mientras que por otro en condiciones más tropicales existen señalamientos de coincidencias de los brotes más intensos de ataque de *Ips calligraphus* (Germar 1824) sobre *Pinus occidentalis* con lo más severo de la época seca en República Dominicana (Haack Billings y Richter 1989). Estos autores de igual manera citan a Mattson y Haack (1987) quienes aseguran que en una buena parte de las observaciones a través del mundo los brotes de los escarabajos de la corteza y de los herbívoros son precedidos por un inusual clima cálido y seco.

2.5 CAPTURA DE *Ips* (De Geer 1775) CON ATRAYENTES

Mediante el uso de electroantenogramas se ha determinado la presencia de receptores olfativos en las antenas de ambos sexos del género *Ips* con diferentes umbrales de recepción que condicionan las respuestas a diferentes compuestos que regulan su comportamiento (Smith *et al* 1988)

Existen evidencias de éxito en las capturas de adultos utilizando trampas cebadas con feromonas sintéticas de agregación masiva (Renwick y Vité 1975). La trampa utilizada con mayor frecuencia es la tipo Lindgren de 12 embudos. Aunque la trementina, un compuesto destilado de la resina de pino ha dado buenos resultados (Jimenez 2005). En la mayoría de los casos el principal atrayente es ipsdienol (Hernández 2010, Casimiro Sorriquer 2007, Haack *et al* 1989).

Se ha detectado que ipsdienol es la feromona que aparece más frecuentemente en las especies de *Ips* después de la alimentación (Vité *et al* 1972). Tanto hembras como machos de *Ips calligraphus* (Germar 1824) producen *cis* o *trans* verbenol. Sin embargo solo los machos producen ipsdienol. La colonización de los hospederos se da por una combinación de *cis* verbenol e ipsdienol (Renwick y Vité 1975).

Lo anterior queda en evidencia cuando el ipsdienol es identificado como el único atrayente consistente para *Ips calligraphus* (Germar 1824) en trabajos que involucran productos sintéticos para cebar trampas en el proceso de monitoreo de poblaciones (Mille *et al* 2005).

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

Como zona de estudio se seleccionó el Proyecto Bosque Siglo XXI por la importancia que representa para el país dadas las siguientes características:

1-Representa un sistema de inversión novedoso, para Panamá, al contemplar la inversión privada forestal en terreno de propiedad del Estado, mediante concesiones, a 20 años, donde el promotor paga un canon de arrendamiento mensual de B/ 20,00 anuales por hectárea.

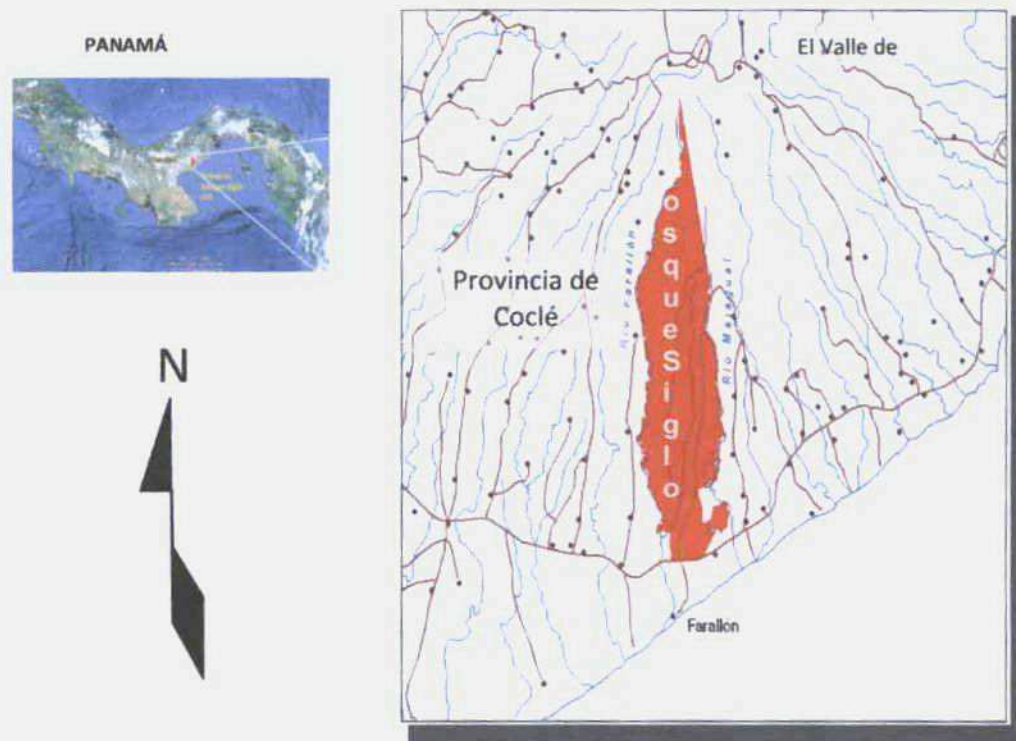


FIGURA 2 Ubicación geográfica del proyecto Bosque Siglo XXI

2 Las condiciones ambientales son representativas de áreas degradadas dentro del Bosque seco Tropical que deben ser restauradas ecológicamente e insertadas en la producción nacional y donde la *Pinus caribaea var hondurensis* (Morelet 1851) ha demostrado gran adaptabilidad justificando ser un valioso elemento que insertado artificialmente acelera el proceso de sucesión del bosque con lo que asegura viabilidad ecológica y rentabilidad en la inversión forestal

Por lo anterior esta especie se proyecta como una de las mejores alternativas para reforestar el resto de las 7 055 hectáreas dentro del Proyecto Bosque Siglo XXI y para proyectos a nivel nacional especialmente en las denominadas tierras Kioto (Fig 2)

Por último la presencia del *Ips calligraphus* (Germar 1824) representa una posible amenaza para las plantaciones forestales con *Pinus caribaea var hondurensis* (Morelet 1851) en las plantaciones forestales del Proyecto Bosque Siglo XXI

3.1 SELECCION DE LOS SITIOS DE MUESTREO EN CAMPO

Se establecieron 4 sitios de muestreo dentro de las plantaciones que reúnan las siguientes condiciones

- Accesibilidad durante todo el año
- Distantes al menos 500 metros entre sí
- Situados en un lugar que asegure la menor posibilidad de ser vandalizadas

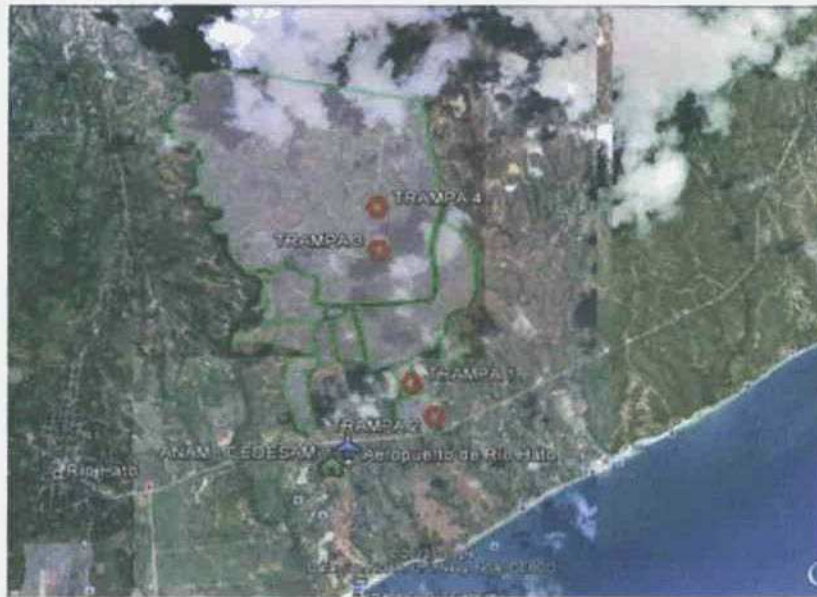


FIGURA 3 Ubicación de las trampas dentro de las plantaciones de *Pinus caribaea* var *hondurensis* (Morelet, 1851) del proyecto Bosque Siglo XXI

CUADRO I Ubicación de las trampas Lindgren en las plantaciones de *Pinus caribaea* (Morelet, 1851) del proyecto Bosque Siglo XXI.

TRAMPA	UBICACIÓN GEOGRÁFICA (COORDENADAS POLARES) *	DESCRIPCIÓN DEL SITIO
Trampa N° 1	8° 23' 23" N 80° 07' 17" E	Colocada a 30 metros del borde de la plantación la cual colinda con un cultivo de limón persa.
Trampa N° 2	8° 23' 08" N 80° 07' 06" E	Colocada a 50 metros del borde de la plantación.
Trampa N° 3	8° 24' 28" N 80° 07' 31" E	Colocada a 100 metros del borde de la plantación
Trampa N° 4	8° 24' 48" N 80° 07' 31" E	Colocada al borde de un camino interno dentro de la plantación.

(*) Expresadas en Grados, minutos y segundos.

3.2. PROCESO DE MUESTREO

Para el muestreo se utilizaron 4 trampas tipo Lindgren de 12 embudos dotadas de feromonas para *Ips calligraphus* (Germar, 1824) adquiridas en la empresa Chemtica S.A. Estos atrayentes se componen de Ipsdienol (2-methyl-6-methylene-2,7-octadien-4-ol).

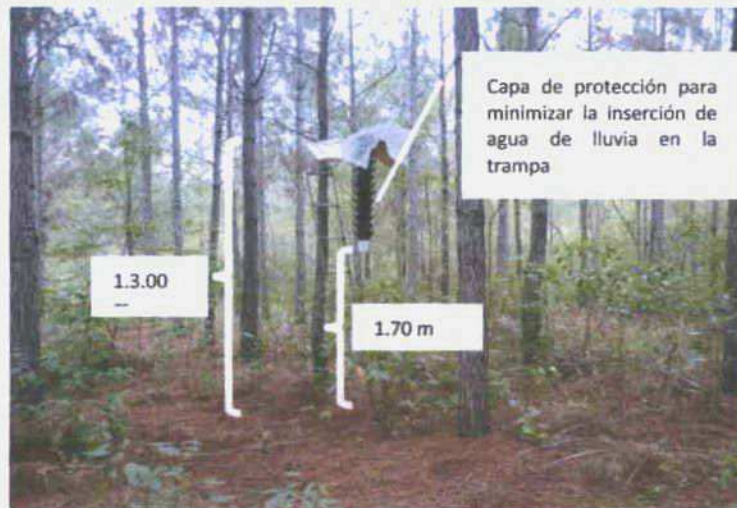


FIGURA 4 Trampa Lindgren colocada en el proceso de muestreo de la dispersión de *Ips calligraphus* (Germar, 1824) en las plantaciones de *Pinus caribaea var hondurensis* (Morelet, 1851) del proyecto Bosque Siglo XXI

Las trampas fueron colocadas entre árboles de la plantación por medio de una soga de nylon de ¼ pulgadas de espesor a 1.70 metros de altura entre el nivel del suelo y el borde inferior del recipiente colector (Fig. 4). En ensayos preliminares del autor, las trampas, fueron excesivamente saturadas de agua durante las lluvias, por ello se decidió colocarles una cobertura adicional en la parte superior que minimizara la cantidad de agua que ingresaba al recipiente colector (Fig. 4). El recipiente colector fue dotado de una mezcla conformada por 100 cc de etanol al 90% y 100 cc de glicerol al 90%.

Las colectas se realizaron cada 15 días, sin embargo, en la práctica ocasionalmente este período fue alterado en aproximadamente ± 4 días, debido a la disponibilidad de tiempo y recursos para la movilización. El material colectado se pasó del depósito de colecta a bolsas plásticas y se etiquetaron indicando la fecha y el número de la trampa a la cual

correspondía. En caso de no disponer de tiempo para el proceso las muestras fueron guardadas en refrigeración para su procesamiento posterior. El proceso de colecta inicio con la primera colecta el día 1 de agosto de 2010 y finalizo el día 10 de junio de 2011.

3.3 IDENTIFICACIÓN DEL INSECTO

Se llevo a cabo un proceso previo de reconocimiento de la especie con la ayuda de material bibliográfico en especial las claves elaboradas por Woods (Woods *et al* 1982, Woods 1986) y mediante comparacion con el material de referencia depositado en la coleccion del Programa Centroamericano de Maestria en Entomologia de la Universidad de Panama. Este proceso fue llevado a cabo por el propio investigador autor del presente trabajo.

3.4 INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

Se utilizaron los datos meteorológicos de la Estación Anton la cual es administrada por la empresa de transmision electrica (ETESA) siendo la Estacion confiable mas cercana al sitio de estudio. Se encuentra a 20 km del sitio de estudio. Es catalogada como una estación meteorológica tipo A convencional las cuales son atendidas diariamente por observadores meteorologicos capacitados para realizar las lecturas a los diferentes instrumentos que miden la lluvia, la temperatura y humedad relativa del aire, evaporación, además se grafican los datos concernientes a la velocidad y dirección del viento, brillo solar (ETESA 2012). Esta estación se encuentra entre los 8° 24' 00" de latitud Norte y los 80° 15' 00" de longitud Este, sobre los 20 msnsm.

Para este analisis no se utilizó la data de precipitacion acumulada en el periodo que corresponde del 18 de noviembre de 2010 al 12 de diciembre del 2010 (320 mm) por considerarla una muestra anormal dado que representa 2.37 veces el valor mas' alto inmediatamente cercano.

3.5 REGISTRO Y ANALISIS DE LA DATA

Para el conteo de los *Ips calligraphus* (Germar 1824) capturados se utilizó un estereoscopio marca NIKON de 20x y 40x de aumento el cual forma parte del equipamiento del Banco de Semillas Forestales del Centro de Desarrollo Sostenible Ambiental CEDESAM de la Autoridad Nacional del Ambiente sitio este donde se procesaron las muestras

Para el recuento de la data y para la base de datos fue utilizando el software Microsoft Office Excel 2007 La data fue ordenada en una matriz simple de dos variables conteniendo la información referente a fecha de colecta, colecta por trampa, sumatoria de la colecta de todas las trampas y data de precipitación que corresponde al periodo de captura

3.6 ANALISIS ESTADISTICO

Para analizar los datos de recolectas de los adultos de *Ips calligraphus* (Germar 1824) se utilizó un análisis de varian̄a (ANOVA) con disēo de Medidas Repetidas para esto las 20 colectas realizadas en las 4 trampas fueron tomadas como efecto intra sujeto El análisis se llevo a cabo con SPSS 15.0

Con el proposito de determinar si existe una relacion entre los individuos de *Ips calligraphus* (Germar 1824) capturados y la precipitacion pluvial se realizó un análisis de regresion simple Para este análisis se utilizó Statistica 7 Para cada período de muestreo se calculó la Tasa de Incremento de Captura (TIC)

De igual manera se calculó la Tasa Efectiva de Muestreo el cual corresponde al promedio de incremento en la captura en el periodo que comprendio desde el periodo de incremento importante de captura hasta el ultimo valor de incremento significativo de captura

CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 PROCESO DE COLECTAS

Un total de 80 muestras fueron procesadas en un periodo de 11 meses de colecta en 4 trampas con un periodo de 15 días como promedio de intervalo entre colectas. En total se capturaron 288 especímenes de *Ips calligraphus* (Germar 1824) durante todo el periodo de muestreo (Cuadro II).

El ANOVA aplicado a la data recolecta por las 4 trampas da como resultado que no existe diferencia significativa ($F=1.32$, $gl=3.76$, $p>0.05$) entre las medias (ANEXO I).

El proceso de captura con trampas tipo Lindgren de 12 embudos fue efectivo para estos menesteres tal como lo reporta Jimenez (2005). En cuanto a la selección del atrayente, el éxito del proceso de captura, queda sustentado al coincidir con lo encontrado por Renwick y Vité (1975), Hernandez (2010), Casimiro Soriguer (2007) y Haack *et al* (1989) que identifican el ipsdienol como el principal atrayente para estos escolitidos mientras que Miller *et al* (2005) llegan a ser un poco más categórico al asegurar que el ipsdienol es el único atrayente consistente para *Ips calligraphus* (Germar 1824) en trabajos que involucran productos sintéticos para cebar trampas en el proceso de monitoreo de poblaciones.

4.2 EFECTO DEL TIEMPO EN EL PROCESO DE COLECTA

Una revisión cualitativa nos permite percibir que no existe homogeneidad en la cantidad de individuos capturados al transcurrir los periodos de captura en una sucesión

cronológica. Es lógico pronosticar que puede existir una variabilidad en el tiempo que afecte este proceso.

El análisis de varianza de medidas repetidas confirma que existe un efecto del tiempo (meses) en el número de individuos de *Ips calligraphus* (Germar 1824) colectados en las 4 trampas ($F_{19,57} = 7,933$ $p < 0,05$) (Cuadro III).

CUADRO II. Número de individuos de *Ips calligraphus* (Germar 1824) capturados

Fecha de colecta	Trampa 1	Trampa 2	Trampa 3	Trampa 4	Sumatoria de capturas todas las trampas
16 / 08 / 2010	1	0	2	3	6
31 / 08 / 2010	0	0	1	1	2
15 / 09 / 2010	2	1	2	6	11
02 / 10 / 2010	0	1	1	1	3
18 / 10 / 2010	1	0	1	1	3
31 / 10 / 2010	1	0	0	2	3
18 / 11 / 2010	0	0	1	0	1
02 / 12 / 2010	1	1	1	1	4
22 / 12 / 2010	0	4	2	2	8
06 / 01 / 2011	0	2	3	1	6
21 / 01 / 2011	1	0	1	5	7
05 / 02 / 2011	6	5	13	12	36
18 / 02 / 2011	7	7	31	27	72
04 / 03 / 2011	11	6	8	9	34
22 / 03 / 2011	7	9	8	16	40
12 / 04 / 2011	4	1	6	7	18
06 / 05 / 2011	0	9	6	7	22
11 / 05 / 2011	1	0	4	2	7
26 / 05 / 2011	1	0	0	0	1
10 / 06 / 2011	2	0	1	1	4
Sumatoria de captura por Trampa	70	100	100	110	380

CUADRO III Prueba de efectos intra sujetos

Fuente		Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Colectas	Esféricidad asumida	1579,200	19	83 116	7 933	000
	Greenhouse Geisser	1579,200	1 576	1001 856	7 933	034
	Huynh Feldt	1579 200	3 024	522 253	7 933	007
	Límite inferior	1579,200	1 000	1579 200	7 933	067
Error (Colectas)	Esféricidad asumida	597 200	57	10 477		
	Greenhouse Geisser	597 200	4 729	126 289		
	Huynh Feldt	597 200	9 071	65 833		
	Límite inferior	597 200	3 000	199 067		

4.3 INCREMENTO POBLACIONAL BASADO EN EL MUESTREO

La tasa de incremento de captura, para todo el periodo de muestreo fluctua en promedio en 0.0500. Al graficarla se muestra un comportamiento sigmoïdal con una pendiente acentuada en el periodo de mayor captura. En este caso la tasa efectiva de captura es de 0.1250.

CUADRO IV Cálculo de la Tasa de Incremento de Captura

Fecha de colecta	Promedio captura (numero de individuos en todas las trampas)	Incremento de captura por período de muestreo	Tasa de incremento de captura	Incremento de captura por período de mayor captura	Tasa Efectiva de captura durante el período de mayor captura
lunes 16 de agosto de 2010	6	0 0208	0 0208		
martes 31 de agosto de 2010	2	0 0069	0 0278		
miércoles 15 de septiembre de 2010	11	0 0382	0 0660		
sábado 02 de octubre de 2010	3	0 0104	0 0764		
lunes 18 de octubre de 2010	3	0 0104	0 0868		
domingo 31 de octubre de 2010	3	0 0104	0 0972		
jueves 18 de noviembre de 2010	1	0 0035	0 1007		
jueves 02 de diciembre de 2010	4	0 0139	0 1146		
miércoles 22 de diciembre de 2010	8	0 0278	0 1424		
jueves 06 de enero de 2011	6	0 0208	0 1632		
viernes 21 de enero de 2011	7	0 0243	0 1875	0 0297	0 0297
sábado 05 de febrero de 2011	36	0 1250	0 3125	0 1525	0 1822
viernes 18 de febrero de 2011	72	0 2500	0 5625	0 3051	0 4873
viernes 04 de marzo de 2011	34	0 1181	0 6806	0 1441	0 6314
martes 22 de marzo de 2011	40	0 1389	0 8194	0 1695	0 8008
martes 12 de abril de 2011	18	0 0625	0 8819	0 0763	0 8771
viernes 06 de mayo de 2011	22	0 0764	0 9583	0 0932	0 9703
miércoles 11 de mayo de 2011	7	0 0243	0 9826	0 0297	1 0000
jueves 26 de mayo de 2011	1	0 0035	0 9861		
viernes 10 de junio de 2011	4	0 0139	1 0000		
Sumatoria total	288				
Promedio		0500		0 1250	

A partir del 6 de enero del 2011 se muestra una tendencia hacia la alza en la data de capturas por período de muestreo que tiende a decrecer a partir del 26 de mayo del mismo año.

La tendencia muestra un promedio de incremento de captura de 0.045 para todo el período de muestreo. Sin embargo, circunscribiendo esta situación al período de mayor captura desde el proceso de incremento hasta que inicia a decrecer, la tasa efectiva de captura, en ese período, es de 0.125. (Fig. 5). Este período coincide con las fechas donde se reporta menor precipitación.

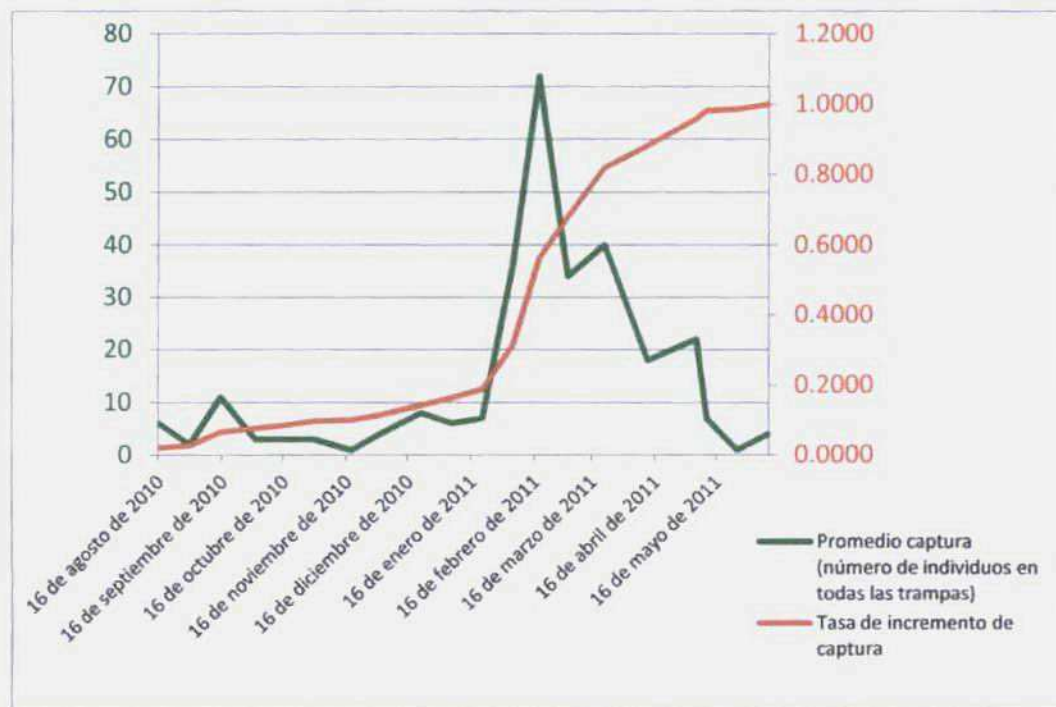


FIGURA 5 Tasa de Incremento de Captura y la precipitación pluvial.

4.4. RELACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL Y LA COLECTA

Al relacionar la precipitación con las capturas de los insectos se observa que al disminuir la precipitación se incrementan las capturas de *Ips* (Fig. 6). En el mes de diciembre del 2010 se refleja una disminución abrupta de la precipitación y posteriormente

a este fenómeno se registran los mayores índices de capturas. Resultados similares fueron obtenidos por Haack *et al.* (1989), en el marco de su trabajo en República Dominicana, sobre *Pinus occidentalis* cuando encuentran que los brotes más intensos de ataque, de *Ips calligraphus* (Germar, 1824), se manifiestan en lo más severos de la sequía. Por otro lado se corrobora el señalamiento de Mattson y Haack (1987), que la mayor parte de las observaciones de brotes de escarabajos de la corteza, en el mundo, son precedidas por un inusual clima cálido y seco.

El análisis de regresión indica que existe una relación lineal negativa entre las variables; número de individuos colectados de *Ips calligraphus* (Germar, 1824) y la precipitación pluvial ($F_{1,17} = 6.49$, $p < 0.05$). El coeficiente de determinación (R^2) indica que la variable precipitación pluvial explica 28% de la variabilidad de las colectas de *Ips calligraphus* (Germar, 1824). El coeficiente de correlación de Pearson indica que las variables están relacionadas de manera inversa en un $r = -52.58\%$ (Fig. 7).

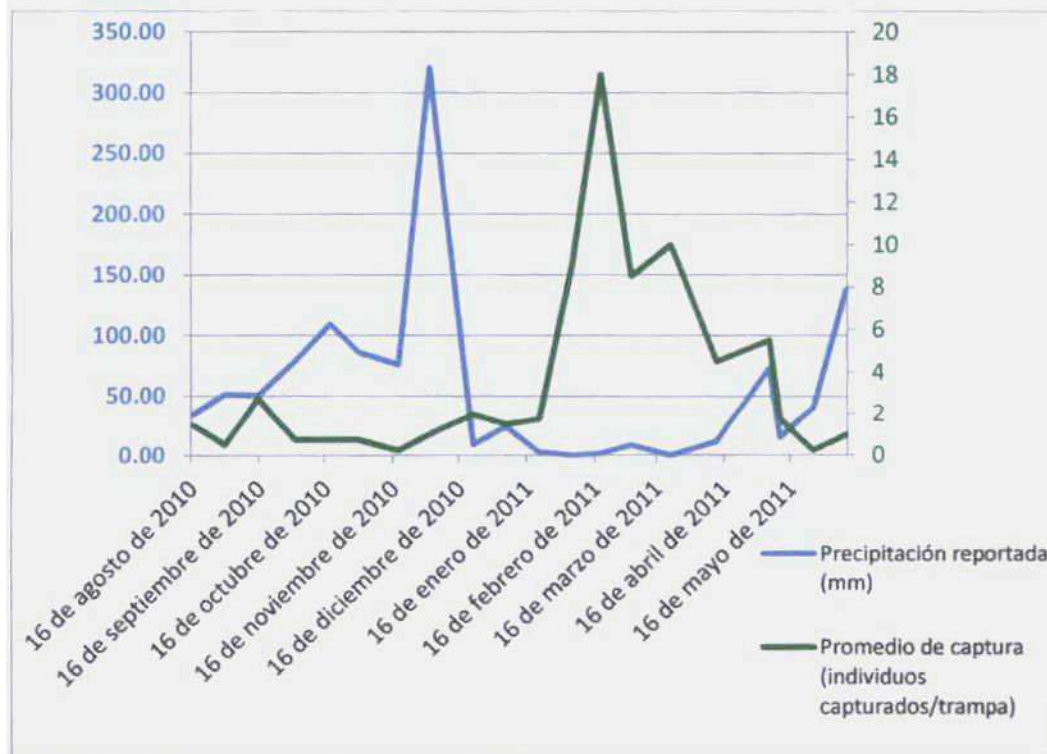


FIGURA 6 Data de precipitación y captura de *Ips calligraphus* (Germar, 1824) durante el período de captura.

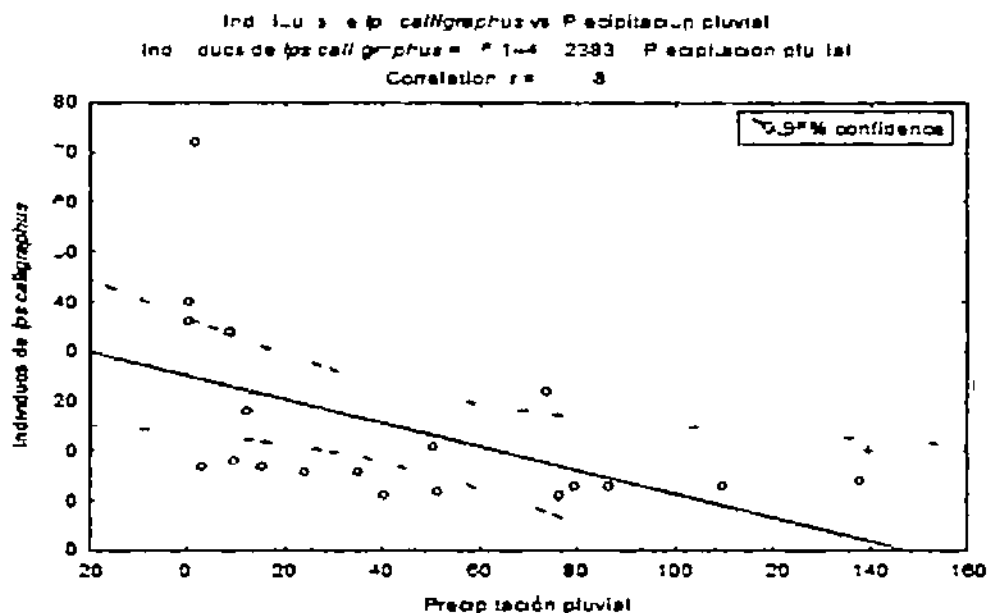


FIGURA 7 Análisis de regresión Precipitación Pluvial vs *Ips Calligraphus* (Germar 1824)

En este caso se entiende que siendo las plantaciones forestales de *Pinus caribaea var hondurensis* (Morelet 1851) un ecosistema artificial que ha promovido un proceso de restauración ecológica ofertando nichos colonizables en los diferentes pisos altitudinales existan otros factores que al igual que la precipitación pluvial tengan un efecto sobre la dinámica poblacional del *Ips calligraphus* (Germar 1824)

Existe una relación inversamente proporcional entre la precipitación y la captura de adultos en vuelo. Es indudable que la población de *Ips calligraphus* (Germar 1824) tiende a dispersarse más en las épocas secas que en las que se reportan mayor precipitación por lo que queda comprobada la hipótesis de trabajo. Considerando que explica en un 28% la injerencia de la precipitación es necesario abrir líneas de investigación que permitan identificar otros factores relacionados con esta fase de la dinámica poblacional del insecto.

Confirmar que la precipitación tiene un efecto significativo sobre la dispersión del *Ips calligraphus* (Germar 1824) e identificar que periodos inusuales de sequía anteceden a un brote es decir que se incrementa la posibilidad de tener adultos de *Ips calligraphus* (Germar, 1824) en vuelo dentro de la plantación de *Pinus caribaea var hondurensis* (Morelet 1851) tal cual queda en evidencia por los resultados obtenidos representa una

valiosa herramienta en la toma de decisiones en el manejo silvicultural ya que permite planificar y tomar decisiones para el manejo de la población de este descortezador. Especialmente porque es obvio que la etapa más vulnerable y de mayor riesgo para este descortezador es precisamente cuando se encuentran fuera de las galerías.

CAPITULO V CONCLUSIONES

- Las trampas Lindgren cebadas con ipsdienol representan una alternativa viable para el monitoreo de la dispersión de *Ips calligraphus* (Germar 1824) en las plantaciones de *Pinus caribaea var hondurensis* (Morelet, 1851) en Panama
- La ubicación de las trampas dentro de la plantación no tiene relevancia dado que no se encontraron diferencias significativas ($F=1.32$ $gl=3, 76$ $p>0.05$) de la captura entre las 4 trampas utilizadas en este estudio. Por otro lado la época del año juega un papel importante en el número de *Ips* recolectados
- El insecto descortezador *Ips calligraphus* (Germar 1824) tiende a dispersarse durante la época seca especialmente cuando existe una reducción inusual de la precipitación

CAPITULO VI RECOMENDACIONES

- Reportar la presencia de *Ips calligraphus* (Germar 1824) a las instancias estatales correspondientes y a los promotores forestales que utilizan esta especie para sus proyectos de tal manera que tomen las medidas preventivas para minimizar los efectos adverso de la actividad de estos insectos a las inversiones silviculturales
- Levantar un proceso de muestreo que permita evidenciar la presencia de *Ips calligraphus* (Germar 1824) en las principales plantaciones a nivel nacional
- Promover la apertura de líneas de investigación que nos permita conocer el comportamiento de la población de *Ips calligraphus* (Germar 1824) en Panama y su impacto económico en la rentabilidad de proyectos de reforestación con *Pinus caribaea var hondurensis* (Morelet 1851)
- Llevar a cabo otras investigaciones que permitan determinar métodos de monitoreo que muestren mejor adaptación a las condiciones económicas y sociales del país tales como son el uso de árboles cebo o el uso de la trementina
- Iniciar un censo nacional de monitoreo de la fauna entomológica relacionada con *Pinus caribaea var hondurensis* (Morelet, 1851) y de ser viable hacerla extensiva para otras especies de interés forestal para determinar la presencia y de ser pertinente la afectación a la inversión forestal a nivel nacional

CAPITULO VII BIBLIOGRAFIA

- ALLEN C D 2009 Muerte regresiva del bosque inducida por el clima ¿un fenómeno mundial en aumento? Unasyva 60(1) 2009 P 43 49 [ftp //ftp fao org/docrep /fao/ 011/ i0670 s/i0670s00 pdf](ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0670s/i0670s00.pdf)
- AMMAN G y RYAN K 1991 Insect infestation of fire injured trees in the Greater Yellowstone Area USDA Forest Service Intermountain Forest and Range Experiment Station Res Note INT 398
- ANAM 2008 Informes Iecnicos Proyecto Bosque Siglo XXI Centro de Desarrollo Sostenible Ambiental CEDESAM
- ANAM 2010 Atlas Ambiental de Panamá Autoridad Nacional del Ambiente ANAM – BID Editora Novo Art S A
- ANAM 2010 Guia Tecnica para la Reforestacion en Panama Dirección Nacional de Patrimonio Natural Servicio Nacional de Desarrollo y Administracion Forestal Panama ANAM/OIMT 2000 (proyecto SIF ANAM/OIMT 2000)
- BILLINGS R. y SCHMIDTKE P 2002 Central America Southern Pine Beetle / Fire Management Assessment for the U S Agency for International Development, Guatemala Central America Program Under a technical services agreement with USDA Foreign Agricultural Service/International Cooperation and Development doi [http //www fire uni freiburg de/GlobalNetworks/MesoAmerica/Fire Beetle USFS Report 2002 PDF](http://www.fire.uni-freiburg.de/GlobalNetworks/MesoAmerica/Fire%20Beetle%20USFS%20Report%202002.PDF)

BRIGHT D 1976 The Insects and arachnids of Canada Parte 2 The Bark Beetles of Canada and Alaska Colcoptera Scolytidae Biosystematics Research Institute Canada Department of Agriculture Ottawa, Ontario Canada Publication 1576

Doi http://www.esc.sec.ca/aafemonographs/insects%and_arachnids_part_2.pdf

CASIMIRO SORIGUER D 2007 Evaluacion rapida del uso de Trampas de Feromonas para la captura de *Ips calligraphus* y sus enemigos naturales en San Fernando (Nueva Segovia) Tesis UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA Facultad de Agronomia Departamento de Protección Agrícola y Forestal doi <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/trh10c339.pdf>

CATIE 1991 Plagas y enfermedades Forestales de America Central Guía de campo CATIE Serie Técnica Manual Técnico N° 3 Pag 30

CAVEY J PASSOA S y KUCERA D 1994 Screening Aids for Exotic Bark Beetles in the Northeastern United States NA TP-11 94 Northeastern Area U S Department of Agriculture Forest Service doi <http://www.barkbeetles.org/exotic/ipsxdnts.html>

CIBRIAN D MENDEZ J CAMPO R YATES H y FLORES JE 1995 Las especies del genero *Ips* encontradas en Mexico Selecciones del libro Especies Forestales de México Universidad Autonoma de Chapingo/Comision Forestal de America del Norte Publicación #6 1995 http://www.era.mx.org/Estudios_y_proyectos/Descortezador/Cibrian_Tovar_Ips_Esp.pdf

CORDERO J y BOSHIER D (Ed) 2003 Arboles de Centroamérica Un Manual para extensionistas Turrialba, CR, OFI/CATIE 1079 p

COULSON R y WITTER J 1990 Entomologia Forestal Ecologia y Control Trad Jiménez J Edith Cibrian D 1 ed Editorial Limusa México D F Mexico Pag 602

CUBAS N 2012 Ingeniero Forestal Dirección de Gestión Integrada de Cuencas Hidrograficas Autoridad Nacional del Ambiente Conversacion personal

DANIEL ,P HELMS U y BAKER F 1982 Principios de silvicultura McGraw Hill Mexico

ETESA [http //www hidromet com pa/red_nacional php](http://www.hidromet.com.pa/red_nacional.php)

FAO 2005 Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales Informe Nacional de Panama Informe Nacional 2005

FAO 2008 Forestry Department Forest Health & Biosecurity Working Papers Overview of Forest Pests Belize June 2008 doi [http //www fao org/docrep/012/al006e/al006e00 pd](http://www.fao.org/docrep/012/al006e/al006e00.pdf)

FETTIG C KLEPZIG K BILLINGS R MUNSON S NEBEKE T NEGRÓN J y NOWAK J 2007 The effectiveness of vegetation management practices for prevention and control of bark beetle infestations in coniferous forests of the western and southern United States Forest Ecology and Management Volume 238 Issues 1–3 30 January 2007 Pages 24–33

GEWALD N I 1980 Datos de Crecimiento de Pinus caribaea var hondurensis en la Reserva Forestal de la Yeguada Panama

GRACIA C GIL L y MONTERO G Impactos Del Cambio Climático En España Impactos Sobre el Sector Forestal doi [http //www marm es/es/cambio climatico/temas/impactos vulnerabilidad y adaptacion/09_sector forestal_2_tcm7 12425 pdf](http://www.marm.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/09_sector_forestal_2_tcm712425.pdf)

HAACK R BILLINGS R y RICHIE A 1989 Life history parameter of bark beetles (coleoptera scolytidae) attacking west indian pine in Dominican Republic The Florida Entomology Vol 72 N° 4 Dec 1989 Pag 591 – 603 [http //www jstor org/pss/3495033](http://www.jstor.org/pss/3495033)

- HAACK R WILKINSON R y FOLTZ J 1987 Plasticity in life history traits of the bark beetle *Ips calligraphus* as influenced by phloem thickness *Oecologia* <http://www.springerlink.com/content/u306n5035q5p1u35/>
- HAACK R 1985 Voltinism and diurnal emergence flight patterns of *Ips calligraphus* (coleoptera scolytidae) in Florida *Florida Entomologist* 68(4) December 1985 pag 658
- HICKE J LOGAN J POWELL J y OJIMA D 2006 Changing temperatures influence suitability for modeled mountain pine beetle (*Dendroctonus ponderosae*) outbreaks in the western United States *Journal of Geophysical Research* 111 G02019
- JIMENEZ E 2005 Insectos Descortezadores De Pino y Sus Principales Depredadores Naturales Guia Tecnica No 9 Universidad Nacional Agraria http://redbio.una.edu.ni/sistema/totos/publicacion_2.pdf
- LANIER G 1972 Biosystematics of the Genus *Ips* (coleoptera scolytidae) in North America Hopping s groups IV and X *The Canadian Entomologist* 1972 104 (3) 361 388 [10.4039/Ent104361.3](http://pubs.esc.scc.ca/doi/abs/10.4039/Ent104361.3) <http://pubs.esc.scc.ca/doi/abs/10.4039/Ent104361.3>
- LIVERA H y RUBEN A 2010 Dinamica poblacional de especies de IPS (Curculionidae Scolytinae) y sus depredadores empleando trampas cebadas con feromonas en La Calera Cd Guzmán Las Coloradas y Corralitos en Tecalitlan Jalisco Tesis Colegio de Post Graduados [http://www.biblio.colpos.mx/8080/jspui/bitstream/handle/10521/81/Hernandez_Livera_RA_DC entomologia %20y%20Acarologia_2010.Pdf?sequence=1](http://www.biblio.colpos.mx/8080/jspui/bitstream/handle/10521/81/Hernandez_Livera_RA_DC%20entomologia%20y%20Acarologia_2010.Pdf?sequence=1)
- MATTSON W y HAACK R 1987 The Role of Drought in Outbreaks of Plant Eating Insects *BioScience* 37(2) 1987 pp 110 118 Published by University of California Press on behalf of the American Institute of Biological Sciences Stable URL <http://www.jstor.org/stable/1310365>

- MICHAEL D y ROBERT C 1983 Ips Bark Beetles in the South U.S. Department of Agriculture Forest Service Forest Insect & Disease Leaflet 129 Revised October 1983 Formatted for the Internet December 1998 <http://na.fs.fed.us/spfo/pubs/fidls/ips/ipsfidl.htm>
- MILLER D ASARO C y BERISFORD C W 2005 Attraction of Southern Pine Engravers and Associated Bark Beetles (Coleoptera Scolytidae) to Ipsenol Ipsdienol and Lanierone in Southeastern United States Journal of Economic Entomology 98(6) 2058-2066 2005 doi: <http://dx.doi.org/10.1603/0022-0493.98.6.2058>
- MILLER D ASARO C CROWF C v DUERR D 2011 Bark beetle pheromones and pine volatiles attractant kairomone lure blend for longhorn beetles (Cerambycidae) in pine stands of the southeastern United States J Econ Entomol 104(4) Aug 2011 Pages 1245-57
- NEGRON J MCMILLIN J ANHOLD J v COULSON D 2008 Bark beetle caused mortality in a drought affected ponderosa pine landscape in Arizona USA Forest Ecology and Management 257(4) February 2009 Pages 1353-1362
- QUEZADA R 2008 Provento de pino rompe el mito La Prensa Domingo 13 de abril de 2008
- RAJOZ R 1999 Entomología forestal los insectos y el bosque 1ra edición en francés 1998 Ediciones Mundi prensa 1999 http://books.google.com.pa/books?id=nOvVX3XZhoC&pg=PA22&lpg=PA22&dq=colonizaci%C3%B3n+ips+calligraphus&source=bl&ots=9YFWjZiyQm&sig=ld6nhOIGVLnTkJRjzkinmbdkkkY&hl=es&sa=X&ei=MJM14WpN4SuIQIzqWxDw&redir_esc=y#v=onepage&q=colonizaci%C3%B3n%20ips%20calligraphus&f=false
- RENWICK J y VITL J 1972 Pheromones and host volatils that govern aggregation of sixpines engraver beetle *ips calligraphus* Journal of Insect Physiology 18(6) June 1972 Pages 1215 - 1219

Anexos

ANEXO I. ANOVA de una Vía aplicada a las trampas Lindgren de 12 embudos.

Fuente	suma de cuadrados	Grados de Libertad	Varianza	F Calculada	F Tabulada
entre muestras	10.61	3	3.53	1.32	4.05
Dentro de muestras	109.34	76	2.66		
Total	119.95	87	2.92		

F tab > F cal ($\alpha=0.01, 3, 76, 2$ colas) no existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias muestrales entre las capturas de las trampas

ANEXO II. *Ips calligraphus*. Conocido como *Ips* de seis espinas (sixspined *Ips*)

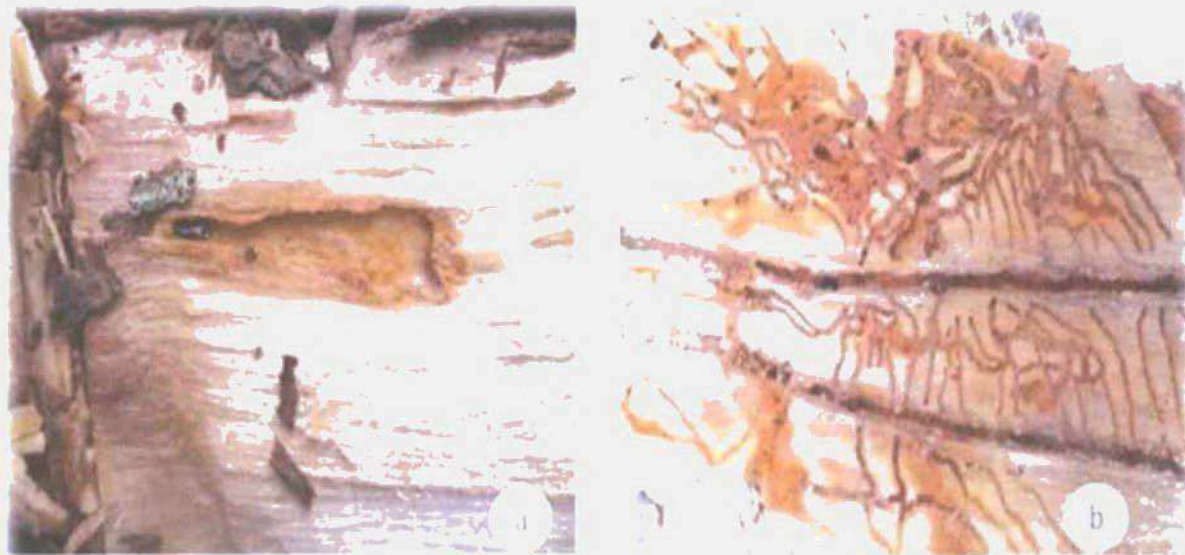


ANEXO III. Evidencia de la presencia de *Ips calligraphus* dentro de la corteza de *pinus caribaea*, Se pueden observar los orificios de entrada y de emergencia del



insecto.

ANEXO IV. Galerías de *Ips calligraphus*. (a) Inicio de la actividad descortezadora dentro de la corteza. (b) Galerías en un estado avanzado de colonización del árbol.



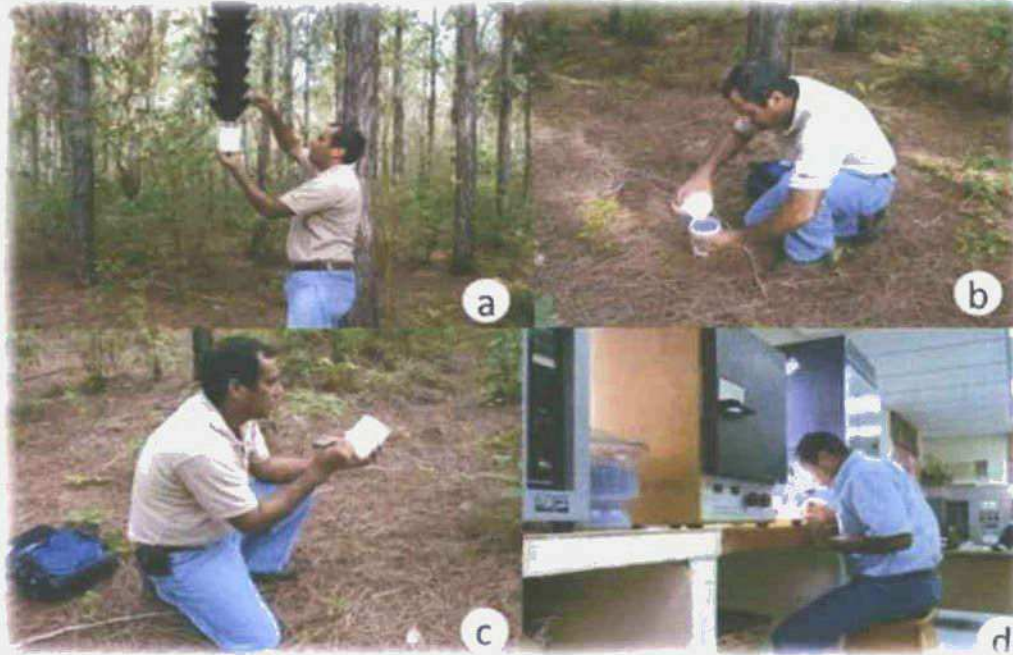
ANEXO V: Larva y pupa de *Ips calligraphus* dentro de las galerías en *Pinus caribaea* var *hondurensis*.



ANEXO VI. Control biológico. Parasitoide del género *Roptrocercus* (Ratzeburg, 1848) (Hymenoptera: Pteromalidae) dentro de las galerías de *Ips calligraphus*.



ANEXO VII. Proceso de recuperación y procesamiento de la recolecta: (a) recuperación de la colecta, (b) envasado, (c) rotulado, (d) procesamiento en laboratorio.



ANEXO VII., Fauna entomológica capturada en una trampa Lindren de 12 embudos durante el proceso de muestreo

