

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERIA FORESTAL

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD



**ESTUDIOS BÁSICOS DEL DEFOLIADOR *Rhabdopterus* sp.
EN PLANTACIONES DE TECA (*Tectona grandis* L.f.)
DE FLOR Y FAUNA S.A. Y BRINKMAN Y ASOCIADOS
REFORESTADORES DE CENTROAMÉRICA S.A.**



Randall Muñoz Vega

Cartago, Enero 2002.

**ESTUDIOS BASICOS DEL DEFOLIADOR *Rhabdopterus* sp.
EN PLANTACIONES DE TECA(*Tectona grandis* L.f.)
DE FLOR Y FAUNA S.A. Y BRINKMAN Y ASOCIADOS
REFORESTADORES DE CENTROAMÉRICA S.A.**

**Informe presentado a la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto
Tecnológico de Costa Rica, como requisito para optar al título de
Ingeniero Forestal**

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Ing. Marcela Arguedas., M.Sc.
Escuela de Ingeniería Forestal
Instituto Tecnológico de Costa Rica

Biol. Edwin Canessa., Ph.D
Escuela de Ingeniería Forestal
Instituto Tecnológico de Costa Rica

Lic. Gerardo Rojas
Representante de la empresa
ECOS S.A.

**ESTUDIOS BASICOS DEL DEFOLIADOR *Rhabdopterus* sp.
EN PLANTACIONES DE TECA(*Tectona grandis* L.f.)
DE FLOR Y FAUNA S.A. Y BRINKMAN Y ASOCIADOS
REFORESTADORES DE CENTROAMÉRICA S.A.**

Randall Muñoz Vega¹

RESUMEN

En las empresas reforestadoras Flor y Fauna S.A., San Carlos, Alajuela y Brinkman y Asociados Reforestadores de Centroamérica S.A., Parrita, Puntarenas, se realizaron estudios básicos del defoliador *Rhabdopterus* sp. (COL., Chrysomelidae) en plantaciones de *Tectona grandis* L.f. Se desarrollaron estudios biológicos, evaluación del daño causado, hospederos y pruebas de manejo *in vitro*. Los adultos de *Rhabdopterus* sp. Ocasionan orificios irregulares de forma semicircular y líneas curvas elongadas teniendo preferencia por las hojas tiernas, por lo que el patrón de ataque tanto en un rodal como un árbol individual es de arriba hacia abajo y de afuera hacia adentro. Se determina que la intensidad de ataque en los árboles está directamente relacionado con la abundancia y dominancia de gramíneas en el sitio. Se obtuvo un número de hospederos alternos de 48 especies donde los adultos consumieron follaje unos más que otros. Los adultos son de hábitos totalmente nocturnos y durante el día se ocultan en la maleza. Las larvas viven en el suelo. El ciclo de vida es completo con tres instares en el estado larval, la duración del ciclo de vida oscila de 39 a 52 días. Se identificaron enemigos naturales como hongos: *Normuraea* sp., *Paecelomyces* sp., *Bothryosphora* sp. y *Metarhizium anisopliae*, además de ácaros, arañas y nematodos. En las pruebas de manejo tanto con los tratamientos del control biológico(*Normuraea* sp y *Beauveria bassiana*) como mediante plaguicidas (Malathion, Regent, Neem) se obtuvo un 100% de mortalidad en los individuos.

Palabras claves: *Tectona grandis*, *Rhabdopterus* sp., daño, biología

¹ Informe de práctica de especialidad para optar por el título de Bachillerato. Escuela de Ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago. 2001.

STUDIES BASICS OF THE DEFOLIATOR *Rhabdopterus* sp. IN PLANTATIONS OF TEAK (*Tectona grandis* L.f.) DE FLOR Y FAUNA S.A. AND BRINKMAN AND ASSOCIATED REFORESTATION OF CENTRAL AMERICA S. A.

Randall Muñoz Vega²

ABSTRACT

Basics studies on the biology, evaluation of the damage, host studies and *in vitro* control tests were carried out on the teak defoliator *Rhabdopterus* sp. (COL., Chysomelidae) on the teak located at Flor y Fauna S.A., San Carlos, Alajuela y Brinkman y Asociados Reforestadores de Centroamérica S.A., Parrita, Puntarenas reforestation companies. The adults of *Rhabdopterus* sp. produce irregular orifices of semicircular shape and curved elongated lines having preference by the tender leaves, reason why the pattern of attack in the plantation as in individual trees is for top downwards and outside inwards. It was determined that the intensity of attack in the trees is directly related to the abundance and dominance of grasses in the site. 48 species of alternating hosts were identified where the adults consumed foliage in some more than in others. The adults have nocturnal habits and during the day they are hidden in the weeds. Larvae live in the ground. The life cycle is complete with three larval stages, the duration of the life cycle oscillates between 39 to 52 days. Several species of fungi were identified as natural enemies: *Normuraea* sp., *Paecilomyces* sp., *Bothryosphora* sp. and *Metarhizium anisopliae*, in addition to mites, spiders and nematodes. In the pests management tests as much as with the treatment for biological control (*Normuraea* sp. and *Beauveria bassiana*) as well as the use of pesticides (Malathion, Regent, Neem) a 100% mortality was obtained.

Keywords: *Tectona grandis*, *Rhabdopterus* sp., damage, biology

² Informe de práctica de especialidad para optar por el título de Bachillerato. Escuela de Ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago. 2001.

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia agradezco profundamente a Dios que ha sido el pilar de mi vida hasta entonces, donde he vivido alegrías y tristezas en esta tierra hermosa, con su voluntad y misericordia siempre he salido adelante y obtenido las metas que me he propuesto.

Agradezco a los empresarios que creyeron en mí para hacer este estudio, por su apoyo e interés para salir adelante. A la familia Huizinga por dejarme realizar el trabajo y darme todo el apoyo logístico para la realización de la práctica en la empresa Flor y Fauna S.A. También al señor Gerardo Rojas gerente financiero de la empresa ECOS S.A., por mostrar su interés en el trabajo e impulsar la realización de este estudio.

Agradezco al Ing. Ricardo Luján de la empresa BARCA S.A., así como el resto del personal, por su interés en este estudio y sus valiosas observaciones durante la estadía en la empresa.

Con toda gratitud a mi tutora la Ing. Marcela Arguedas; por su interés en la realización de este estudio, sin ella no hubiera concluido satisfactoriamente dicho trabajo, pues sus aportes fueron valiosos.

Quiero agradecer al cuerpo docente y administrativo de la Escuela de Ingeniería Forestal, así como a los compañeros de clase y amigos, pues cada uno hizo un aporte en mi formación como persona y futuro profesional con el fin de ser mejor cada día.

Agradezco a todo el personal de planta y administrativo de la empresa Flor y Fauna S.A., al Ing. Mauricio Blanco gerente forestal y Ing. Glen Montes, pues me dieron un espacio para desenvolverme como persona, gracias por su amistad y apoyo durante la realización de este trabajo.

Gracias a los compañeros de residencias, pues compartimos mucho en las buenas y las malas, realmente los veo como una gran familia.

DEDICATORIA

Dedico esto logro a mi madre y hermanos que siempre han creído en mi. Por su apoyo en todo momento. Siempre estaré agradecido con todos ustedes por haberme dado esta oportunidad, los llevo en el corazón.

“Los ganadores se hacen pues la adversidad es el mejor de los maestros, la vida está llena de adversidades, hay que saberla vivir, hay que saber que siempre que hayan metas en la vida siempre va a haber proceso.”

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	iii
ABSTRACT.....	iv
AGRADECIMIENTOS	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
OBJETIVOS	14
OBJETIVO GENERAL.....	14
OBJETIVOS ESPECIFICOS	14
REVISION DE LITERATURA	15
Distribución natural	15
Usos y características.....	16
Problemas fitosanitarios.....	16
METODOLOGÍA	21
Flor y Fauna S.A.....	21
Brinkman y Asociados Reforestadores de Centroamérica S.A. (Barca S.A.)	22
Labores de campo	25
Labores de laboratorio	26
Pruebas de manejo <i>in vitro</i>	32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
Taxonomía	34
Biología.....	34
Comportamiento	35
Hospederos.....	36
Manejo	38
CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE DAÑOS	41
Descripción del daño	41

Continuación página siguiente

Valoración.....	43
Determinación de área foliar dañada	50
HOSPEDEROS.....	51
ESTUDIOS BIOLÓGICOS BÁSICOS	53
Ciclo de vida	53
Enemigos naturales	58
Reproducción y cópula	59
Hábitos alimenticios	59
Otros hábitos	60
PRUEBAS DE MANEJO <i>IN VITRO</i>	62
Control biológico	62
Control mediante plaguicidas	63
Costos.....	64
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
BIBLIOGRAFIA	73

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1... Plagas de insectos de <i>Tectona grandis</i> en Indonesia.	17
Cuadro 2. Problemas fitosanitarios en <i>Tectona grandis</i> en Costa Rica según parte del árbol atacada.	18
Cuadro 3. Descripción de los tratamientos empleados en las pruebas de control mediante plaguicidas, Cartago, 2001.....	33
Cuadro 4. Hospederos de <i>Rhabdopterus</i> sp. en varios países de América, Cartago, 2001.	37
Cuadro 5. Número de árboles de <i>Tectona grandis</i> dañados por <i>Rhabdopterus</i> sp.y el porcentaje de daño en cada índice, Fincas Los Saltos y von Moos, BARCASA , Parrita, Puntarenas. 2001.....	43
Cuadro 6. Número de árboles de <i>Tectona grandis</i> dañados por <i>Rhabdopterus</i> sp.y el porcentaje de daño en cada índice, Proyectos TW III, TW V, TW VI y TWVII, Flor y Fauna S.A., Altamira, Aguas Zarcas, San Carlos, Alajuela. 2001.	45
Cuadro 7. Eficiencia y tiempo de los tres tratamientos aplicados a los adultos de <i>Rhabdopterus</i> sp., Cartago. 2001.	62
Cuadro 8. Eficiencia y tiempo de los cuatro tratamientos aplicados en adultos de <i>Rhabdopterus</i> sp., Cartago. 2001.	63
Cuadro 9. Costos incurridos en la aplicación por hectárea de cada uno de los tratamientos empleados, Cartago. 2001.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árbol con un patrón de taque descrito anteriormente.....	42
Figura 2. La imagen (A) presenta un sitio dominado por gramíneas y la imagen (B) es un rebrote atacado que se encuentra en ese sitio.....	47
Figura 3. Distribución de ataque en los árboles de PPM de <i>Tectona grandis</i> de 8 años de edad, Flor y Fauna, Altamira, San Carlos, Alajuela.2001.	49
Figura 4. Hoja levemente atacada	50
Figura 5. Hoja moderadamente atacada.....	51
Figura 6. Hoja altamente atacada	51
Figura 7. Hoja de <i>Bixa orellana</i> L. altamente atacada	52
Figura 8. Adulto de <i>Rhabdopterus</i> sp.	54
Figura 9. Masa de huevos recién ovopositados.....	55
Figura 10. Larva del primer instar.....	55
Figura 11. Larva del tercer instar.....	56
Figura 12. Individuo de <i>Rhabdopterus</i> sp. en estado pupal.....	57
Figura 13. Adulto de <i>Rhabdopterus</i> sp. ocultándose en la fisura de la corteza.	61
Figura 14. Adulto de <i>Rhabdopterus</i> sp. infestado por <i>Normurarea</i> sp.....	63

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Descripción de los hongos entomopatógenos en <i>Rhabdopterus</i> sp.	77
Anexo 2. Información de las sustancias empleadas en las pruebas de control para <i>Rhabdopterus</i> sp. (Castillo, 1995).....	85
Anexo 3. Aislamiento de un hongo patógeno a partir de individuos de <i>Rhabdopterus</i> sp. (Arguedas, 1999).	89
Anexo 4. Análisis estadístico de las pruebas de manejo <i>in vitro</i> realizadas en el laboratorio.	91
Anexo 5. Formulario de campo empleado en la valoración de daños en las PPM. evaluación de daños por <i>Rhabdopterus</i> sp.....	93
Anexo 6. Datos obtenidos de la valoración del daño por adultos de <i>Rhabdopterus</i> sp. en la finca von Moos, Parrita, Puntarenas. 2001	94
Anexo 7. Datos obtenidos de la valoración del daño por adultos de <i>Rhabdopterus</i> sp. en la finca Los Saltos, Parrita, Puntarenas.2001.....	95
Anexo 8. Datos obtenidos de la valoración del daño por adultos de <i>Rhabdopterus</i> sp. del proyecto TW VI, Altamira, San Carlos, Alajuela. 2001.	96
Anexo 9. Datos obtenidos de la valoración del daño por adultos de <i>Rhabdopterus</i> sp. del proyecto TW VI, Altamira, San Carlos, Alajuela. 2001.	97
Anexo 10. Mapa de la plantación de <i>Tectona grandis</i> en la finca von Moos, Barca S.A., Parrita, Puntarenas. 2001.....	99
Anexo 11. Mapa de la plantación de <i>Tectona grandis</i> en la finca Los Saltos, Barca S.A., Parrita, Puntarenas. 2001.....	100
Anexo 12. Mapa de la plantación de <i>Tectona grandis</i> en el proyecto TW VI, Flor y Fauna S.A., San Carlos, Alajuela. 2001.	101
Anexo 13. Mapa de la plantación de <i>Tectona grandis</i> en el proyecto TW VII, Flor y Fauna S.A., San Carlos, Alajuela. 2001.....	102

INTRODUCCION

Durante los últimos decenios se ha reducido el suministro de maderas provenientes de bosque natural y se ha redoblado el interés en establecer plantaciones de diferentes especies y especialmente la teca (*Tectona grandis* L.f.) en la región centroamericana.

La teca es una de las principales maderas tropicales que se comercian en el mundo, debido a su color, su excelente fibra, durabilidad y facilidad con que se trabaja. Esto hace que la teca se sitúe hoy entre las primeras cinco especies tropicales por la superficie de plantación en todo el mundo (Pandey y Crow, 2000).

En Costa Rica en los últimos años se ha fomentado el interés por la reforestación, motivo por la cual se establecen plantaciones con diferentes especies forestales y con fines comerciales (Ordoñez, 1999). La teca no ha sido la excepción, ya que se ha dado una expansión en el país, por poseer características como: ser una especie de rápido crecimiento, capacidad de adaptarse a diferentes condiciones de sitio, facilidad de someterse a situaciones de manejo de acuerdo a fines netamente productivos.

Debido a la homogeneidad del rodal forestal (plantaciones) tanto en altura como edad, además de mala calidad genética del germoplasma, alta densidad de las plantaciones y mala selección de sitio entre otras, se ha visto un crecimiento acelerado de las poblaciones de plagas y enfermedades que atacan ciertas especies, incluida teca, lo cual interfieren en los rendimientos esperados de la actividad forestal (Hilje, 1990).

Durante los últimos seis años, se han realizado inspecciones para diagnosticar herbívoros y fitopatógenos en plantaciones de teca en Costa Rica (Arguedas, 1999).

Una especie que ha surgido como plaga potencial que ataca la teca es el *Rhabdopterus* sp, perteneciente a la familia Chrysomelidae. Es un defoliador expuesto, que causa orificios en el follaje, disminuyendo la calidad estética y área foliar que afecta directamente la tasa fotosintética de los árboles, lo cual puede incurrir en un retardo del crecimiento, y por ende en pérdidas económicas para las empresas reforestadoras.

Por ello, primeramente es importante conocer las características ecológicas y biológicas del insecto *Rhabdopterus* sp., para que a partir de esa información se puedan plantear métodos de manejo dentro de la modalidad de “Manejo Integrado de Plagas”(Ordóñez, 1999). Basándose en las justificaciones anteriores se plantea realizar el presente estudio.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio básico para la especie insectil *Rhabdopterus* sp. presente en plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.f.) en las empresas Flor y Fauna S.A., San Carlos, Alajuela y Brinkman y Asociados Reforestadores de Centroamérica S.A. (Barca S.A.), Parrita, Puntarenas.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar una búsqueda bibliográfica acerca de la especie *Rhabdopterus* sp. y experiencias de manejo con plagas de la familia Chrysomelidae.
- Realizar estudios biológicos del defoliador *Rhabdopterus* sp. en plantaciones forestales de *Tectona grandis*, ubicadas en las empresas Flor y Fauna S.A. y Barca S.A.
- Evaluar ensayos de manejo en *Rhabdopterus* sp. dentro de la filosofía de Manejo Integrado de Plagas (MIP).

REVISION DE LITERATURA

DESCRIPCION DE *Tectona grandis* L.f.

Distribución natural

Tectona grandis L.f., tiene su origen en Birmania, Tailandia, y alguna parte de la India e Indonesia, entre la latitud 25 ° a 12 ° N y la longitud 104 ° a 73 ° E (Streets, 1962, Mahapol, 1954; Salazar, 1973; Keogh, 1979).

La distribución de la teca se ha determinado por factores como el clima, geología y suelos. La teca se encuentra naturalmente en porciones de India, Myanmar, Birmania, Laos (Indo-China), Indonesia (principalmente en Java) y Tailandia (Kadambi, 1993).

La teca fue plantada a pequeña escala principalmente en el trópico, incluyendo sitios como: este y oeste de Pakistán, este y oeste de África, Central y Sur América, y en muchas islas de los océanos Atlántico, Pacífico e Indico (Kadambi, 1993).

Se ha identificado a Trinidad y Tobago como el primer país del continente americano donde fue introducida la especie en 1913 (Beard, 1943, citado por Ordóñez, 1999). En América Central, se identifican dos procedencias: Tennaserim (Birmania) y en 1926 con un envío de semillas de Colombo (Sri Lanka) al Jardín Botánico Summit de Panamá (CATIE, 1991; Schmincke, 2000).

En Costa Rica, aparentemente las plantaciones de teca más antiguas fueron establecidas por las compañías bananeras en Quepos y Parrita, provincia de Puntarenas. Una vez que estas plantaciones produjeron semilla fueron utilizadas como fuente de germoplasma para el establecimiento en otras zonas, como el caso de la plantación en Bataan, Limón, propiedad del ITCO (ahora Instituto de Desarrollo Agrario), y otras plantaciones de particulares principalmente en las provincias de

Guanacaste, Limón y Puntarenas (Rojas, 1981). En Costa Rica la teca, se ha plantado 25 600 ha en varios lugares del país, incluidos algunos menos favorables por su abundante pluviosidad y sin una clara estación seca, así como en muchas pequeñas explotaciones agrícolas (Schmincke, 2000).

Usos y características

La teca es una de las especies que se siembra en las zonas bajas y húmedas de Costa Rica, para la producción de leña, postes, cortinas rompevientos y madera para construcción (Ordoñez, 1999).

Según Altuve (1986, citado por Chávez y Fonseca (1991), la madera verde de siete años de edad, presenta una densidad de 1.02 g/cm^3 y seca al horno de 0.57 g/cm^3 ; a esta edad tiene un color castaño amarillento que a veces se torna dorado y luego a castaño oscuro.

La madera es catalogada como muy fina y dura, es fácil de trabajar, preservar, secar, su durabilidad natural es muy buena, presenta buena estabilidad dimensional. No es corrosiva, tiene resistencia a las termitas, hongos e intemperie. Tiene un aceite aséptico que la hace muy resistente y la protege de diversos organismos. Debido a las características que se le atribuyen se ha considerado por diversos autores como una de las maderas más valiosas del mundo (Chávez y Fonseca, 1991; Keogh, 1979; Webb, 1979, Little y Dixon, 1969).

Problemas fitosanitarios

Las principales plagas de la teca en Indonesia, se determinaron con base en un estudio de diagnóstico en una plantación experimental que se ha establecido en Kalimantan, esta a pesar de tener un buen crecimiento no produce madera de buena calidad.

A continuación en el cuadro 1 se presenta plagas de insectos identificadas en plantaciones de teca en Indonesia.

Cuadro 1. Plagas de insectos de *Tectona grandis* en Indonesia.

Tipo de daño	Nombre científico	Nombre común	Observaciones
Defoliador	<i>Hyblaea puera</i> (Lepidoptera, Hyblaeidae)	Defoliador de la teca	
	<i>Paliga damastesalis</i> (Lepidoptera, Pyralidae)	Esqueletizador de la hoja de teca	También conocido como: <i>Eutectona</i> , <i>Pyrausta</i> o <i>Hapalia machaeralis</i>
	<i>Valanga nigricornis</i> (Orthoptera, Acrididae)	Saltamontes	
Barrenador corteza y xilema	<i>Neotermes tectonae</i> (Isoptera, Kalotermitidae)	Inger-inger	Única plaga de Indonesia
	<i>Xyleutes ceramica</i> (Lepidoptera, Cossidae)	Perforador hueco de la abeja	
	<i>Xyleborus destruens</i> (Coleoptera, Scolytidae)	Escarabajo de ambrosia	Plaga de tamaño pequeño
	<i>Zeuzera coffeae</i> (Lepidoptera, Cossidae)	Perforador rojo	En árboles jóvenes

Fuente: Nair, 2000.

Según Tewar (1996), cerca de 15 especies de crisomélidos fueron reportados como defoliadores de la teca en Myanmar y India respectivamente, estos son: *Colasposoma asperatum* Lefevre y *C. downesi* Baly (Chrysomelidae). *Nodostoma bhaoense* Jacoby y *Sebaethe brevicollis* Jacoby, son consumidores casuales en Norte y Sur de India. El resto de las 11 especies son de menor cuidado como plagas de la teca, lo cual tienen menor importancia con respecto a las anteriores. Similarmente los gorgojos *Astycus laterales* Fabricius y *A. aurovittatus* Heller fueron reportados como defoliadores casuales de la teca en Myanmar y India respectivamente. *Crinorrhinus approximans* Marshall es otra especie de gorgojo, que se ha reportado en Madhya Pradesh (India). Los escarabajos, e.g. *Adoretus*

epipleuralis Arrow, *Apogonia clypeata* Moser, *A. granum* Burmeister, *A. nigricana* Hope y *Holotrichia tuberculata* Moser, se han observado defoliando teca en Myanmar. Esta población de escarabajos comienza su actividad en las hojas durante la noche.

Durante los últimos seis años, se han realizado inspecciones para diagnosticar herbívoros y fitopatógenos en plantaciones de teca en Costa Rica; hasta la actualidad se han identificado 12 especies de insectos, 11 patógenos, un muérdago y un vertebrado. (Arguedas, 1999).

Cuadro 2. Problemas fitosanitarios en *Tectona grandis* en Costa Rica según parte del árbol atacada.

Parte del árbol atacada	Insecto	Patógeno
Plántula		<i>Pseudomonas</i> sp. <i>Fusarium</i> sp.
Brotes		<i>Phomopsis</i> sp. <i>Nigrospora</i> sp.
Follaje	<i>Atta</i> sp. (Formicidae, Hym) <i>Disentria violacens</i> (Nodontodidae, Lep) <i>Hyblaea puera</i> (Hyblaeidae, Lep) <i>Sp. no.id</i> (Geometridae, Lep)	<i>Cercospora</i> sp. <i>Pestalotia</i> sp. <i>Phomopsis</i> sp. <i>Pseudoepicocum tectonae</i>
Ramas Fustes	<i>Edessa</i> sp. (Pentatomidae, Hem) <i>Euplatypus parallelus</i> (Scolytidae, Col) <i>Neoclytus cacticus</i> (Cerambycidae, Col) <i>Plagiohammus spinipennis</i> (Cerambycidae, Col) <i>Xyleborus affinis</i> (Scolytidae, Col) <i>Xylandrus crassiusculus</i> (Scolytidae, Col) <i>Sp. no.id</i> (Sessidae, Lep)	<i>Agrobacterium tumefaciens</i> <i>Botryodiplodia</i> sp. <i>Nectria nauritiicola</i>
Raíz	<i>Phyllophaga</i> sp. (Scarabaeidae, Col)	<i>Aphelenchus</i> sp. <i>Fusarium oxysporum</i>

Fuente: Arguedas, 1999.

La mayor parte de los problemas mencionados se presentan en forma esporádica produciendo daños menores, cuya detección temprana permite manejarlos adecuadamente. El problema que se considera potencialmente más severo, son las defoliaciones producidas por las larvas de *Hyblaea puera*.

Rhabdopterus sp.

Esta especie de insecto esta clasificada taxonómicamente dentro de la familia Chrysomelidae y subfamilia Eumolpinae.

La mayoría de los crisomélidos viven en diversos hábitat, ya sea, terrestres, acuáticos o subacuáticos, siendo así que esta es una de las familias dentro del orden coleóptero más grandes con aproximadamente 50.000 especies descritas por todo el mundo en 19 subfamilias. Ubicándola en un segundo lugar en términos de abundancia después de la familia Curculionidae; duplicando la riqueza de las especies de pájaros y mamíferos. En Norteamérica, hay 1.481 especies distribuidos en 188 géneros (Biodiversity).

Los Eumolpínidos son grupo grande de aproximadamente 3.500 especies en todo el mundo. La mayoría de las especies tienen coloración metálica. Los adultos ponen sus huevos en grietas del suelo. Las larvas se alimentan de raíces, alimentándose a menudo en grupos a una profundidad de 5-10 centímetros del nivel del suelo. La mayoría de las especies estudiadas son polípagas. Los adultos pueden alimentarse de una variedad amplia de plantas (Biodiversity). La descripción de esta especie a nivel de género se describe posteriormente en los resultados.

En Costa Rica, específicamente en Altamira, Aguas Zarcas, San Carlos; en la empresa Flor y Fauna, hace aproximadamente cuatro años se había dado una infestación por parte de este insecto desfoliador.

METODOLOGÍA

UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en las plantaciones de las empresas reforestadoras: Flor y Fauna S.A. y Brinkman y Asociados Reforestadores de Centroamérica S.A. (Barca S.A.).

Flor y Fauna S.A.

Las plantaciones están establecidas en la Zona Norte de Costa Rica, específicamente en Altamira de Aguas Zarcas, San Carlos, Alajuela. Este estudio se realizó desde el 22 de agosto hasta 30 de noviembre del 2001. El área en estudio se encuentra ubicada dentro de la zona de vida Bosque Húmedo Tropical.

Clima y zona de vida de las plantaciones

De acuerdo al Instituto Meteorológico Nacional de la Estación Los Llanos en San Carlos (Madrigal ,1995), registra una precipitación promedio de 3076.7 mm, con uno o dos meses secos bien definidos, durante la época húmeda se presentan dos picos de precipitación; el primero durante el mes de julio y el segundo durante el mes de octubre. Donde la temperatura presenta un promedio anual de 25.6 °C, con una máxima de 31.4 °C y una mínima de 20.2 °C (Madrigal, 1995).

Topografía de las plantaciones

La investigación se efectuó en cuatro proyectos principalmente: Teakwood VI con una edad de 8 años y Teakwood VII con 7 años; las cuales se encuentran divididos por lotes. Estos sitios se caracterizan por tener pendientes que oscilan de 0 a 5 % con una elevación de 60 a 150 m. Cuentan con gran cantidad de áreas anegadas,

ríos internos que se unen para desembocar al Río Caño Negro, también existen gran cantidad de drenajes. Estos sitios anteriormente estaban dedicados a la ganadería (Madrigal, 1995).

En los proyectos Teakwood III con 11 años y V con 9 años, se realizaron solamente evaluaciones de daño realizado por el insecto *Rhabdopterus* sp., estos sitios se caracterizan por presentar pendientes de que van de 0 a 40% y una elevación de 90 a 180 m, se encuentran divididos por una extensa zona anegada, lo cual provoca que dentro del proyecto se identifiquen varios bloques, alrededor de los proyectos hay fuentes hídricas importantes que se unen al Río Caño Negro (Blanco, 1996). Estos sitios anteriormente estaban dedicados a ganadería y otros sin uso.

Brinkman y Asociados Reforestadores de Centroamérica S.A. (Barca S.A.)

Posee plantaciones de teca establecidas en zona de Parrita, específicamente en la finca Los Saltos, Parrita, Puntarenas. El estudio se realizó del 6 al 10 de noviembre del 2001.

Clima y zona de vida de las plantaciones

El clima de la zona, según Herrera (1985), se clasifica como “clima húmedo, muy caliente, con déficit moderado de agua (F2)”. Las características de F2 son:

Precipitación (mm)	entre 3080 y 3420
Temperatura media anual (°C)	entre 25 y 27
Índice de aridez (%)	Moderado
Estación seca	finales de diciembre hasta principios de abril

Las estaciones meteorológicas más cercanas son: Estación Fincas Ángeles del Instituto Meteorológico Nacional (IMN), a unos 6 Km al sudeste de la finca y a una elevación de 5 m. El promedio anual de precipitación (34 años) es de 2 999.4 mm. La otra estación, propiedad de Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), Estación Playón, se ubica a unos 8 Km al noreste de la finca y presenta una elevación de 65

m. Esta estación reporta un promedio (registro de 14 años) de precipitación anual de 3 616.8 mm y una temperatura media de 26.2 °C, con un máximo de 31.2 °C y un mínimo de 20.8 °C. Además, en esta estación se registra un promedio de humedad relativa de 84%.

Considerando los datos meteorológicos representativos del área, y la elevación y latitud de la finca, Los Saltos se califica como Bosque húmedo Tropical según el diagrama de clasificación de zonas de vida de Holdridge. Tomando en cuenta lo reportado por la Estación Playón donde se reporta mayor precipitación, la finca se podría ubicar cerca de la transición a bosque muy húmedo tropical (Luján, 1997).

Topografía de las plantaciones

El sector sur de la finca es el área con la topografía más plana. En este sector predominan las pendientes menores al 15%. Cerca del corral y casa se ubican varios sectores donde se forman pequeñas áreas (por lo general menores 20 m de ancho) de mal drenaje donde bajan las quebradas tributarias del Río Jicote. Igual condición se presenta al sureste donde se pueden observar pequeños meandros con pequeñas secciones de mal drenaje.

En la parte oeste predomina una topografía de moderadamente ondulada a ondulada con pendientes entre 10% y 30%, con la excepción de los causes de quebradas que alcanzan pendientes mayores al 60% y áreas de laderas cortas donde las pendientes se ubican entre 35% y 50%. Estas laderas cortas no corren por mas de 50 m y por lo general son de 20 a 40 m de distancia sobre la pendiente.

En la sección central de la finca, se encuentran lomas con cimas redondeadas y partes planas en la base y crestas de las lomas. Las laderas de las lomas por lo general son cortas (menores a 50 m de distancia sobre la pendiente), con pendientes predominantes menores al 50%. En general el paisaje de este sector de la finca es

de ondulado a fuertemente ondulado. Como el resto de la finca, las partes escarpadas con las áreas de quebradas arboladas (bosques secundarios), que corresponde a las zonas de protección.

En el sector norte de la finca, el paisaje es ondulado, predominando pendientes entre 15 y 30%. Existen pequeñas áreas, de alrededor de 1 ha o menos, con pendientes entre los 30 y 50 % y pequeñas quebradas con pendientes superiores al 50%.

Al este la topografía es similar a la parte central de la finca, a excepción del lindero este, que está limitado por un brazo del Río Jicote y que presenta una topografía escarpada.

El estudio en este caso se basó en la evaluación de daños realizados por el insecto a nivel foliar con el fin hacer comparaciones entre las dos zonas.

BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

Se realizó una búsqueda bibliográfica acerca de la especie *Rhabdopterus* sp. en revistas, libros, documentos técnicos provenientes del CATIE u otros organismos académicos, además en base de datos e internet. Esta información se analizó y se resumió en una monografía sobre esta especie. Paralelamente se sistematizó la información de experiencias de manejo con plagas de la familia Chrysomelidae, preferiblemente en plantaciones forestales.

ESTUDIOS BÁSICOS DE *Rhabdopterus* sp.

Labores de campo

Programa de inspecciones

Caracterización del daño

Para realizar la caracterización de daños causadas por el insecto se hizo un recorrido general por los lotes mayormente atacados.

Basándose en las observaciones de campo se describió el daño causado por *Rhabdopterus* sp. en las hojas de teca. Además, se utilizó una metodología para cuantificar el daño causado en los árboles en pie, esta se describe más adelante.

Observaciones biológicas

Una vez seleccionados los sitios se establecieron parcelas de 1x1 m cada 10 m en forma continua, esto con el fin de tomar muestras de suelo para la obtención de inmaduros.

Para observar el comportamiento y hábitos (forma de alimentación, cópula, desplazamiento y otros) de los adultos, se hizo un recorrido alrededor de las parcelas de 1X1 m que se habían establecido, observando rebrotes del tocón del raleo y de los puntos de poda.

Estos sitios deben de ser similares tanto en edad como condiciones de sitio para evitar la influencia de microclimas en los datos.

Dichas observaciones se realizaron en dos períodos, al terminar la tarde y comenzar la noche y al terminar la noche y comenzar el día, ambos de tres horas.

Recolección de especímenes

Se realizaron recorridos en las áreas seleccionadas, con el fin de tomar una muestra de la población de los especímenes adultos que se encuentran atacando el follaje de los rebrotes. Esto se realizó con la ayuda de un foco de alta intensidad para la localización, facilitando la recolección pues esta se hizo manualmente.

Posteriormente se introdujeron los especímenes en bolsas plásticas, en grupos de doce a quince individuos con follaje fresco y tierno como fuente de alimento, estos especímenes fueron transportados al respectivo laboratorio.

Con respecto a la recolección de los especímenes inmaduros se tomó una muestra de suelo dentro de cada parcela donde existiera mayor ataque, formando un bloque de 20 x 20 cm y con una profundidad de 10 cm; el cual se extrajo con la cobertura vegetal. Seguidamente se introdujeron en bolsas plásticas para ser trasladadas al laboratorio, estos bloques fueron protegidos de la lluvia y rayos solares con el fin de no perder los inmaduros.

Labores de laboratorio

Determinación de métodos de crianza

Para la determinación de métodos de crianza se utilizaron dos métodos:

El primero consiste, en la agrupación en bolsas plásticas de los adultos recolectados para que se definan las parejas. Luego éstas se aislaron en platos Petri donde se colocaba un sustrato de tierra en la base y/o también papel filtro, con el fin de obtener huevos y esperar hasta que eclosionen.

El segundo consistió en buscar los inmaduros en las muestras de suelo que se trajeron del campo. Para la extracción de las larvas, se utilizó un tamiz de 2 mm. Se

toma una parte de la muestra para lavarla con agua, colocada una bandeja por debajo del tamiz se recoge lo que pasa, y por flotación se visualizan las larvas con la ayuda de una lupa, luego con un pincel se recoge la larva está se coloca sobre un plato Petri provisto de un sustrato de tierra en la base y/o también papel filtro.

Una vez obtenidas las larvas se utilizaron dos métodos de crianza como:

- a. Bandejas de plástico: son aquellas que se utilizan para hacer cubos de hielo, son rectangulares con 16 celdas de 4.7 x 3 cm y 3.5 cm de profundidad; en las celdas se colocó suelo esterilizado hasta el nivel de las celdas, luego se colocaron semillas de gramíneas en la porción de suelo, una vez germinadas; se colocaron cinco larvas en 4 celdas.
- b. Cajas plásticas: cajas cuadradas con dos tapas plegadas a un lado, con una dimensión de 12 x 12 cm y una profundidad de 8 cm, posteriormente se llenó con suelo esterilizado a un nivel de profundidad de 4 cm, luego se colocaron cinco larvas por caja, donde hay gramíneas germinadas en la porción de suelo.

El suelo para realizar el proceso de crianza debe ser de textura franca con un contenido de humedad de 22% aproximadamente para desagregarlo y luego pasarlo por una malla de 0.5 cm. Posteriormente, se sometió a una temperatura de 33 °C por 24 h, por medio del método de insolación para desinfectar suelos. El suelo desinfectado se extendió en una capa de 3 cm de grosor, 48 horas o más para permitir la eliminación de gases tóxicos que causen la muerte a las larvas.

Una vez que se ha preparado el suelo se siembra las semillas del hospedero en este caso gramíneas, se corta la parte aérea para que no se de descomposición y evitar contaminación de ácaros.

Una vez que se obtienen las pupas se deben de mantener a una temperatura de 23-24 °C y un contenido de humedad de 22-25% constantes, esto para optimizar su desarrollo, a fin de obtener los adultos.

Crianza

Se colocan las larvas del primer instar en el sustrato a una temperatura de 25-26 °C. Se chequea dos veces a la semana, pues entre menos se manipulan el desarrollo es mejor.

En este proceso se realizan observaciones de los diferentes cambios de los individuos entre instares con respecto al tiempo, así como comportamiento general, y factores de mortalidad. Además se les suministrará el alimento necesario siempre fresco, hasta llegar al estado adulto.

Factores de mortalidad

Para determinar los factores de mortalidad se tomaron los adultos muertos que se habían aislado para obtener parejas en platos Petri y cajas plásticas, también los que se utilizaron en las pruebas de determinación de hospederos. Estos se colocaron en platos Petri con papel filtro en la base hasta que los diferentes agentes de mortalidad como nematodos, hongos entomopatógenos y ácaros, se observaran con la ayuda de un estereoscopio. Con las larvas muertas se les hizo el mismo procedimiento.

Para favorecer el crecimiento de los hongos entomopatógenos se realizaron dos métodos:

Cámara húmeda

Primero se coloca el insecto infectado en un recipiente de plástico con tapa, se coloca una base de papel para mantener la humedad y con una temperatura alrededor de los 29 °C, con el fin de obtener las condiciones favorables para que el hongo desarrolle sus estructuras sexuales como esporas.

Medios de cultivo sólidos

Se utilizó como medio de cultivo P-D-A (papa-dextrosa-agar). Para su preparación se miden 1000 ml de agua, 200 gr de papa, 20 gr de dextrosa y 15 ml agar.

Posteriormente se hierva los 200 gr de papa con los 1000 ml de agua, el caldo que se produce se utiliza para el medio. Luego en el caldo se disuelve el agar y dextrosa, a una temperatura baja y con movimiento continuo.

Una vez que se ha obtenido un líquido espeso, se pasa a un Elenmeyer, y posteriormente se coloca en la autoclave por 15 minutos a una presión de 15 lb y 270 °F de temperatura para esterilizar el medio. Después de que se termina el tiempo se deja que se baje la presión y temperatura, el medio se deja enfriar por 10 minutos. También se esterilizan los platos Petri que se van a utilizar.

Aislamiento del hongo

En una cámara de transferencia, se coloca el medio de cultivo y los platos Petri, para realizar el chorreo de 4 ml de medio en cada plato, el medio se solidificará en los platos Petri.

Posteriormente se toma parte del hongo entomopatógeno desarrollado en el insecto y se coloca en el medio. Para hacer el paso anterior, primero se toma un aza y se coloca en la llama del mechero hasta que tome una coloración roja esto garantiza que no hay contaminación en el aza. Una vez el aza esterilizada y fría se toma una porción de inóculo y se deposita en el medio. Se colocan tres micro-muestras por plato Petri con el fin de tener un cultivo puro.

Para obtener el cultivo puro es necesario hacer tres micro-muestras del hongo entomopatógeno provenientes del plato Petri de crecimiento inicial (Arguedas, 1999).

Identificación

Para la identificación de entomopatógenos y parasitoides que se encuentren en los individuos muertos tanto en estado larva como adulto (en caso de no ser identificados en el Laboratorio del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR)) se enviaron las muestras al Instituto Nacional de Biodiversidad (InBio), al museo de Insectos de la Universidad de Costa Rica (UCR) y al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

Determinación de hospederos

Se buscó en las zonas protegidas de red de drenajes y sectores de bosque aledaños a las plantaciones, hojas de potenciales hospederos nativos con evidencia de cicatrices típicas y similares a las que se encuentran en las hojas de teca atacadas por los adultos de *Rhabdopterus* sp.

Se tomaron muestras frescas de los potenciales hospederos y se colocaron en cajas plásticas con dos adultos, esto con el fin de determinar si se alimentaban del posible hospedero en estudio.

Evaluación de daños

Esta valoración se realizó en las fincas de ambas empresas involucradas en el estudio.

En ambas se utilizaron las parcelas permanentes de muestreo (PPM) de cada uno de los proyectos manejados. Para el caso de las PPM de las fincas de Barcasa, éstas

son circulares con un radio de 11.28 m con una área de 400 m² y para el caso de las PPM ubicadas en Flor y Fauna son rectangulares con una área de 625 m².

Las variables medidas en cada parcela fueron:

Altura total: esta variable se midió con una pistola Haga (m).

Índice de daño: se estableció la siguiente categorización para evaluar el daño producido por el insecto en el follaje del árbol.

- 0 = árbol sin daño
- 1 = 1 a 25% de follaje dañado
- 2 = 26 a 50% de follaje dañado
- 3 = 51 a 75% de follaje dañado
- 4 = 76 a 100% de follaje dañado

Durante el levantamiento de la información se verificó que las parcelas sean similares en edad para ambos lugares con el fin de facilitar la comparación tanto cualitativa como cuantitativa.

Determinación del área dañada

Para la determinación del área consumida por los adultos de *Rhabdopterus* sp. en hojas de teca se dividió en tres categorías: leve, moderada y alta.

Para ello se tomaron seis hojas por tipo de categoría y con papel milimétrico se dibujaron las hojas completas y luego los espacios consumidos, posteriormente se contaron los cuadros de los espacios no consumidos.

Pruebas de manejo *in vitro*

Recopilación y análisis de experiencias

Se buscó información acerca de métodos empleados para el control y manejo de *Rhabdopterus* sp., las cuales se incluyeron en la monografía.

Selección y aplicación de métodos

Control biológico

Para esta prueba se utilizaron tres tratamientos con cuatro repeticiones (platos Petri) de cinco con adultos colocando hojas de teca para que la falta de alimento no sea un factor de mortalidad. Los tratamientos fueron:

a. *Beauveria bassiana*.

Se utilizó la cepa procedente del MAG, se prepararon 25 gramos de producto (mezcla de micelio, conidios y arroz) en 0.5 litros de agua hervida; se separó la solución una vez agitada por medio de tamiz y luego se le agregaron dos gotas de humectante-penetrante. La solución se aplicó con una bombilla de aire directamente sobre los individuos.

b. *Normuraea* sp.

Este hongo se aisló a partir de individuos infestados extraídos del campo. Se preparó una solución de una porción del hongo (mezcla de micelio y conidios) en 0.5 litros de agua hervida. Luego se aplicó la solución sobre los individuos. La solución se aplicó con una bombilla de aire directamente sobre los individuos.

c. Testigo

En este caso solo se aplicó agua destilada sobre los adultos, para observar su mortalidad natural, y así poder compararlo con los tratamientos anteriores.

Control mediante plaguicidas

Se aplicaron cuatros tratamientos para comprobar la efectividad de los mismos sobre los adultos de *Rhabdopterus* sp. Para esta prueba se utilizaron cuatro repeticiones con cinco adultos en platos Petri, provistos de hojas de teca; para que la falta de alimento no sea un factor de mortalidad. La solución se aplicó con una bombilla de aire directamente sobre los individuos adultos, simulando una aplicación real de campo.

En el cuadro 3 se describe las características de los tratamientos empleados en las pruebas de manejo.

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos empleados en las pruebas de control mediante

Nombre genérico	Nombre comercial	Grupo químico	Modo de acción	Formulación	Dosis cc/l
Malation	Malathion	Organofosforado	contacto estomacal respiratorio	diethyl succinato 56% inertes 44% p/p	5
Fipronil	Regent 20 SC	Pirazol	contacto	carbonitrillo 20% inertes 80%	0,5
Azadiractina	Neem-x 3 EC	Botánico	ingestión contacto	Azadiractina 3% inertes 97 %	0,5
Nonoxinol	WK 85 SL	Penetrante	contacto	nonoxinol 85% inertes 15%	0,05

plaguicidas, Cartago, 2001.

Fuente: Comercio local

Posteriormente se realizó el análisis estadístico con la ayuda de un “software” llamado Stadistix.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

MONOGRAFÍA DE *Rhabdopterus* sp.

Taxonomía

Rhabdopterus sp., comúnmente conocido como el “El barrenador de raíces del Arándano” o “Vaquita de la teca” pertenece al orden Coleoptera, familia Chrysomelidae y subfamilia Eumolpinae (Inbio).

Biología

Adultos

Los escarabajos son pequeños, compactos, robustos, de forma óvalo-alargada, con un color verde oscuro que tiende a ennegrecerse con un brillo metálico. Con una longitud de 4-5 mm y 3-4 mm de ancho y con las antenas bastante largas. Los ángulos anteriores del tórax son finos y dirigidos hacia afuera y su prosterno es simple; las patas son rojizo claro, presentan un espacio ancho entre las coxas delanteras y la tibia media es arqueada (Bell, 1996; Inbio).

Los escarabajos son muy difíciles de encontrar porque se alimentan en la noche, y durante el día, se ocultan en grupos dentro de hojas enrolladas, así como debajo de los escombros de la tierra, generalmente cerca del hospedero (Briceño *et al.*, 1998; Bell, 1996).

Huevos

Los huevos son ovopositados en las grietas que se encuentran en la superficie del suelo, el período de ovoposición es de 10 días (Biodiversity).

Según Oliver y Chapin (1980), el estado embrionario dura aproximadamente 10 días, donde cerca de 150 huevos son colocados por hembra; la hembra muere después de haberse completado la ovoposición.

Larvas

Las larvas son blancas con una línea longitudinal oscura y la cabeza color marrón con mandíbulas bien desarrolladas. Se alimentan de las raíces de arándanos y gramíneas aproximadamente 5-10 centímetros debajo de nivel del suelo a menudo en grupos (gregarias). El terreno donde se va cultivar ya puede estar infestado dependiendo de la cantidad y especies de malezas (Biodiversity; Blueberry).

Pupas

Hasta la actualidad no se ha encontrado información acerca del estado de pupa, lo único que se ha registrado es que las pupas permanecen enterradas en el suelo durante el periodo seco (Briceño *et al.*, 1998).

Duración del ciclo de vida

Con respecto a la duración del ciclo de vida no se ha encontrado información, lo que se ha reportado es que tiene una generación al año. Se ha reportado que algunos individuos han requerido 2 años para desarrollarse (Oliver y Chapin, 1980).

Comportamiento

Hábitos alimenticios

El daño que hace este escarabajo tiene signos característicos. La mayoría de los daños son de forma elongada en curva y orificios irregulares en semicírculo con un largo generalmente de menos de 1.27 cm y 0.16 cm de ancho, los agujeros son

líneas curvadas que van hacia adentro de la lámina foliar, tienen una preferencia por las hojas tiernas. Este daño, cuando es severo, disminuye el área foliar hasta causar lesión desde el punto de vista estético (Bell, 1996; Oliver y Chapin, 1980).

La literatura señala que los escarabajos se alimentan de hojas nuevas, donde se ha observado una sincronía cuando emergen los adultos de la pupa con la entrada de las lluvias y el lanzamiento de los brotes foliares de los árboles (Benton, 1984).

Hospederos

Las especies del género *Rhabdopterus* tienen una amplia variedad de hospederos, por lo que se consideran especies polífagas.

En el cuadro 4, se presenta los hospederos reportados en algunos países de América.

Cuadro 4. Hospederos de *Rhabdopterus* sp. en varios países de América, Cartago, 2001.

País	Tipo de vegetación	Nombre científico	Nombre común
Estados Unidos	Plantas	<i>Philadelphus</i> sp.	Cornejo inglés
Louisiana	Ornamentales	<i>Camellia japonica</i> L.	Camelia
		<i>Camellia sasanqua</i> Thunberg.	Sasanqua
		<i>Ilex vomitoria</i> Aiton.	yaupon
		<i>Ilex crenata</i> Thunberg	Acebo
		var. <i>compacta</i>	
		<i>Ilex cornuta</i> Lindl	Acebo
		var. <i>Burfodi</i>	
		<i>Ilex cornuta</i> Lindl	Acebo
		var. <i>rotundi</i>	
		<i>Viburnum japonicum</i> Sprendel	Viburnum
		var. <i>macrophyllum</i>	
		<i>Rhododendron</i> spp.	Azalea
		<i>Myrica cerifera</i> L.	Árbol de la cera
		<i>Prunus caroliniana</i> Aiton.	Laurel cerezo
		<i>Photinia</i> spp.	Photinia
		<i>Acer saccharinum</i> L.	Arce del Canadá
		<i>Koebreuteria formosana</i> Laxmann.	Lluvia dorada
		<i>Platanus occidentalis</i> L.	Plátano
		<i>Spirea alba</i> DuRoi.	Spirea
		<i>Rosa</i> sp.	Rosa
Estados Unidos	Sotobosque	<i>Parthenocissus quiquefolia</i> L.	Trepadora de Virginia
Sureste, Louisiana		<i>Smilax</i> spp.	brezo verde
		<i>Myrica cerifera</i> L.	Arbol de la cera
		<i>Carya leiodermis</i> Sarg.	Pacana-nogal
		<i>Quercus marilandica</i> Muenchh.	Roble
		<i>Quercus falcata</i> Michaux.	Roble rojo del Sur
		<i>Quercus stellata</i> Wang.	Roble
		<i>Vitis aestivalis</i> Michaux.	Uva silvestre
		<i>Vitis rotundifolia</i> Michaux.	Muscadina silvestre
		<i>Rubus</i> spp.	Zarzamora
		<i>Magnolia virginiana</i>	Magnolia de Virginia
		var. <i>australis</i> Sarg.	
		<i>Hamamelis virginiana</i> L.	Avellano de la bruja
		<i>Rhus glabra</i> L.	Alise zumaque de la hoja
		<i>Rhododendron</i> sp.	Azalea silvestre
		<i>Symplocos tintoria</i> (Garden) L'Her.	Azúcar del caballo
		<i>Sassafras albidum</i> (Nuttall) Ness.	Sassafrás
Venezuela	Plantación	<i>Eucalyptus</i> sp.	Eucalipto
Portuguesa, Mérida	Forestal		
Brazil	Cultivo	<i>Theobroma cacao</i>	Cacao
Altamira, Pará			
Costa Rica	Cultivo	<i>Coffea arabiga</i>	Café
Valle Central			

Fuente: (Briceño,1975; citado por , Briceño *et al*, 1998; Bicelli *et al.*, 1989; Vargas, 1979; Oliver y Chapin (1980).

Manejo

Control cultural

En Louisiana (USA); para reducir el daño realizado por los adultos de *Rhabdopterus* sp. en arándano se han utilizado dos métodos como las siguientes: el primero es cubriendo las eras o camas de crecimiento de las plantas con un plástico negro sobre la superficie del suelo, con ello se controla que las hembras no entren al suelo para ovopositar y así los huevos se queden en la superficie del plástico. El segundo método es haciendo una reducción de la sombra, aumentando así la exposición de la luz solar hasta la superficie, además de remover la acumulación de hojarasca y residuos vegetales; esta práctica contribuye significativamente a disminuir el daño causado por adultos de *Rhabdopterus* sp. (Oliver y Chapin, 1980).

Quitar la vegetación alrededor del perímetro de camas destruye las malas hierbas que pueden servir como hospederos alternos para los adultos del insecto. El pasar la tierra por un tamiz para utilizarla como sustrato en las camas puede reducir infestaciones de las larvas en el arándano, del gusano verde, y del gusano de punta del arándano. El tamizar la tierra también realza la eficacia de insecticidas a una localización donde no se de interferencia del insecticida que queda atado al coloide de la materia orgánica en la superficie de la cama cuando haya presencia de una actividad larval ([insect pests](#)).

La utilización en New Jersey (USA) del método de flotación, que consiste en inundar las áreas cultivadas por varias horas para el control de larvas de *Rhabdopterus* sp. se ha aplicado por los cultivadores del arándano retrazando la aparición de signos de un ataque en las plantas. Las plagas del arándano controlados por este método son: el gusano de la fruta del arándano, gusano cortador, el gusano falso, el gusano verde, gusano fuego y ácaros. Estas especies terrestres y de habitad subterráneo en algún estado de su ciclo de vida, no están bien adaptadas para la supervivencia cuando están sumergidas en el agua por períodos largos. En Nueva Jersey, la

sincronización con las lluvias al finalizar el invierno que se da sostiene hasta principios mayo, afecta directamente las poblaciones de las larvas. Los nuevos cultivadores de Nueva Jersey ahora están trazando el agua por lo menos 2 a 3 semanas antes de finalizar el invierno ([insect pests](#)).

Control biológico

Nematodos que parasitan a insectos inmaduros y adultos, están comercialmente disponibles para el uso en las camas de tierra para cultivar el arándano para el control de las larvas y adultos de *Rhaddopterus* sp. Estos nematodos se adaptan bien al ambiente de la zona radical en el arándano; es decir, la humedad alta del suelo, la carencia de la luz del sol directa, y temperatura cálida. Las especies comercialmente disponibles de nematodos recomendadas para los cultivos de arándano incluyen: *Steinernema carpocapsae* y *Heterohabditis bacteriophora* para el adulto y *H.marelatus* para el inmaduro. Los nematodos de *Steinernema carpocapsae* y el *S. glaseri*, se formulan para la aplicación en 1 a 3 mil millones por acre. Una o dos aplicaciones son generalmente suficientes. Los nematodos se pueden aplicar a través de rociadores o aspersores y aerosoles de aire. Tres por ciento del área cultivada nacional del arándano reciben tratamientos con nemátodos (Insect pests)

Control mediante plaguicidas

En cafetales de Costa Rica, específicamente en las zonas de Heredia y Alajuela, en donde se habían dado infestaciones fuertes en los rebrotes de la poda y resiembra. En caso de fuertes infestaciones se recomendó la aplicación de soluciones líquidas para 15 l los siguientes productos: Volatón 50% CE con una dosis de 30cc, Thiodan 35% CE de 30-40cc, Sevimol 3 60-75 cc, Decis, 2.5 con 9cc, Belmark 30% CE con 9cc, Ambush 25% CE con 9cc. A base de enpolvoreos con una dosis de 20-30 Kg/ha: Sevin 5% p, Metil parathion 2% p., Thiodan 3% p., Malathion 5% p. Si fuera necesario, se puede repetir la aplicación dos semanas después. También pueden dirigirse aplicaciones en solución, al pie de las plantas, contra las larvas que están

debajo del suelo. Para esto debe usarse buena cantidad de agua para una bomba de 15 litros, en mezcla con los siguientes insecticidas: Volatón 50% CE de 35-40cc, Lorsban 4 E de 35-40cc, T Kuthion 5% CE de 30-40cc, Ekalux 25% CE de 60-75cc y Furadán 4 F DE 35-40cc. Estas aplicaciones deben hacerse durante los meses de agosto, septiembre y repetirse entre noviembre y diciembre con el fin de obtener mejores resultados (Vargas, 1979).

El diazinon 14G fue colocado previamente en una escritura de la etiqueta de la sección 24(C) solamente para el control de las larvas de la especie *Rhabdopterus* sp. en el arándano, aplicadas en 3 libras a.i./A. El diazinon 14G de Novartis (Geigy) se prohibió el uso en los cultivos de arándano; sin embargo, el diazinon G14 de UAP se etiqueta actualmente como 24(C), bajo registro local especial por la necesidad en el control de la larva en Nueva Jersey. En Wisconsin, esta formulación granular no se puede aplicar por el aire, o a 10 pies de zanjas, y se limita a una aplicación por año. Dos aplicaciones de la formulación granular se permiten en otros estados, con un intervalo de siete días antes de la cosecha en todas las áreas. El diazinon se aplica hasta un el 64% del área cultivada nacional (Insect pests).

Las piretrinas son insecticidas botánicos de contacto derivados de las flores del *Chrysanthemum cinerariaefolium*. Este insecticida se coloca para el control de insectos numerosos en 1 - 3 libras a.i./A sin la restricción de la cosecha. Se combina a menudo en mezclas del tanque con otros insecticidas para un control más rápido y mejor donde la resistencia del insecto puede ser un problema. Los piretrinas se utilizan en 40% de los acres nacionales del arándano (Insect pests).

CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE DAÑOS

Descripción del daño

El ataque de la plaga aparece relacionado con características que se encuentren en la plantación como: apertura del dosel, presencia de rebrotes, ya sea, por raleo y poda y presencia de hierbas en abundancia.

A nivel de rodal el patrón de ataque se da desde los árboles que se encuentran en la orilla ya sea, de un claro, camino, área anegada u otra área abierta con presencia de gramíneas son los que se ven mayormente afectados que con respecto a los que se encuentren ubicados en el centro del rodal. Esto es debido a que el insecto adulto se desplaza desde su nicho en que se encuentra (malezas) hacia las hojas tiernas principalmente de los árboles.

Ahora bien, dividiendo una plantación en tres estratos donde: el estrato 1 corresponde a los rebrotes que salen de la base del árbol y del tocón después del raleo, el segundo estrato corresponde de la primera rama hasta $\frac{3}{4}$ partes de la altura del árbol y el último estrato corresponde a la copa.

En lotes abiertos, donde las copas no se traslapan permite la entrada de luz al estrato inferior fomentándose la formación de hojas tiernas grandes y suculentas para poder aprovechar la luz para el proceso de la fotosíntesis. En sitios con estas características que los árboles se ven afectados en los tres estratos principalmente en el último. En sitios donde las copas están traslapadas la entrada de luz a estratos inferiores es mínima, por lo que no se fomenta la formación de rebrotes de la poda y tocón, dando como resultado que el ataque sea menor, pues solo es evidente el ataque en el estrato 1 y cerca de la zona apical pues es donde se localizan las hojas tiernas y suculentas.

En un árbol individual se da un patrón de ataque similar al presentado al nivel de rodal, pues va de arriba hacia abajo y de adentro hacia fuera (figura1), este ataque depende de las características biofísicas que hay en el sitio, sea por abundancia de vegetación en el estrato 1 de la plantación.



Figura 1. Árbol con un patrón de ataque descrito anteriormente

En sitios donde se cumple con las características antes descritas, el ataque es evidente en el follaje, debido a que el insecto es nocturno, los nichos que utiliza con mayor frecuencia para ocultarse durante el día son: en la base revoluta de la hoja de los rebrotes, en la vaina de una hoja de gramínea, en hojas dobladas, en medio de hojas una puesta sobre otra, en el ápice de los rebrotes específicamente en medio de las hojitas recién emergidas, en la parte inferior de las ramas secas que se quedaron después de un raleo, en la hojarasca que se encuentra en la superficie del suelo tanto la que está en la base de un árbol con rebrotes de poda y en la base de los rebrotes de un tocón producto de un raleo.

Valoración

El daño varía según las condiciones biofísicas en que se encuentra las áreas de las plantaciones, por ello se realizó una evaluación del daño realizado por *Rhabdopterus* sp. en dos zonas con diferentes condiciones como lo son: Parrita, Puntarenas y San Carlos, Alajuela; con el fin de hacer una comparación para determinar variables que estén relacionadas a la abundancia de los individuos.

En el Cuadro 5, se presentan los datos obtenidos de la evaluación realizada en las plantaciones manejadas por Barca S.A., que se ubican en la finca Los Saltos donde los lotes de las parcelas 7 y 9 tienen 3 años de edad, además de los lotes de las parcelas 2,3 y 5 con 4 años y von Moos con 7 años de edad.

Cuadro 5. Número de árboles de *Tectona grandis* dañados por *Rhabdopterus* sp. y el porcentaje de daño en cada índice, Fincas Los Saltos y von Moos, BARCASA , Parrita, Puntarenas. 2001.

Sitio	Indice 0		Indice 1		Indice 2		Indice 3		Indice 4		Total
	# árboles	%	# árboles	%	# árboles	%	# árboles	%	# árboles	%	# árboles
von Moos											
Parcela 1	0	0	9	33	14	52	4	15	0	0	27
Parcela 2	0	0	0	0	13	43	13	43	4	13	30
Parcela 3	0	0	20	67	10	33	0	0	0	0	30
Parcela 4	0	0	28	93	2	7	0	0	0	0	30
Saltos											
Parcela 2	0	0	4	15	13	50	9	35	0	0	26
Parcela 3	0	0	8	26	17	55	6	19	0	0	31
Parcela 5	0	0	14	41	19	56	1	3	0	0	34
Parcela 7	9	23	19	49	9	23	2	5	0	0	39
Parcela 9	0	0	17	41	18	44	6	15	0	0	41
Total	9		119		115		41		4		288

Fuente: Anexo 6 y 7.

Como se puede observar en el cuadro anterior, en la finca de von Moos las parcelas 1 y 2 tienen mayor número de árboles dañados donde se encuentran en todos los índices excepto el 0, es importante tomar en cuenta que en el índice 3 suman un porcentaje de 30% del total de árboles, además de que un 13% del total de árboles en el índice 4 de la parcela 2, esto se debe a que el suelo está densamente cubierto

de gramíneas principalmente, además que alrededor hay áreas anegadas dominadas en su mayoría por gramíneas (figura 2), el hecho de que la luz llegue directamente al suelo favorece la proliferación de malezas y desde luego la sobrevivencia de los individuos de *Rhabdopterus* sp., pues se crean muchos nichos. Esta misma situación se puede observar en las parcelas 2,3,5 y de la finca Los Saltos, además de presentar las mismas características biofísicas, también hay presencia de rebrotes del tocón de raleo muy desarrollados, lo cual contribuye a una mayor cantidad nichos para los individuos, dando como resultado un mayor daño reflejado en los índices 1,2 y 3.

En las parcelas 3 y 4, los árboles se encuentran en los índices 1 y 2 principalmente, dando como resultado que el daño sea menor al compararlo con las parcelas 1 y 2, pues presentan un suelo parcialmente cubierto por malezas, rebrotes de tocones de raleo poco desarrollados, esto es debido al traslape de copas dando sombra a los estratos inferiores y la abundancia de gramíneas y otras malezas sea menor, siendo así que la cantidad de nichos para el insecto sean menores. Esta misma situación se da en la parcela 7 de la finca Los Saltos, está parcela estaba rodeada de una quebrada y zona de protección con especies nativas, por lo que la presencia de gramíneas sobre el suelo era menor debido la regeneración de especies nativas y otras plantas herbáceas, lo cual contribuye a que el adultos de *Rhabdopterus* sp., tenga la oportunidad de consumir de otros hospederos.

En el Cuadro 6, se presentan los datos obtenidos de la evaluación realizada en las plantaciones manejadas por Flor y Fauna S.A., que se ubican en los proyectos TW III con 11 años, TW V con 9 años, TW VI con 8 años y TW VII con 7 años.

Cuadro 6. Número de árboles de *Tectona grandis* dañados por *Rhabdopterus* sp. y el porcentaje de daño en cada índice, Proyectos TW III, TW V, TW VI y TWVII, Flor y Fauna S.A., Altamira, Aguas Zarcas, San Carlos, Alajuela. 2001.

Sitio	Índice 0		Índice 1		Índice 2		Índice 3		Índice 4		Total
	# árboles	%	# árboles	%	# árboles	%	# árboles	%	# árboles	%	# árboles
Lote 5											
Parcela 1	0	0	33	55	26	43	1	2	0	0	60
Lote 10											
Parcela 3	11	21	37	71	4	8	0	0	0	0	52
Parcela 5	0	0	10	48	11	52	0	0	0	0	21
Lote 11											
Parcela 1	1	3	26	90	2	7	0	0	0	0	29
Parcela 8	1	3	30	88	3	9	0	0	0	0	34
Lote 12											
Parcela 6	1	3	30	88	3	9	0	0	0	0	34
Lote Gavilán											
Parcela 1	0	0	33	58	20	35	4	7	0	0	57
Parcela 5	10	24	32	76	0	0	0	0	0	0	42
TW III											
Parcela 7	0	0	7	44	8	50	1	6	0	0	16
Parcela 16	0	0	25	86	4	14	0	0	0	0	29
TW V											
Parcela 29	0	0	11	50	9	41	2	9	0	0	22
Parcela 30	0	0	16	62	10	38	0	0	0	0	26
Total	24		290		100		8		0		422

Fuente: Anexo 8 y 9

Como se muestra en el cuadro 6, en los lotes del proyecto TW VI, 5, 10, 11 y 12 respectivamente, el daño está en su mayor porcentaje en los índices 1 y 2, donde las condiciones biofísicas, son rebrotes bien desarrollados que salen del tocón del raleo y los puntos de poda, sabiendo que se había realizado un raleo recientemente hay una menor cantidad de árboles en pie en el sitio, lo cual hay una menor cantidad de follaje y probablemente bajo una población frecuente de adultos de *Rhabdopterus* sp., y dado que no hay traslape de copas la luz llega fácilmente al suelo dando las condiciones favorables para el crecimiento de las gramíneas, de hay que los nichos aumentan en relación con el ataque, lo cual aumentó con respecto al tiempo después de ralear.

Con respecto a las parcelas de los proyectos TW III y TW V, éstas tienen un porcentaje de daño mayor en los índices 1 y 2 , donde presentan un sotobosque muy denso en mezcla con gramíneas, plantas herbáceas de hoja ancha y regeneración de árboles nativos, lo que representa una amplia variedad de nichos para los adultos de *Rhabdopterus* sp., además de son bloques que están rodeados por áreas anegadas extensas dominadas por gramíneas. Contribuyendo de manera significativa en una potencial población que dañe las hojas.

Contrario se dio en las parcelas 3 del lote 10 y 5 del lote gavilán, los mayores porcentajes de daño de dieron en los índices 0 y 1, donde las condiciones del ambiente son un suelo parcialmente cubierto por herbáceas de hoja ancha, además las copas estaban traslapadas que producen sombra, dando como resultado que la abundancia de gramíneas y otras malezas sea menor, por lo cual la cantidad de nichos para el insecto son menores. Además estas áreas están rodeadas por zonas de protección con especies nativas, lo cual contribuye a que adultos de *Rhabdopterus* sp., tengan la oportunidad de consumir de otros hospederos, disminuyendo así el daño.

Se puede observar en los cuadros anteriores, las plantaciones que son manejadas por Barca S.A. tienen mayor daño al compararlas con las plantaciones de Flor y Fauna, donde se puede tomar el caso de las plantaciones de la finca von Moos de Barca S.A. las condiciones son como la presentada en la figura 2, mientras que en el proyecto TW VII en Flor y Fauna S.A. las condiciones son todo lo contrario, pues la abundancia de gramíneas en el sitio es parcial y los rebrotes ya sea de tocón del raleo y puntos de poda son menos desarrollados por hacer mucha sombra.



(A)



(B)

Figura 2. La imagen (A) presenta un sitio dominado por gramíneas y la imagen (B) es un rebrote atacado que se encuentra en ese sitio.

En comparación con otros ataques presentes en plantaciones de *Eucalyptus* sp. ubicadas en Portuguesa, Mérida , Venezuela. Se observaron ataques severos por *Rhabdopterus* sp., por lo que se realizó una evaluación del daño tomando tres lotes

donde el primero no se había aplicada insecticida y con suficiente malezas, el segundo lote con 8 días después de haber aplicado un insecticida y con malezas y el último con 15 días de haberse aplicado y sin presencia de malezas, en este ensayo el insecticida utilizado era Lorsban. Ante lo anterior se concluyó, que en el primer lote se obtuvo el mayor número de adultos pero la severidad de ataque fue bajo, esto pudo deberse a la gran abundancia de gramíneas y malezas de hoja ancha existentes en el lote permitiendo así al insecto seleccionar el alimento preferido. Con respecto a los otros lotes, la severidad de ataque fue mayor conforme menor cantidad de malezas se encontraran en el lote.

Con esto se concluye que la abundancia de adultos de *Rhabdopterus* sp. está directamente relacionado con la abundancia de gramíneas principalmente sin dejar de lado otras plantas, existentes en un sitio, pues dado que son de hábitos nocturnos durante el día se ocultan entre la maleza y al haber mayor abundancia de nichos tienen más oportunidad de establecimiento (Briceño *et al.*,1998).

Distribución del ataque

En la figura 3 se muestra la distribución en PPM (100 x 100 árboles), donde se ubican a los árboles de acuerdo a su secuencia según la metodología empleada en la valoración del daño.

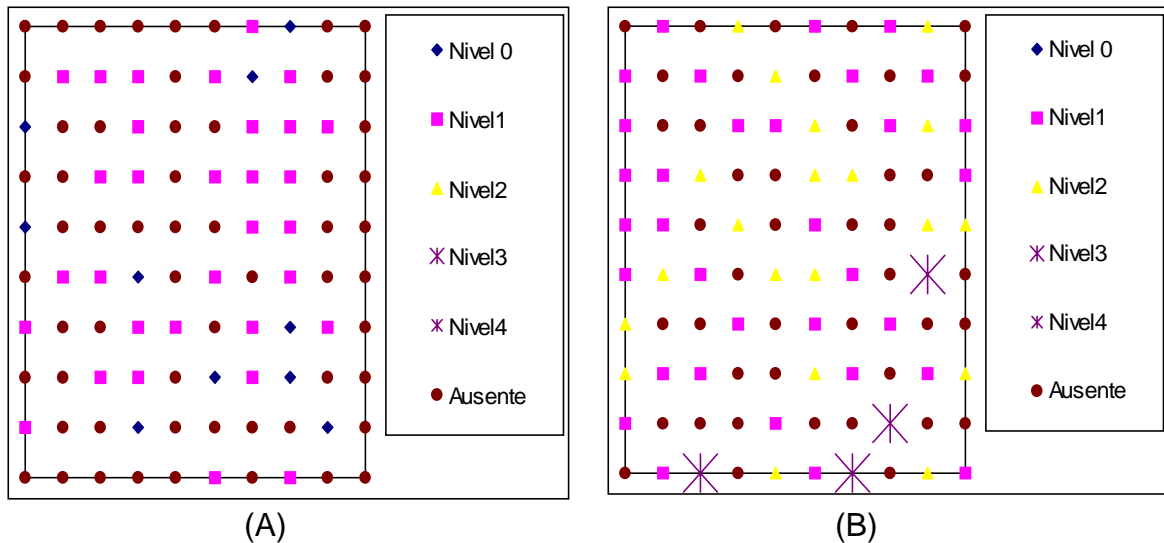


Figura 3. Distribución de ataque en los árboles de PPM de *Tectona grandis* de 8 años de edad, Flor y Fauna, Altamira, San Carlos, Alajuela.2001.

Como se puede observar en la figura anterior, la parcela de la figura 3 (A) es representativa de una muestra, se caracteriza por tener un suelo parcialmente cubierto por herbáceas de hoja ancha y gramíneas en menor cantidad, además de eso la luz llega indirectamente al suelo debido al traslape de las copas produciendo así, menor oportunidad para las gramíneas de crecimiento agresivo, dando así menor oportunidad de formarse nichos para los individuos, por lo que se puede notar que la parcela el daño es regular.

Con lo que respecta a la figura 3 (B), se observa un mayor daño en los árboles donde se focaliza desde la orilla hacia el centro de la parcela con índices de 2 y 3, que viene siendo significativo. Esta parcela se caracteriza por que el suelo está densamente cubierto de malezas, en su mayoría gramíneas, además de rebrotes

desarrollados contribuyendo a la existencia de posibles nichos para los individuos de *Rhabdopterus* sp., lo anterior apoya la hipótesis que la intensidad de ataque de estos insectos está en función de la abundancia y dominancia de las malezas.

Determinación de área foliar dañada

En la figura 4, se muestra una hoja levemente dañada por el adulto de *Rhabdopterus* sp. , donde se nota claramente que recorre toda el área de la lámina foliar, además se obtuvo que el porcentaje de área consumida va de 1.58 a 1.78% del total de la área de las hojas.



Figura 4. Hoja levemente atacada

La figura 5, presenta una hoja moderadamente dañada por los adultos de *Rhabdopterus* sp., éstos consumen tanto el área foliar como la epidermis de la nervadura, se obtuvo un ámbito de área consumida con respecto al total de las hojas muestreadas que va de 2.83 a 6.34%.



Figura 5. Hoja moderadamente atacada

En la figura 6, se muestra una hoja representativa de una muestra que se tomó considerándolas altamente dañadas por los adultos de *Rhabdopterus* sp., el área consumida oscila de 10.66 a 14.57%.



Figura 6. Hoja altamente atacada

HOSPEDEROS

Como se sabe esta especie de insecto es polígrafo, se determinó por medio de aislamientos en laboratorio, que consume más para unas especies arbóreas que con respecto a otras.

Las especies que más preferencia tiene son: *Psidium guajaba*, *Erythrina spp.*, *Terminalia amazonia*, *T. ivorensis.*, *Vochysia guatemalensis*, *V. ferruginea*, *Zygia longifolia*, *Cecropia insignis*, *Piper auritum*, *P. marginatum*, *P. aequale* , *Acacia mangium*, *Bixa orellana* (figura 7), *Persea americana*, *Inga sp.*, *Ochroma pyramidale*, *Hibiscus rosa-sinensis*, *Gliricidia sepium*. Presentando perforaciones en líneas curvas alongadas de forma “V”, “S”, “I”, “L”, “C”, “G”, “J”, “T” con un tamaño de 0.44 – 4.69 mm de ancho y de 1.33 – 35.74 mm de largo, el adulto aprovecha la distribución de los nervios tanto primarios como secundarios comiendo al lado del nervio, y uniendo una perforación con otra haciendo una forma reticular en la lámina foliar. También hacían orificios irregulares de una forma semejante a un semicírculo con un tamaño de 0.57-5.59 mm de ancho y de 0.61 – 8.43 mm de largo.



Figura 7. Hoja de *Bixa orellana* L. altamente atacada

Las especies que en cierto grado prefieren menos comparado con las anteriores son: *Garcinia intermedia*, *Callophyllum brasiliense*, *Vismia Ferruginea*, *Cinnamomum brenessi*, *Persea spp.*, *Nectandra spp.*, *Terminalia oblonga*, *T. Catappa*, *Bombacopsis quinata*, *Luehea seemannii*, *Guazuma ulmifolia*, *Cupania spp.*, *Byrsonima crassifolia*, *Mangifera indica*, *Citrus sinensis*, *Senna reticula*, *Dalbergia retusa*, *Platismyrium pinnatum*, *Spathodea campaculada*, *Dypterix panamensis*,

Cordia alliodora, *Tabebuia rosea*, *Croton schiedeanus*, *Miconia argentea*, *Syzyum malaccense*, *Gmelina arborea*. Con perforaciones elongadas curvas de las formas anteriores, con un tamaño de 0.53 – 3.54 mm de ancho y de 2.97 – 21.82 mm de largo. Cuando comieron en la lámina foliar dejaron orificios irregulares de forma semicircular con un tamaño que va de 0.5 – 7.42 mm de ancho y con una longitud que oscila de 0.5 – 11.61 mm. En la mayoría de las especies se dio un patrón de consumo agregado cerca de las nervaduras de la lámina foliar formando agujeros más grandes. También se observó que en la mayoría de las especies anteriormente los adultos de *Rhabdopterus* sp. consumieron de la epidermis exterior de las nervaduras de las hojas, pues es un tejido suave y succulento.

A nivel de larvas dado que viven en el suelo, y se alimentan de gramíneas, cuando se extrajeron del suelo por el método de colado, se logró determinar como hospederos las siguientes especies de gramíneas; *Paspalum fasciculatum* (gamalote), *Hyparrhenia rufa* (Jaragua), *Cynodom nlemfuensis* (estrella), *Ischaemum timorense* (ratana), pues son especies muy agresivas con facilidad de expandirse sobre la superficie del suelo en áreas abiertas.

ESTUDIOS BIOLÓGICOS BÁSICOS

Ciclo de vida

Descripción

Adultos

Son pequeños, compactos, robustos, de forma óvalo-alargado, con un color verde oscuro que tiende a ennegrecerse con un brillo metálico, con una longitud de 5-6.5 mm y 3-4 mm de ancho, con las antenas largas tipo moniliforme, la cabeza es pequeña con un par de ojos compuestos, con aparato bucal masticador con mandíbulas bien desarrolladas que le permiten cortar la lámina foliar con ayuda de

palpos labiales y maxilares bien desarrollados, las alas anteriores o elitros son esclerificados, gruesos y duros (figura 8), además que tienen surcos en puntos con secuencia longitud, tienen un segundo par de alas membranosas. Las patas son de color pardo-rojizo claro y oscuros en las uniones de la coxa y tibia, al final de las patas tienen unos garfios que les permiten agarrarse fuertemente de las superficies.



Figura 8. Adulto de *Rhabdopterus* sp.

Huevos

La hembra ovoposita los huevos en forma paralela un huevo con respecto al otro, hasta formar una masa semicircular compacta, esta la unión de los huevos lo logra con un líquido gelificante que ella misma deposita.

Los huevos son de color crema con pocas horas de haberse ovopositados a medida que pasan los días se torna de un color amarillento fuerte antes de que ocurra la eclosión (figura 9). Estos son de forma ovalo - elongado, con un tamaño entre 0.90 a 1.00 mm de longitud. Las hembras ovopositan hasta tres masas de huevos en un número que va de 6 hasta un máximo de 31, por lo cual una hembra puede ovopositar un máximo de 55 huevos en promedio.



Figura 9. Masa de huevos recién ovopositados

Larvas

Las larvas del primer instar tienen una longitud que va de 0.90 a 1.25 mm de longitud. Son de color blanco con una línea en el dorso de color café, la cabeza es de color café claro (figura 10); a medida que pasan los días se tornan más amarillentas. Cuando llegan al segundo instar oscilan de 2.18 a 2.49 mm de largo, con una coloración blanca, la cabeza se torna marrón oscuro, además se notan con más brillo.



Figura 10. Larva del primer instar

En el tercer y último instar larval llegan a tener una longitud que varía de 4.14 a 4.88 mm; en este instar la cabeza es marrón oscuro, el resto del cuerpo blanco con muchas setas de color rojizos, principalmente en el abdomen (figura 11).



Figura 11. Larva del tercer instar

Las larvas tienen mandíbulas fuertes y bien desarrolladas que les sirven para alimentarse de las raíces finas de los hospederos, también tienen tres pares de patas bien desarrolladas que les sirven para moverse, se ha notado que son muy móviles.

La reacción que tienen cuando son manipuladas es encogerse en forma de "C", notándose inactivas. De acuerdo a lo observado se mantienen en un comportamiento gregario. Cuando están en un medio inundado por agua, aunque floten se observó que no son diestras para nadar, dando como resultado que se ahoguen.

Durante el estado larval la temperatura demostró ser un factor determinante para la sobrevivencia y desarrollo de las larvas, ya que en condiciones de temperatura a 25 °C constantemente es mejor para la crianza de las larvas, a temperaturas menores se puede retrasar el desarrollo de las larvas.

Pupas

La larva cuando está dispuesta a empupar, se introduce en una grieta del suelo construyendo una celda con partículas de tierra y hilos de seda, hasta que se va transformando en pupa allí dentro. Esta es de color pardo rojizo brillante, con un exoesqueleto de aspecto duro. Mide de 3.57 a 3.64 mm de largo (figura 12).



Figura 12. Individuo de *Rhabdopterus* sp. en estado pupal

Duración del ciclo de vida

El ciclo para esta especie está compuesto por cuatro estados (huevo, larva, pupa y adulto). El estado larval consta de tres instares. En total el ciclo de vida de *Rhabdopterus* sp. oscila 39 a 52 días.

Cuadro 7. Duración de los estados del ciclo de vida para la especie *Rhabdopterus* sp., Cartago, 2001.

Estado	Duración (Días)
Adulto	7 a 11
Huevo	8 a 12
Larval	18 a 21
Pupa	6 a 8

En el estado larval, la larva en el primer instar 5 a 6 días, en el segundo instar de 6 a 7 días y en el último instar larval de 7 a 8 días. Esto varía según las condiciones de temperatura y alimentación.

Enemigos naturales

Depredadores

Se observaron adultos durante la noche que eran depredados por arañas de varias especies, una vez que estos quedaban enredados en la tela de araña que hay de una hoja a otra o de un árbol a otro dependiendo de la especie de araña.

Parasitoides

Se encontraron adultos de *Rhabdopterus* sp., muertos con grandes cantidades de nematodos que se encontraban en el exoesqueleto, así como las diferentes aberturas de las partes del mismo, donde invaden al hospedante desde el interior hacia el exterior. También se observaron poblaciones de ácaros que depredan los tejidos internos hasta dejar solo el exoesqueleto del individuo.

Patógenos

En las plantaciones se lograron ver adultos infestados con hongos, luego se aislaron identificándolos como: *Normuraea* sp., *Paecilomyces* sp. y *Bothryoderma* sp. También se observó una especie de hongo en las larvas muertas de los primeros instares, el cual se identificó como *Metarhizium anisopliae*, lo que indica que estos hongos son factores de mortalidad importante para el control de la población a nivel natural.

Reproducción y cópula

En la cópula el macho busca la hembra, si la hembra se encuentra receptiva para la cópula inmediatamente el macho la monta, si la hembra no se encuentra receptiva ésta lo pateo como forma de rechazo, pero despendiendo de la perseverancia del macho, utiliza la fuerza hasta lograr la aceptación de la hembra, cuando hay varios machos se da una disputa de fuerzas uno empujando al otro, el que sea más fuerte logra montar a la hembra.

La cópula suele darse durante toda la noche, aunque en ocasiones se les observó copulando en horas del día, esta relación puede demorar de una a cuatro horas y la pueden realizar hasta tres veces en un periodo de 6 días.

Se encontraron copulando en las plantaciones, en hojas tiernas de *Inga* sp. y teca, en medio de las hojas cuando una está encima de otra, en el envés de las hojas y por debajo de las ramillas secas siempre protegiéndose de la luz, si la relación es durante el día. Durante la noche lo realizan en el haz de la hoja o ramilla de las hojas.

Hábitos alimenticios

El adulto de *Rhabdopterus* sp., come con la ayuda de la savia de la hoja para facilitar la masticación. Consume la lámina foliar caminando hacia atrás, dejando orificios en forma irregular con una tamaño que va de 1.01-4.32 mm de ancho y de 1.05-14.48 mm de largo, también en líneas elongadas curvas en forma de “C”, “L”, “I”, “S”, “V”, “G” y “U invertida”, estas con un tamaño que varía de 0.53-4.86 mm de ancho y de 2.57-44.57 mm de largo. Esto lo hace en cualquier parte de la lámina foliar.

Se notó que cuando come una noche en una área de la hoja en la noche siguiente come al lado o une, sea línea u orificio, dando una apariencia de red, esto ayuda de manera significativa cuando hace vientos fuertes, lo que da como resultado que la

área destruida de la lámina foliar aumente por lo que la hoja se dobla y luego se seca por obstrucción del intercambio de fluidos de la hoja al resto del sistema del árbol. Esto también se da cuando se atacan hojas tiernas que se encuentran en crecimiento, una rotura de la lámina foliar hace que conforme pasa el tiempo la rotura se va siendo más grande.

En ambos casos, se da una reducción del área foliar y causa una disminución de la tasa fotosíntesis, además de ello se da un problema de estética en la plantación, desde el punto de vista de algunas personas que pueden calificarlo como mal manejo de la plantación.

Otros hábitos

Desplazamiento

El desplazamiento ocurre después de caer la tarde y a comenzar la noche, los individuos comienzan salir de sus nichos; si salen de la hojarasca que se encuentra en el suelo se desplaza caminando por el tallo de una hierba hasta la última hoja, luego da un vuelo hasta la primera hoja de un rebrote sigue caminando hasta la última hoja del rebrote, se va la orilla y alza vuelo a la hoja siguiente, esto lo hace sucesivamente hasta llegar a la copa del árbol en un sistema de escalada (figura 13). Ahora bien si no hay rebrotes ya sea, de un tocón o por poda, entonces el insecto alza un vuelo hasta la primera rama, después de ese punto sube por escalada. La rapidez del desplazamiento depende si existen rebrotes y hierbas a una altura de 1 m o más. Se observaron árboles atacados en zona apical hasta de 27 m de altura.



Figura 13. Adulto de *Rhabdopterus* sp. ocultándose en la fisura de la corteza.

Posteriormente al terminar la noche y comienza el día, los individuos bajan caminando de hoja en hoja por medio del tallo, hasta llegar a los rebrotes más bajos, una vez allí, buscar los diferentes nichos para ocultarse durante el día (figura 13).

Condiciones climatológicas

Durante las lluvias se tomaron algunos individuos y se colocaron en zonas inundadas en el campo, observándose que no son diestros para nadar, pues se mueven lentamente hasta encontrar una ramilla o trozo de hoja que este flotando, para desplazarse caminando hasta un punto seguro, luego emprende un vuelo al fuste de un árbol o un rebrote existente para ocultarse en algunos de los nichos que habita.

Durante la noche para alimentarse sin dificultad se sostienen por medio de unos garfios que tienen en las patas, con los cuales se agarran fuertemente de la hoja aunque les caiga encima gotas de agua, a su vez la capa de cutícula los protege. Se interrumpe la actividad cuando se asocia lluvia con vientos fuertes, para la cual se ubican en el envés de las hojas dobladas.

PRUEBAS DE MANEJO *IN VITRO*

Con las aplicaciones se pretende disminuir las poblaciones de los adultos de *Rhabdopterus* sp. a niveles equilibrados y así evitar el desplazamiento de las mismas hacia viveros y plantaciones jóvenes donde se podrían producir daños severos y consecutivos.

Control biológico

En el cuadro 8 se presentan los resultados obtenidos con las aplicaciones de dos hongos entomopatógenos y el testigo en adultos de *Rhabdopterus* sp.

Cuadro 7. Eficiencia y duración de tratamientos de control biológico aplicados a adultos de *Rhabdopterus* sp., Cartago. 2001.

Tratamientos	Duración (días)	Mortalidad (%)
<i>Beauveria bassiana</i>	4	100
<i>Normurarea</i> sp.	6	100
Testigo	6	30

Fuente: Base de datos (anexo 4)

En el cuadro 8 se puede apreciar como los tratamientos de los hongos entomopatógenos son bastante eficaces con un 100% de mortalidad, aunque el tratamiento con el hongo *Normurarea* sp. duró más tiempo para matar los individuos, comparado con el testigo en que la muerte es natural. De acuerdo con el análisis estadístico no existen diferencias entre los tratamientos con hongo, pero al comparar con el testigo existen diferencias significativas, pues el $P= 0.0063$ para un 95% de confiabilidad (ver anexo 4), con esto se concluye que los dos tratamientos fueron exitosos.



Figura 14. Adulto de *Rhabdopterus* sp. infestado por *Normurarea* sp.

Control mediante plaguicidas

En el cuadro 8, se presentan los resultados obtenidos con cuatro tratamientos de plaguicidas aplicados a adultos de *Rhabdopterus* sp.

Cuadro 8. Eficiencia y duración de los tratamientos de plaguicidas aplicados a adultos de *Rhabdopterus* sp., Cartago. 2001.

Tratamientos	Duración (días)	Mortalidad (%)
Regent	2	100
Malathion	1	100
Neem	4	100
Testigo	2	30

Fuente: Base de datos de laboratorio.

Como se observa en el cuadro anterior los tratamientos que se utilizaron plaguicidas son bastante eficaces (100% de mortalidad), en comparación con el tratamiento testigo que presenta un porcentaje de mortalidad de acuerdo al comportamiento natural (30%). Tomando en cuenta el análisis estadístico realizado para estos cuatro

tratamientos, no hay diferencias significativas entre los tratamientos con plaguicidas, pero si hay diferencias significativas al comparar los tratamientos anteriores con el testigo se tiene un $P=0.0000$ con un porcentaje de confiabilidad de 95% (anexo 4), garantizando así la eficiencia de dichos productos sobre adultos de *Rhabdopterus* sp.

Costos

La decisión de aplicar sustancias para el control de los adultos de *Rhabdopterus* sp. depende de la relación beneficio-costos, entre otros aspectos es por ello que se hace necesario determinar el costo de aplicar algún producto.

En el cuadro 9 se presentan los costos de las aplicaciones de las pruebas *in vitro* realizadas sobre adultos de *Rhabdopterus* sp.

Cuadro 9. Costos estimados para la aplicación por hectárea de los tratamientos de control mediante plaguicidas, Cartago. 2001.

Producto	Presentación	Costo (¢)	Cantidad/ha	Costo total (¢/ha)
Regent	120 ml	6115	100 ml	611500
Neem	100 ml	735	500 ml	367500
Malathion	1 litro	1730	1000 ml	1730
Beauvedieca	1000 gr	1372	10 kg	13720
WK (humectante)	250 ml	450	10 ml	18

Fuente: Comercio local

Del cuadro anterior se observa que para la preparación de disolución de un volumen de 200 l para aplicar en una hectárea, se determinó que el producto Malathion es el más barato, seguido por Beauvedieca, Neem y el Regent siendo el de mayor costo.

Es cierto que el Malathion fue el más barato y efectivo en las pruebas de manejo, pero es altamente tóxico con un efecto residual es persistente, además con un nivel de toxicidad que afecta al ser humano y de mas formas de vida. A diferencia de otros productos que se utilizaron son menos tóxicos y con un efecto residual menor, actuando satisfactoriamente (Ordoñez, 199).

Una vez identificada la plaga se debe de buscar ayuda por medio de un de personas o entes especializadas y capacitarse antes de usar un plaguicidas. Puede haber circunstancias en que el uso de plaguicidas no sea necesario, o en las cuales sea factible la aplicación de otro tipo de estrategias de menor impacto ambiental sobre el sistema agroecológico que se manipula.

Para el uso del plaguicida se considera necesario obtenerse información sobre: plaguicidas autorizados para usarse en el cultivo, plaguicidas recomendados para combatir las plagas identificadas, dosis y mezclas recomendadas para cada caso, frecuencia de aplicación e intervalo entre la última aplicación y la cosecha, equipo y técnicas de aplicación, precauciones especiales y equipo de protección, características toxicológicas de las opciones y el costo por unidad de área (García, 1997).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Daño

- La especie *Rhabdopterus* sp. tiene preferencia por las hojas tiernas, por lo que el patrón de ataque tanto es un rodal como en árbol individual es de arriba hacia abajo y de afuera hacia adentro.
- El daño realizado por los adultos de *Rhabdopterus* sp. en las plantaciones de Barca S.A. es mayor que con respecto a las plantaciones de Flor y Fauna S.A.
- La incidencia y severidad de ataque por parte de los adultos está relacionada directamente con la abundancia y dominancia, ya sea de gramíneas y rebrotes en la plantación.
- El porcentaje para hojas levemente dañadas es de 1.58-1.78%, hojas moderadamente dañadas con un porcentaje de 2.83-6.34% y las hojas altamente dañadas con un porcentaje de 10.66-14.57%.

Biología

- La especie *Rhabdopterus* sp. es polífaga pues se observó consumiendo una amplia variedad de hospederos de especies nativas unas más que otras.
- Se determinó que la duración del ciclo de vida oscila de 39 a 52 días, dependiendo de las condiciones del ambiente.
- Se comprobó que los adultos son de hábitos nocturnos y durante el día se oculta en la maleza y los inmaduros se encuentran debajo de la superficie del suelo.

- Se identificaron tres especies de patógenos en los adultos muertos de *Rhabdopterus* sp. *Normuraea* sp., *Paecilomyces* sp. y *Botryosphaera* sp., en las larvas se idéntico el *Metarhizium anisopliae*, además de nematodos que parasitan a los adultos.
- Se observó que los adultos de *Rhabdopterus* sp. llegan hasta el ápice de la copa del árbol, hasta en árboles de 27 m de altura llegando por medio de escalada.

Manejo

- Los tratamientos aplicados en las pruebas de manejo *in vitro* tanto en control biológico como mediante plaguicidas, fueron eficaces en cuanto a la mortalidad (100%) en comparación con el testigo (30%).
- Se recomienda hacer un estudio de herbivoría en teca, para determinar que nivel de daño causan otras especies que comen junto a la especie *Rhabdopterus* sp.
- Se recomienda que efectuar un estudio del efecto en el crecimiento de la teca causado por la especie *Rhabdopterus* sp., lo cual se debe hacer que los sitios tengan iguales condiciones.
- **Propuesta de un programa de manejo para el defoliador *Rhabdopterus* sp.**

Esta es una propuesta de manejo por lo que las medidas de manejo adaptadas son con base en experiencias con otros cultivos en países donde se dan ataques de la especie *Rhabdopterus* sp. y también a ideas generadas de acuerdo a las observaciones de campo realizadas durante el estudio. Por cuanto el programa de

manejo para esta especie insectil lo desarrolla la empresa que ponga en prácticas con sus respectivas variantes de acuerdo las necesidades de la empresa.

El manejo de la especie *Rhabdopterus* sp. es complejo, ya que los adultos tienen hábitos nocturnos y las larvas viven debajo del suelo.

Medidas de prevención

Cuando se estén estableciendo plantaciones se debe de tomar en cuenta el uso anterior y actual del sitio, si hay presencia de gramíneas o cultivos como maíz, puede darse la posibilidad de que ya este establecida la especie, con adultos e inmaduros, si en el sitio hay muchas malezas es recomendable manejarlas.

El adecuado funcionamiento de los drenajes favorece las condiciones de sitio por lo que facilita el crecimiento dándole la vigorosidad adecuada a un árbol y así pueda desarrollar los mecanismos de resistencia ante un eventual ataque del defoliador.

Es importante evaluar la magnitud del ataque con base en el número de árboles dañados y el riesgo de expansión del defoliador, antes de tomar de una decisión de intervención para el manejar el ataque. Es por ello que es fundamental en la toma de decisiones.

Inspección

Se deben de realizar inspecciones periódicas de la plantación, principalmente después de la época seca, cuando se produce el lanzamiento de hojas nuevas. Si detecta daños en el follaje con signos característicos proceda a verificar si es la especie *Rhabdopterus* sp., luego haga una evaluación para tomar una decisión al respecto.

Valoración de daños

Se debe realizar la valoración de daños en las plantaciones atacadas tomando en cuenta los siguientes puntos:

- Distribución y porcentaje de área atacada en la plantación.
- Severidad de los daños.
- Edad y tamaño de los individuos atacados.

Con base en lo anterior se recomienda emplear la metodología utilizada en este estudio para la valoración del daño, se debe de realizar como mínimo con dos personas para acordar el criterio de evaluación.

Tolerancia

Cuando los ataques se presentan en árboles adultos individuales o rodales aislados, donde no haya peligro que la especie se traslade a viveros y plantaciones jóvenes, es posible permitir la defoliación del follaje de los árboles, ya que éstos tienen la capacidad de recupera su follaje rápidamente (Arguedas, 1997).

Intervención

De acuerdo con los resultados obtenidos en la valoración de daños en un ataque producido por este defoliador se pueden tomar medidas de manejo para reducir las poblaciones a niveles endémicos, por ello se plantean las siguientes medidas de manejo.

Prácticas culturales

A nivel de vivero se debe mantener limpio tanto a los alrededores como dentro del área. Se puede colocar un plástico sobre la superficie del suelo con el fin de evitar que la hembra ovoposite, quedando los huevos en la superficie del plástico, siempre y cuando el método de producción esté en contacto directo con el suelo.

Otra medida es que se puede inundar las áreas de producción de forma controlada, con el fin de matar a los inmaduros, ya que son susceptibles a ahogarse, esto se

debe hacer controlado y funciona mejor cuando las plántulas están sobre una cama. Con esta medida se puede cortar el ciclo de vida del insecto.

Durante el establecimiento de plantaciones se debe de considerar la abundancia y dominancia de gramíneas, pues puede darse la posibilidad que la especie ya se encuentre en el sitio, una medida es hacer quemas controladas, ya que con la alta temperatura sobre el nivel del suelo, se pueden morir las larvas, y desde hay cortar el ciclo de vida.

Un buen programa de mantenimiento de malezas como chapias, podas y destronque (eliminación de los rebrotes que salen del tocón del raleo y puntos de poda) disminuye significativamente el ataque del defoliador *Rhabdopterus* sp. en plantaciones mayores a un 1 año, pues se está disminuyendo los nichos donde se alberga los individuos, además de fuente de alimento para los inmaduros que se alimentan de las raíces de las gramíneas principalmente, pues ya se comprobó que la intensidad de ataque está directamente relacionado con la abundancia de malezas.

Control mecánico

Se puede sembrar árboles de especies nativas como: *Psidium guajaba*, *Erythrina* spp., *Terminalia amazonia*, *T. ivorensis*, *Vochysia guatemalensis*, *V. ferruginea*, *Zygia longifolia*. Además de dejar crecer la regeneración natural, en linderos, caminos, zonas anegadas y a orillas de ríos y quebradas, esto con el fin de dar una alternativa de hospederos para los adultos de *Rhabdopterus* sp., y manejar la especie a niveles endémicos. Hay que poner atención en la dinámica de la población, puesto que al ser hospedero alterno se puede incrementar las poblaciones del defoliador y luego puede desplazarse a las plantaciones de teca. Para prever esta situación es necesario realizar inspecciones periódicas en las áreas de los

hospederos alternos, si la intensidad de ataque es alta es necesario darle manejo a los árboles.

Control biológico

En este caso se pueden utilizar hongos entomopatógenos, ya que se obtuvieron buenos resultados en las pruebas de manejo *in vitro* con adultos de *Rhabdopterus* sp. que se encuentran en el sotobosque de la plantación, a fin de disminuir la población a niveles naturales.

La ventaja de utilizar un hongo entomopatógeno como biocida para el control de los adultos de *Rhabdopterus* sp., es por que tiene un amplio espectro de acción y no presenta algún efecto residual, además no tiene efectos negativos sobre humanos y mamíferos. Por lo que se recomienda la utilización del hongo *Beauveria bassiana*, pues se encuentra en el mercado con el nombre comercial de Beauvedieca, además su aplicación es barata.

Existe la posibilidad de utilizar como biocida para el control de individuos de *Rhabdopterus* sp. especies de nematodos, pues se están aplicando satisfactoriamente en varios estados de Estados Unidos en cultivos de arándano.

Control mediante plaguicidas

Para el combate de defoliadores, hay una gran cantidad de insecticidas disponibles en el mercado, sin embargo, su utilización innecesaria y abusiva podría disminuir significativamente las poblaciones de los enemigos naturales y provocar aumentos mayores en las poblaciones del insecto plaga (Arguedas, 1997).

Uno de los aspectos antes de seleccionar un plaguicida es su selectividad ante organismos específicos. Se debe seleccionar productos poco tóxicos para el ser

humano y otras formas de vida. Se debe de tomar en cuenta la especificación de etiquetado del producto, así como, las dosis correctas.

De acuerdo con los resultados de las pruebas de manejo *in vitro* se recomienda utilizar el insecticida orgánico con una dosis mínima de 0.5 ml/l, ya que es ligeramente tóxico y el costo de aplicación es menor con respecto a los otros, y como otras opciones se puede utilizar malathion y regent, pues insecticidas eficientes para el control de la plaga.

BIBLIOGRAFIA

- ARGUEDAS, M. 1997. Manejo de plagas y enfermedades forestales. Serie de apoyo académico N°26. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago. 86 p.
- ARGUEDAS, M. Plagas de la teca en Costa Rica. Desde el Bosque. Cámara Costarricense Forestal. San José, Costa Rica. 1:13.
- ARGUEDAS, M. 1999. Protección forestal, fundamentos y guía de laboratorio. Serie de apoyo académico N°15. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago. 67 p.
- ALTUVE, L. 1986. Estudio tecnológico exploratorio y promocional de la teca de aclareos (*Tectona grandis*). Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela. Cuaderno Comodato ULAMARNR. N°11. 83 p.
- BATISTA, S. 1986. Controle microbiano de insectos. Brazil. 77-100 p.
- BEARD, J. 1943. The important of race in teak, *Tectona grandis* L. Caribbean Forester (P.R.) 4(3):135-139.
- BELL, K.O. 1996. "*Rhabdopterus* sp."
Agosto, 1996. <<http://www.ink.org/public/kda/phealth/phprot/ceir1696.html>>
(19 enero 2002)
- BENTON, F.P. 1984. Abundancia estacional dos coleópteros fitófagos do cacauerio no Sul da Bahia e no Espírito Santo. Revista Theobroma. Centro de Pesquisas do Cacau. Ilhéus, Bahia, Brasil. 14 (2):85-102.
- BICELLI, C; SILVIERA, S y DE BARROS, A.C. 1989. Dinâmica populacional de insetos coletados em cultura de cacau na Região de Altamira, Pará. Centro de Pesquisas do Cacau. Agrotrópica. Ilhéus, Bahia, Brasil. 1 (1): 39-47.
- "Biodiversity Conference Proceedings"
<<http://www.biodiversitynet.org/conservation/lbi.html>>
(20 enero 2002)
- BLANCO, M. 1996. Determinación de la productividad en plantaciones de *Tectona grandis* L. f. Altamira, San Carlos, Costa Rica. Informe de práctica de especialidad para optar por el grado de Bachiller en Ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal. Cartago, Costa Rica pp. 4-9.

“Blueberry”

<<http://www.caes.state.ct.us/PlantPestHandbookFiles/pphB/pphblue.htm>>
(16 enero 2002)

BRICEÑO, A.J.; CARRERO, C y GARRIDO, J. Reporte sobre el escarabajo defoliador del *Eucalyptus*, *Rhabdopterus* sp. (coleoptera: chrysomelidae) y algunas enfermedades en esas plantaciones de Portuguesa. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de los Andes. Revista Forestal Venezolana. Mérida, Venezuela. 42 (1): 79-82.

CASTILLO, L.; CHAVERRI, F; RUEPERT, C y WESSELING, C. 1995. Manual de plaguicidas. Editorial de la Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. 679 p.

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA. 1991. Plagas y enfermedades forestales en América Central. Guía de campo. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 280 p.

CHAVES, E y FONSECA, W. 1991. teca (*Tectona grandis* Linn.f.): especie de árbol de uso múltiple en América Latina. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 48 p.

DONALD, W y CAMBELL, R. 1997. Stability of entomopathogenic fungi. Entomological society of America. 10 (3):1-80.

GARCÍA, J. 1997. Introducción a los plaguicidas. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. pp 90.

HIDALGO, E. 1999. Control de plagas agrícolas y forestales con agentes microbiológicos. Hongos entomopatógenos. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

HILJE, L. 1990. El Manejo de enfermedades y plagas forestales en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas. Costa Rica. 19:34-39.

“Insect pests”

Julio, 2000. <<http://cipm.ncsu.edu/CropProfiles/docs/njcranberries.html>>
(14 diciembre 2001)

KADAMBI, K. 1993. Silviculture and Management of Teak. Natraj Publishers. Dehra dun, India. pp 8-9.

KEOGH, R. 1979. El futuro de la teca en América tropical; estudio sobre *Tectona grandis* en el Caribe, Centroamérica, Venezuela y Colombia. UNASYLVA. 31(31): 13-19.

- LEUCONA, R. 1996. Microorganismos patógenos empleados en el control microbiano de insectos plaga. Hongos entomopatógenos. Argentina. 35-42 p.
- LITTLE, E. L. y DIXON, R. 1969. Árboles comunes de la provincia de Esmeraldas: estudio de preinversión para el desarrollo forestal Noroccidente. Informe final. FAO, Roma, Italia v 4. 53 p.
- LUJÁN, R. 1997. Plan de reforestación para someter a régimen forestal. Finca Los Saltos. Barca SA. Parrita, Puntarenas, Costa Rica.
- MADRIGAL, T. 1995. Planificación y determinación de rendimientos del primer raleo en plantaciones de *Tectona grandis*. San Carlos, Costa Rica. Informe de práctica de especialidad para optar por el grado de Bachiller en Ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal. Cartago, Costa Rica. pp 4-9.
- MAHAPOL, S. 1964. Teak Thailand. Tailandia. Ministry of Agriculture. Royal Forest Department. no. R. 16. 30 p.
- NAIR, K.S.S. 2000. Insect pests and diseases in Indonesian forests: an assessment of the major threats, research efforts and literature. Center for International Forestry Research. Bogor, Indonesia. pp 37.
- ORDOÑEZ, H. 1999. Evaluación de problemas fitosanitarios en plantaciones de teca en Forestales Costarricenses S.A. Informe de práctica de especialidad para optar por el grado de Bachiller en Ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal. Cartago, Costa Rica. 62 p.
- OLIVER, A.D. y CHAPIN, J.B. 1980. The Cranberry Rootworm: adult seasonal history, and factors affecting its status as a pest of woody ornamentals in Louisiana. Department of entomology, Louisiana State University. Journal of economic entomology. Louisiana, USA. 73 (1):96-99.
- PANDEY, D y BROWN, C. 2000. La teca: una visión global. UNASYLVA. FAO, Roma, Italia. 201(51):3-5.
- “Rhabdopterus Lefèvre”
 <[http:// www.inbio.ac.cr/papers/eumolpinae/Rhabdopterus.htm](http://www.inbio.ac.cr/papers/eumolpinae/Rhabdopterus.htm)>
 (8 enero 2002)
- ROJAS, F. 1981. Especies más utilizadas en los proyectos de reforestación en Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago. 55-56 p.

- SALAZAR, R. 1973. Zonificación ecológica de *Pinus caribaea* var. *Hondurensis*; actualmente y las repercusiones al año 2000. Tesis de Maestría en Ciencias, Magíster Scientiae. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 127p.
- SCHMINCKE, K.H. 2000. Plantaciones de teca en Costa Rica: la experiencia de la empresa Precious Woods. UNASYLVA. FAO, Roma, Italia. 201(51):29-35.
- STREETS, R.J. 1962. Exotic forest trees in the British Commowealth. Oxford, Gran Bretaña, Clarendon Press. 750 p.
- TEWARI, D. N. 1992. A monograph on teak (*Tectona grandis* Linn. f.). International book distributors. Dehra dun, India. pp 216.
- VARGAS, O. 1979. "Picudos y vaquitas" en las hojas del café. Departamento de entomología, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Noticiero del café. San José, Costa Rica. N°180. pp 3-4.
- WEBB, B. D. 1980. Guía y clave para seleccionar especies en ensayos forestales de regiones tropicales y subtropicales. Overseas Development Administration, Londres G.B., Inglaterra. 275 p. Venezuela. Centro de Estudios Forestales de Postgrado, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela. 55p.

Anexo 1. Descripción de los hongos entomopatógenos en *Rhabdopterus* sp.

HONGOS ENTOMOPATÓGENOS

Los hongos entomopatógenos son un grupo de microorganismo ampliamente estudiados en todo el mundo, existiendo más de 700 especies agrupadas en 100 géneros. Estos tienen la característica de poder parasitar a diferentes tipos de artrópodos (insectos y ácaros) en hábitats muy variados, ya sea acuático o terrestre y dentro de estos, en cultivos anuales, semiperennes y perenne.

Del mismo modo, los hongos pueden jugar un papel importante en la salud humana ya que algunas especies son depredadores de moscas y mosquitos. Finalmente, característica de penetrar al hospedante vía tegumento no es muy usual entre el resto de los entomopatógenos.

Su importancia, dentro de un programa de Manejo Integrado de Plagas, lo demuestran las formulaciones que fueron y son realizadas con ellos empleándose en distintos países. En la actualidad, las especies de entomopatógenos que están siendo estudiadas en programas de cooperación con la industria son *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *B. brogniartii*, *Verticillium lecanii*, *Paecilomyces fumoso-roseus* y *Lagenidium giganteum*, utilizándolos para el control de plagas de pasturas, suelo, invernáculo y mosquitos.

Características de los hongos utilizados en las pruebas de manejo *in vitro*

Beauveria bassiana

El género *B. bassiana* pertenece a la clase Deuteromycete y es comúnmente encontrado parasitando insectos. Generalmente la germinación de los conidios ocurre en un período de 12 horas posterior a la inoculación, el hongo penetra, frecuentemente vía tegumento, debido a una acción mecánica y a efectos enzimáticos, proceso que generalmente tarda 12 horas. Pasadas 72 horas de la inoculación el insecto se encuentra totalmente colonizado debido a la gran cantidad de conidióforos y conidios que puede producir esta especie. Las condiciones más favorables para el desarrollo del hongo son: humedad relativa 90% y temperatura de 23 a 28 °C (Batista, 1986).

Los cadáveres de los insectos infectados por este hongo, presentan una cobertura blanca muy densa formadas por el micelio y esporulación del hongo. Este hongo ataca más de 200 especies de insectos, presentándose en condiciones naturales enzoóticamente. Las células coniodiógenas se extienden apicalmente densamente

agrupadas, tienen una base globosa o forma de botella. El raquiz es denticulado en zig-zag y se extiende apicalmente con un conidio por denticulo. El conidio es aseptado, globoso y < a 3.5 μm (Hidalgo, 1999).

Etapas de infección de los hongos entomopatógenos (Leucona, 1996)

El desarrollo de los entomopatógenos y en particular para los Deuteromycetes, puede ser dividido en diez etapas. El desarrollo de una micosis comienza por la **adhesión** al tegumento y la **germinación** de los conidios o esporas sobre éste. Luego se produce la **penetración** a través de la cutícula del insecto, la **multiplicación** del hongo en el hemocelo y la producción de **toxinas** (ciertos hongos o cepas). Sobreviene entonces la **muerte** del insecto y el hongo **coloniza** todo el interior del hospedante. Posteriormente, el micelio sale hacia el **exterior** pasando a través del tegumento, **esporula** sobre la superficie del insecto y finalmente los propágulos son **diseminados** al medio.

Cada uno de estos pasos son importantes no sólo para provocar la muerte del hospedante sino también, para la posterior expansión del hábitat. Se puede afirmar que las tres primeras etapas, adhesión, germinación y penetración, son fundamentales para iniciar el proceso patogénico y son las que más influyen sobre la especificidad entre el patógeno y el hospedante.

Adhesión

Es un fenómeno que permite la fijación de los propágulos o unidades infectivas sobre la superficie del hospedante por medio de mecanismos donde intervienen propiedades físicas, químicas y electrostáticas del patógeno y del hospedante. El contacto entre las unidades infectivas con el tegumento es el prerequisite para el establecimiento y continuación de la micosis. Tal complejidad se puede apreciar por analogía con los trabajos conocidos sobre fitopatógenos, donde se distinguen tres etapas dentro del proceso de adhesión. La primera fase es la **adsorción** o inmovilización del microorganismo sobre la superficie, es una unión pasiva donde intervienen físicos y químicos del sustrato como fuerzas de Van der Waals y electrostáticas. En segundo lugar, se tiene la fase de **contacto** donde la interacción entre el patógeno y el hospedante está en función de la capacidad del propágulo de emitir microextensiones activas que refuerzan las uniones electrostáticas entre ambas superficies. La tercera y última fase es la consolidación de esta interfase y se llama **adhesión**; esta puede ser pasiva y no específica, necesitando de cofactores y de energía, iones, carbohidratos, lípidos, glucoproteínas, etc. Estas tres fases son las que preceden a la germinación del propágulo sobre la superficie del hospedante.

La adhesión es un paso importante en el proceso patogénico y ha sido correlacionada con la especificidad hospedante-patógeno. En la adhesión pueden intervenir sustancias, simples, complejas, que participan en la fijación del propágulo;

algunas de estas moléculas son conocidas como lecitinas, que son proteínas o glucoproteínas de origen no inmunológico pero que pueden provocar, *in vitro* fenómenos semejantes a reacciones inmunológicas. Ellas se caracteriza por aglutinar células o precipitar carbohidratos complejos, y su participación en la adhesión fue demostrada en varios parásitos de vegetales, vertebrados e invertebrados.

Existen además otras sustancias de naturaleza química menos conocidas que están relacionadas con el proceso de adhesión de los propágulos, como los mucopolisacáridos de la pared de las esporas. Se supone que existirían algunos sitios preferenciales del tegumento del hospedante donde los conidios se adhieren, germinan y penetran. Estos lugares corresponderían a las regiones intersegmentadas del insecto, en donde la composición y estructura es sensiblemente diferente al resto del tegumento.

Germinación

Luego de la adhesión e hidratación del conidio o espora sobre el tegumento, germina emitiendo un tubo germinativo con formación, en algunos casos, de un apresorio, para posteriormente penetrar el insecto. Sin embargo, los conidios de un hongo entomopatógeno pueden presentar cuatro comportamientos germinativos diferentes sobre la cutícula del hospedante:

1. Emisión de un tubo germinativo, generalmente corto, que perforará el tegumento.
2. Emisión de un tubo germinativo largo, con un comportamiento errante sobre la superficie y que aparentemente no es capaz de penetrar a través del tegumento.
3. Emisión de tubo germinativo más o menos corto y en cuya extremidad se forma un conidio secundario, de tamaño y sobre todo con forma diferente al primario.
4. No puede germinar.

Los factores climáticos juegan un papel importante durante el proceso germinativo. Sin embargo, existen otros que no siempre han sido bien estudiados y comprendidos. Es conocido que las necesidades nutricionales de los conidios son diferentes según la especie fúngica y/o cepa considerada. Así, diferentes cepas de *M. anisopliae* pueden germinar sobre medios de cultivo simples como agar-agua, mientras que cepas de *B. bassiana* son algo más exigentes en carbono y energía. El hecho que una cepa germine sobre el tegumento de un insecto se le considera como un fenómeno ligado a la especificidad parasitaria, sin embargo, se ha demostrado que esto no puede ser generalizado y depende de las relaciones hospedante-patógeno considerada.

Esto es así porque la composición del tegumento de los insectos varía dentro y entre las especies, pues las sustancias químicas pueden influir en el estímulo requerido para la germinación, el cual puede no ser el mismo que para la penetración. Existen diferentes clases de sustancias dentro de la categoría de lípidos. Algunos ejercen un

efecto estimulador o son necesarios para la germinación de los propágulos, como los hidrocarburos alifáticos y ciertos lípidos polares entre ellos, los ácidos grasos.

Al igual que con la adhesión de los conidios o esporas, se ha comprobado la presencia de sustancias mucilaginosas entre el apresorio y la superficie del hospedante que ayudan a la fijación al tegumento. Asimismo, existe una actividad metabólica apresorial que degrada la capa cerosa de la epicutícula, probablemente gracias a las enzimas allí presentes como: proteasas, amilopeptidasas y esterases que facilitan el proceso de penetración al hospedante.

Penetración

Después de la germinación de las esporas, se produce una serie de transformaciones físicas y/o químicas, tanto a nivel del tegumento como del conidio, que le permite al patógeno penetrar a la cutícula de su hospedante específico. De ser así, podría existir un estímulo determinado para esta penetración, el cual puede ser o no, según el hospedante y patógeno considerado, al estímulo necesario para la germinación como asimismo, el paquete enzimático disponible podría ser insuficiente. Esto lo demuestran los casos donde los conidios logran germinar sobre insectos que no son sus hospedantes pero que no llegan a penetrar en su interior y por consiguiente, no provocan la mortalidad.

La penetración del hongo en la cutícula del hospedante implica una acción combinada de procesos físicos y enzimáticos. Estas enzimas son producidas secuencialmente, reflejando el orden del sustrato sobre el cual actúan. Primeramente, sobre las capas cerosas de la epicutícula y luego, sobre la matriz de proteína y quitina. La localización principal de estas actividades enzimáticas como de otras ha sido detectada en el apresorio, conidios germinados, zooporas e hifas de diferentes hongos. La secreción de enzimas, durante los primeros estados del desarrollo de un hongo, no siempre es condición suficiente para asegurar la penetración al tegumento.

Multiplicación del hongo en el hemocele

Cuando el hongo ataca la cutícula y penetra, puede haber en ellas reacciones de la melanización en el punto de penetración y posteriormente alrededor de los elementos fúngicos. Dichas reacciones pueden ser celulares o humorales, por mediación de células sanguíneas.

Una vez en el interior del insecto, el hongo se multiplica principalmente por gemación, dando formas micelias libres y unicelulares llamadas blastosporas en los Deuteromycetes, pero inexistentes entre los Entomophthorales. Sin embargo, también se producen en el hemocele hifas y protoplastos o células sin pared.

Los insectos tienen un sistema inmunológico, que les permite reconocer y reaccionar a partículas extrañas dentro del hemocele. Estas podrán ser propágulos de hongos, bacterias, virus, etc, los cuales pueden ser fagocitados si los organismos invasores no son muy grandes. Sin embargo, el principal mecanismo de defensa o reacción celular de los insectos es la encapsulación, la cual se produce por concentración de plasmotocitos o granulocitos alrededor del punto de infección, logrando así formar una masa pseudotisular llamada granuloma.

Estas reacciones ocurren rápidamente, evidentemente, para lograr tales fenómenos de defensa, el hospedante debió reconocer al hongo u otra partícula dentro del hemocele. Para lograr estos, parece probable que participen activamente lectinas específicas de los carbohidratos presentes en la pared fúngica, las cuales ya han sido encontradas en la hemolinfa de los insectos.

Existe otro sistema, el de la fenoloxidasa, que ha sido propuesto como interviniente en el reconocimiento de las partículas de hongos en el hemocele, estando localizado o producido en los insectos en células especiales, los granulocitos. Esta enzima se encuentra en un estado inactivo, como una proenzima siendo activada por varios compuestos como proteasas, lípidos, solventes orgánicos, detergentes, etc. La fenoloxidasa es también responsable parcialmente de la melanización en las reacciones de encapsulación del patógeno. Ella además interviene en reacciones humorales.

Producción de toxinas

No todos los hongos o todas las cepas de una misma especie fúngica producen toxinas en el hemocele. El término toxina o también llamada micotoxina se refiere a toda una sustancia venenosa producida por organismos patógenos. Estas toxinas son sustancias que pueden, en ciertos casos, originar la muerte del insecto debido a sus propiedades insecticidas pero además, ellas actúan como inhibidoras de las reacciones de defensa del hospedante por alteraciones de los hemocitos y retardo en la agregación de las células de la hemolinfa.

Las toxinas que producen los hongos entomopatógenos son de dos tipos:

1. Macromoléculas proteicas: son enzimas extracelulares secretadas en cantidades significativas en medios de cultivos o en el interior del insecto.
2. Toxinas de bajo peso molecular: la producción de estos metabolitos secundarios es una propiedad genética de cada hongo, pero su producción puede ser alterada por factores como nutrientes, pH, temperatura, etc. Ellas derivan de precursores tales como acetatos y aminoácidos.

Las principales toxinas de este grupo son los ciclodepsipeptidos, producidos por *B. bassiana* y *M. anisopliae*, siendo las más comunes las dextruxinas. Existe un grupo de pigmentos en los hongos que están más concentrados en sus micelios y son poco

liberados al interior del hemocele. Ellos son producidos por especies de *Beauveria* como el “oosporein” de color rojo y el “bassianin” y “tenellin” de color amarillo.

Muerte del insecto

La muerte del insecto parasitado por un Deuromycete ocurre generalmente antes que el hongo colonice todo el interior del hemocele. Ella es originada, en parte, por la acción de las sustancias tóxicas secretadas por el hongo. La muerte del hospedante marca el final de la fase parasítica para continuar creciendo saprofiticamente por todos los tejidos y compitiendo, en ciertos insectos, con la flora bacteriana intestinal.

Para la mayoría de los Euthophtorales, la multiplicación del hongo es un fenómeno meramente parasitario, el insecto muere cuando es totalmente invadido o muy poco antes de la invasión completa; en este caso la fase saprofítica es muy corta. El tiempo que demanda la muerte del insecto dependerá de la cepa, del hospedante y de los factores ambientales. Se pueden observar cambios en su comportamiento, normal antes de la muerte y cuando ella ocurre no se observan aún signos visibles de una enfermedad fúngica.

Colonización total

Luego de la muerte, el micelio invade todos los órganos y tejidos, comenzando en ciertos casos por el tejido graso. Después de la colonización total, aunque en algunos casos el hongo llega a respetar algunos tejidos como las glándulas de seda, músculos, tráqueas y huevos de pulgones de ovíparos, el cadáver se transforma en una momia resistente a la pudrición bacteriana, aparentemente y sin poder generalizar, debido a la acción de antibióticos liberados por los hongos, entre ellos el oosporin en *B. bassiana*. Estas momias sirven como reservorio del hongo para pasar las condiciones climáticas adversas.

Emergencia del hongo hacia exterior

El hongo se encuentra formando una gran masa miceliar en el interior del hospedante, manteniendo intacto su tegumento. Puede permanecer bajo esta forma en cuanto las condiciones de humedad relativa sean bajas. En cambio en ambiente húmedos y cálidos logrará atravesar nuevamente el tegumento, pero esta vez desde el interior hacia el exterior del insecto. Generalmente emerge por las regiones menos esclerosas del tegumento, como las membranas intersegmentales, o los espiráculos pero esto dependerá del hospedante y de su estado de desarrollo.

En los Entomophthorales, el micelio presente en el interior del cadáver puede evolucionar, según las condiciones exteriores en particular, en conidióforos que darán conidios o esporas de resistencia tanto al interior como al exterior del insecto muerto.

Esporulación

Una vez que las hifas atraviesan el tegumento, ellas pueden quedar en esta etapa vegetativa o pasar a la reproductiva dentro de las 24 o 48 horas, con formación de conidios o esporas, si las condiciones de humedad relativa son altas. El insecto pasa ahora a tomar una coloración que será característica para cada especie de hongo. Para el caso de *B. bassiana* (blanco) y *M. anisopliae* (verde oliva o ceniciento).

Diseminación

Los conidios o esporas formadas sobre el insecto se diseminan por acción del viento, agua, el propio hombre o de otros organismos.

Factores que influyen en estabilidad del hongo (Donald et al., 1997)

Luz

La luz puede disminuir el efecto del hongo dependiendo de los requerimientos de este para su desarrollo, en algunos casos reportados se demuestra que las esporas de *M. anisopliae* en soluciones acuosas expuestas a la luz del sol presentan una alta mortalidad.

Temperatura

Para que se mueran los conidios de la mayoría de los entomopatógenos tiene que estar expuestos a temperaturas superiores a los 50°C. Mientras menor sea la temperatura a la que están expuestas las esporas mayor será su viabilidad.

El almacenamiento de las esporas de *M. anisopliae* y *B. bassiana* debe ser a una temperatura entre los 8 y 21°C la viabilidad a los cuatro meses de almacenaje es prácticamente cero y a los 8°C se obtiene hasta un 80% de viabilidad pasados 12 meses.

Sustrato

La superficie sobre la cual se desarrolla el hongo puede afectar la sobrevivencia

Humedad

Condiciones de alta humedad son necesarias para el éxito en la utilización del hongo en el control biológico.

Químicas

En general los hongos entomopatógenos soportan desarrollarse en un medio con un pH oscilante entre 5-10, un desarrollo óptimo en pH de 7.

Seguridad en el empleo de hongos

Se puede decir que ellos no causan ningún perjuicio ya que, entre otras cosas, difícilmente logran desarrollarse dentro de la temperatura normal de los mamíferos. Los posibles problemas alérgicos debidos a la inhalación de partículas fúngicas por los operarios de las biofábricas, varían con la predisposición de cada persona, así como ocurre con el polen de ciertas flores (Leucona, 1996).

Características de los hongos patógenos identificados en los individuos de *Rhabdopterus* sp.

Metarhizium anisopliae

Es un Deuteromycete que pertenece a la familia Moniliaceae. Posee conidiófros característicos, sobre los cuales surgen conidios en forma de columnas compactas.

El efecto del hongo sobre el hospedero varía según la cepa de la que provenga el hongo (Batista, 1986).

Es un patógeno capaz de infectar a más de 300 especies de insectos que pertenecen a siete órdenes. Los cadáveres de los insectos infectados se observan completamente cubiertas con micelio, el cual es de coloración blanca con tendencia a ser de color verdusco una vez que este esporulando. Las células conidiógenas (fiálidas) tienen ápices redondeados o cónicos y están arreglados en densos himenios. Los conidióforos son ramificados repentinamente formando una estructura semejante a un candelabro. Los conidios son septados, cilíndricos u ovoides, formando cadenas usualmente acomodadas en columnas prismáticas o cilíndricas, también en masas sólidas de cadenas paralelas, verde pálido a brillante verde-amarillo, oliváceo. El estado sexual es *Cordieps* (Hidalgo, 1999).

Anexo 2. Información de las sustancias empleadas en las pruebas de control para *Rhabdopterus* sp. (Castillo, 1995)

REGENT 20 SC

Ingrediente activo: Fipronil

Nombre Comercial: Regent

Grupo químico: Pirazol

Acción biocida: Insecticida

Modo de acción: Contacto

Estabilidad: Es estable con la mayoría de plaguicidas de uso común en el cultivo.

Formulación: (±)-5, 5 amino-1-(2, 6-dicloro-a, a, a – trifluoro-p-tolyl)-4-trifluorometilsulfingpirazol-3-carbonitrilo 20% p/v, inertes 80 % p/v. Concentrado soluble.

Clasificación OMS: Ligeramente tóxico, categoría III

Acción tóxica y síntomas: Se presenta irritación de la piel y de los ojos.

NEEM – X 3 EC

Ingrediente activo: Azadiractina

Nombre Comercial: NEEM – X 3 EC

Nombre común: Azatina 3 EC

Grupo químico: Botánico

Acción biocida: Insecticida

Modo de acción: Estomacal y contacto

Estabilidad: Estable con los productos de uso común y surfactantes no catiónicos, no es compatible con medios alcalinos.

Formulación: Azadiractina 3% p/v y ingredientes inertes 97% p/v. Centrado emulsificante.

Clasificación OMS: Ligeramente tóxico, categoría III

Acción tóxica y síntomas: Se presenta dolor de cabeza, fiebre, dificultad para respirar, irritación de la piel y dermatitis en caso de contacto prolongado.

BEAUVEDIECA

Ingrediente activo: *Beauveria bassiana*

Nombre Comercial: Beauvedieca

Nombre común: Azotina 3 EC

Grupo químico: Botánico

Acción biocida: Insecticida

Modo de acción: Por hongo entomopatógeno por germinación de los conidios penetrando luego por las vías respiratorias del insecto, luego se va propagando por el interior, produciendo micelio, se alimenta de la hemolinfa, causando parálisis en al. Insecto.

Estabilidad: No es recomendable mezclar con ningún tipo de plaguicida.

Formulación:

Toxicidad humana DL50:

Clasificación OMS: Ligeramente tóxico, categoría III

Acción tóxica y síntomas: Si bien se tiene ampliamente documentado que este producto es selectivo para insectos no provocando perjuicios a otros seres vivos, existe la predisposición de algunas personas a presentar cuadros leves de dolor de cabeza, náuseas, alergias, y dificultad para respirar.

MALATHION

Ingrediente activo: malation

Nombre Comercial: Belation, Belathion, Dosema, K-Thion, Malathion, Mata piojos

Nombre común: malathion

Grupo químico: organofosforado

Acción biocida: insecticida, acaricida

Modo de acción: contacto, estomacal, respiratorio (no sistémico)

Estabilidad: estable en medios ácidos

Formulación: diethyl (dimetoxitiofosforoito) succinato 56% p/p y ingredientes inetes 44%, concentrado emulsificante, polvo soluble

Toxicidad humana

Toxicidad aguda DL50/CL 50: oral (ratas): 1375-2800 mg/kg
Inhalación (ratas): ND
Dérmico (conejos): 4100 mg/kg

Clasificación OMS: ligeramente tóxico, categoría III

Acción tóxica y síntomas: inhibición de colinesterasas. Síntomas leves: debilidad, cefalea, visión borrosa, salivación, lagrimeo, náuseas, vómito, anorexia, dolor abdominal, inquietud, miosis, espasmo bronquial. Moderados: súbita debilidad generalizada, cefalea, visión alterada, sialorrea, sudoración, vómitos, diarrea, bradicardia, hipertoniá, dolor abdominal, espasmo de músculos faciales, temblor en manos y cuerpo, ansiedad, marcha alterada, sentimientos de temor, miosis, nistagmus, dolor de pecho, disnea, cianosis de mucosas, crépitos. Severos: temblores súbitos, convulsiones generalizadas, trastornos psíquicos, cianosis intensa de mucosas, edema pulmonar, coma, muerte por fallo cardiorrespiratorio

Capacidad irritativa: ocular: moderada dérmica: leve

Actividad alergénica: negativa

WK 85 SL

Ingrediente activo: nonoxinol

Nombre Comercial: WK 85 SL

Grupo químico: penetrante-humectante

Acción biocida: dispersante

Modo de acción: contacto

Formulación: nonoxinol 85% p/p y ingredientes inertes 15%.

Anexo 3. Aislamiento de un hongo patógeno a partir de individuos de *Rhabdopterus* sp. (Arguedas, 1999).

Medios de cultivo

Todos los hongos requieren de compuestos químicos y elementos para crecer y reproducirse. Para ello se puede preparar a nivel de laboratorio sustratos o medios artificiales para el desarrollo de estos patógenos. Los medios de cultivos más comunes son P-D-A (papa-dextrosa-agar), M-A (extracto de malta-agar) y V-8 (Jugo de legumbres). Algunos microorganismos pueden requerir materiales suplementarios como vitaminas para poder crecer apropiadamente en estos medios (Arguedas, 1999).

Medio de cultivo

Es una sustancia o solución que permite el crecimiento de un organismo o grupo de organismos, establecido con fines experimentales o industriales.

Cultivo

Es el producto del crecimiento de un microorganismo o grupo de organismos, establecido con fines experimentales o industriales.

Cultivo puro

Es el cultivo de un solo organismo y su progenie. Es un cultivo clonal de un organismo libre de todo contaminante.

Los medios generalmente son sólidos y se preparan y conservan en frascos de vidrio. Cuando se van a utilizar se depositan en condiciones de asepsia en platos Petri para formar una lámina de aproximadamente 5 mm de espesor (Arguedas, 1999).

Procedimiento

Preparación del medio de cultivo sólido

Se utilizó como medio de cultivo P-D-A (papa-dextrosa-agar). Para su preparación se miden 1000 ml de agua, 200 gr de papa, 20 gr de dextrosa y 15 ml agar.

Posteriormente se hierve los 200 gr de papa con los 1000 ml de agua, el caldo que se produce se utiliza para el medio. Luego en el caldo se disuelve el agar y dextrosa, a una temperatura baja y con movimiento continuo.

Una vez que se ha obtenido un líquido espeso, se pasa a un Elenmeyer, y posteriormente se coloca en la autoclave por 15 minutos a una presión de 15 lb y 270 °F de temperatura para esterilizar el medio. Después de que se termina el tiempo se deja que se baje la presión y temperatura, el medio se deja enfriar por 10 minutos. También se esterilizan los platos Petri que se van a utilizar.

Aislamiento del hongo

En una cámara de transferencia, se coloca el medio de cultivo y los platos Petri, para realizar el chorreo de 4 ml de medio en cada plato, el medio se solidificará en los platos Petri.

Posteriormente se toma parte del hongo entomopatógeno desarrollado en el insecto y se coloca en el medio. Para hacer el paso anterior, primero se toma un aza y se coloca en la llama del mechero hasta que tome una coloración roja esto garantiza que no hay contaminación en el aza. SE deja enfriar por diez minutos. Una vez el aza esterilizada y fría se toma una porción de inóculo y se deposita en el medio. Se colocan tres micro-muestras por plato Petri con el fin de tener un cultivo puro.

Para obtener el cultivo puro es necesario hacer tres micro-muestras del hongo entomopatógeno provenientes del plato Petri de crecimiento inicial (Arguedas, 1999).

Anexo 4. Análisis estadístico de las pruebas de manejo *in vitro* realizadas en el laboratorio.

One-way aov for vivos by trata (hongos y testigo)

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
BETWEEN	2	29.1736	14.5868	7.23	0.0063
WITHIN	15	30.2604	2.01736		
TOTAL	17	59.4340			

	CHI-SQ	DF	P
Bartlett's test of equal variances	3.67	2	0.1597

Cochran's Q	0.4654
Largest var / smallest var	5.9298

Component of variance for between groups	2.09491
Effective cell size	6.0

TRATA	SAMPLE MEAN	GROUP SIZE	STD DEV
1	1.2917	6	1.6615
2	1.9167	6	1.6783
3	4.2500	6	0.6892
TOTAL	2.4861	18	1.4203

Cases included 18 Missing cases 0

TUKEY (HSD) COMPARISON OF MEANS OF VIVOS BY TRATA

TRATA	MEAN	HOMOGENEOUS GROUPS
3	4.2500	I
2	1.9167	.. I
1	1.2917	.. I

There are 2 groups in which the means are not significantly different from one another.

Critical Q value	3.675	Rejection level	0.050
Critical value for comparison	2.1309		
Standard error for comparison	0.8200		

ONE-WAY AOV FOR VIVOS BY TRATA (MEDIANTE PLAGUICIDAS)

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
BETWEEN	3	53.1367	17.7122	27.26	0.0000
WITHIN	12	7.79688	0.64974		
TOTAL	15	60.9336			

At least one group variance is near zero; variance-equality tests cannot be computed.

Component of variance for between groups 4.26563
 Effective cell size 4.0

TRATA	SAMPLE		GROUP
	MEAN	SIZE	STD DEV
1	0.5625	4	1.1250
2	0.0000	4	0.0000
3	0.8750	4	1.1273
4	4.6250	4	0.2500
TOTAL	1.5156	16	0.8061

Cases included 16 Missing cases 0

TUKEY (HSD) COMPARISON OF MEANS OF VIVOS BY TRATA

TRATA	MEAN	HOMOGENEOUS GROUPS
4	4.6250	I
3	0.8750	.. I
1	0.5625	.. I
2	0.0000	.. I

There are 2 groups in which the means are not significantly different from one another.

Critical Q value 4.199 Rejection level 0.050
 Critical value for comparison 1.6925
 Standard error for comparison 0.5700

Anexo 6. Datos obtenidos de la valoración del daño por adultos de *Rhabdopterus* sp. en la finca von Moos, Parrita, Puntarenas. 2001

Parcela 1		Parcela 2		Parcela 4		Parcela 3	
# árbol	índice	# árbol	índice	# árbol	índice	# árbol	índice
2	2	1	2	2	1	1	2
3	2	2	4	3	1	2	2
4	3	4	3	6	1	4	1
5	1	5	3	7	1	5	2
6	1	7	3	8	1	8	1
9	2	9	4	10	1	10	1
10	2	10	2	11	1	11	1
11	3	12	3	12	1	12	1
12	2	13	3	13	1	13	2
13	2	15	2	14	1	14	1
15	2	17	3	15	1	15	1
16	2	18	4	16	1	16	1
17	1	19	3	17	1	17	2
20	1	21	2	18	1	18	1
21	2	23	3	19	1	19	2
22	1	24	2	20	1	20	1
23	1	25	2	21	1	21	1
24	2	26	2	22	1	22	1
26	2	28	2	23	1	23	1
28	3	29	3	25	1	26	1
29	3	30	3	26	1	27	1
30	2	31	3	28	1	28	1
32	1	32	2	29	1	29	2
33	1	33	4	30	1	30	2
34	1	34	3	31	1	31	1
35	2	35	2	32	1	32	1
36	2	36	2	34	1	33	2
		37	2	35	2	35	1
		38	3	37	2	36	2
		41	2	38	1	37	1

Anexo 7. Datos obtenidos de la valoración del daño por adultos de *Rhabdopterus* sp. en la finca Los Saltos, Parrita, Puntarenas.2001.

Parcela 7		Parcela 9		Parcela 5		Parcela 3		Parcela 2	
# árbol	índice	# árbol	índice	# árbol	índice	# árbol	índice	# árbol	índice
1	1	1	2	1	2	2	2	2	2
2	0	2	2	3	1	3	1	4	3
3	1	3	1	5	2	7	2	9	2
6	2	4	1	8	1	9	3	10	3
7	0	5	1	10	1	12	1	11	2
8	2	6	1	11	2	13	2	12	1
9	1	7	2	12	1	15	2	15	2
10	1	8	3	13	2	16	2	16	1
13	1	10	1	14	1	19	2	17	2
14	1	11	2	15	1	20	1	23	3
15	0	12	2	17	1	21	2	24	2
17	1	13	3	18	2	23	2	25	2
18	0	14	1	20	2	25	1	27	3
19	0	16	2	21	2	26	3	31	2
20	1	17	2	22	2	27	2	33	1
21	1	18	3	23	1	28	2	36	3
22	0	19	3	26	1	31	3	38	3
23	2	20	2	27	2	36	3	39	1
24	0	21	2	30	2	38	3	42	2
26	3	23	2	32	2	39	2	43	2
28	1	25	3	33	1	40	1	45	3
29	1	26	2	35	2	41	2	47	3
30	2	27	3	36	2	43	1	51	3
31	1	28	1	37	2	44	2	52	2
33	0	29	2	38	1	45	2	53	2
34	1	30	1	39	2	48	1	56	2
35	0	31	2	40	2	51	2		
40	1	32	2	44	1	52	1		
41	2	34	1	45	2	54	2		
42	2	35	1	46	1	55	3		
43	2	36	2	47	2	57	2		
44	3	37	2	48	3				
45	2	39	2	50	2				
47	2	40	1	51	1				
48	1	41	2						
49	1	42	1						
50	1	43	1						
51	1	45	1						
52	1	47	1						
		48	1						
		49	1						

Anexo 8. Datos obtenidos de la valoración del daño por adultos de *Rhabdopterus* sp. del proyecto TW VI, Altamira, San Carlos, Alajuela. 2001.

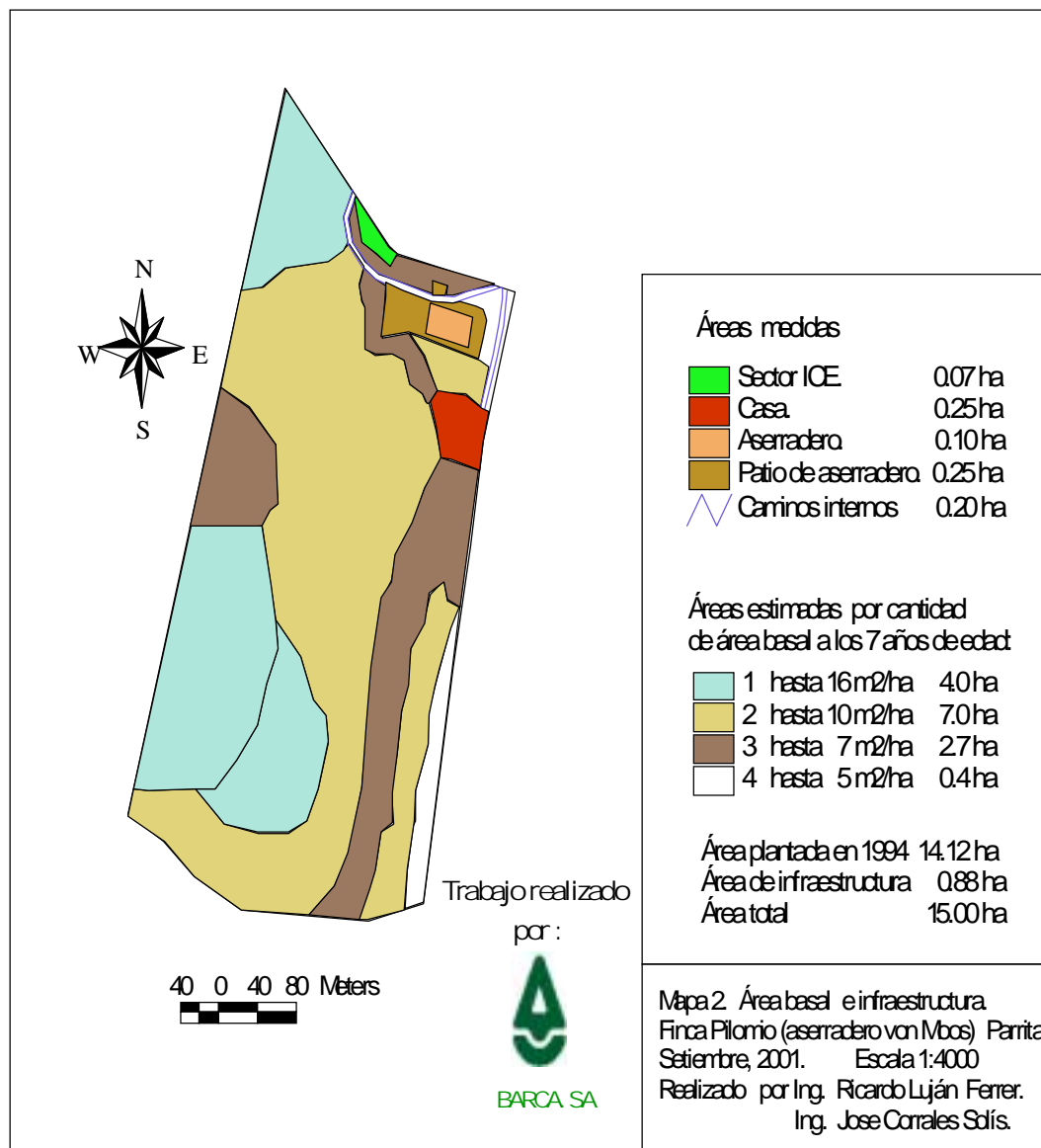
Lote 5	P1	Lote 10	P3	Lote 10	P5	Lote 11	P1	Lote 11	P8	Lote 12	P6
# árbol	índice	# árbol	índice	# árbol	índice	# árbol	índice	# árbol	índice	# árbol	índice
1	2	1	1	6	2	2	1	1	1	2	1
2	2	3	1	10	2	3	1	4	1	3	2
3	1	4	0	15	2	6	1	5	0	4	2
4	1	5	0	17	1	7	1	8	1	6	1
6	2	7	1	19	2	13	0	14	1	8	1
7	2	8	1	22	2	18	1	17	1	11	1
8	1	9	1	27	1	24	1	19	1	12	1
10	2	13	1	31	1	33	1	21	1	14	1
12	2	14	1	33	1	38	1	24	1	20	1
13	2	16	1	37	2	39	1	27	1	22	1
14	1	18	0	53	1	43	1	33	1	24	2
15	1	20	1	59	1	46	1	34	1	25	1
16	1	21	0	63	1	50	2	36	1	27	1
17	2	23	0	67	1	51	1	39	1	30	1
18	1	24	0	70	2	53	1	41	1	41	1
19	1	27	2	74	2	57	1	42	1	43	1
20	3	32	1	86	2	59	1	43	2	46	2
21	1	33	2	90	2	62	1	47	1	48	1
23	1	34	1	91	1	63	1	49	1	49	1
24	1	36	1	93	2	66	1	52	2	50	1
25	1	37	1	95	1	67	1	56	1	52	1
26	1	38	1			71	1	61	2	59	1
27	1	40	0			77	1	63	1	60	2
28	2	41	0			83	1	64	1	65	1
29	1	43	1			86	2	67	1	67	2
30	1	44	1			88	1	69	1	81	1
41	1	45	1			91	1	74	1	82	1
42	2	47	1			94	1	79	1	84	1
43	1	48	1			98	1	82	1	84	0
44	1	49	0					85	1	85	1
45	1	53	1					88	1	86	1
46	2	54	1					89	1	86	1
47	1	57	1					94	1	88	1
49	1	58	0					97	1	89	1
51	2	60	1							90	1
52	2	61	1							91	1
53	2	63	1							92	1
55	2	64	1							93	1
56	2	69	1							93	0
57	2	73	1							94	1
58	1	76	1							95	1
59	1	77	1							96	2
61	1	78	0							97	1
63	1	80	1							98	1
65	2	81	1							99	1
66	2	83	1								
67	1	84	1								
68	1	89	2								
70	2	94	2								
81	1	96	1								
82	1	97	1								
86	2	98	1								
87	2										
89	1										
91	2										
92	2										
94	2										
95	1										
99	1										
100	2										

Anexo 9. Datos obtenidos de la valoración del daño por adultos de *Rhabdopterus* sp. del proyecto TW VI, Altamira, San Carlos, Alajuela. 2001.

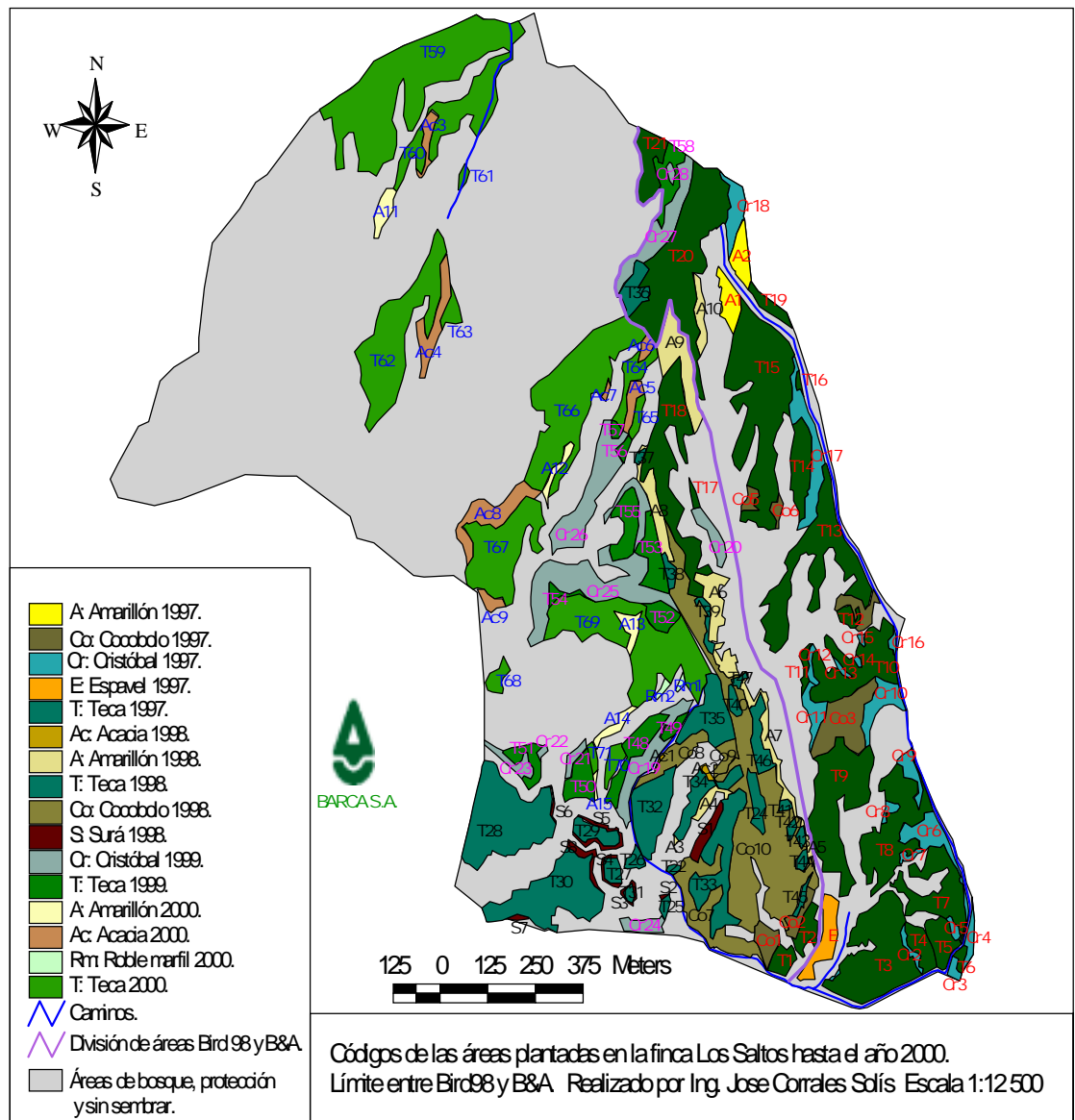
Lote GA	P1	Lote GA	P5	Proy tw5	P29	Proy tw5	P30	Proy tw3	P7	Proy tw3	P16
# árbol	índice	# árbol	índice	# árbol	índice	# árbol	índice	# árbol	índice	# árbol	índice
2	1	6	1	2	2	5	1	2	1	3	1
3	3	8	1	6	2	7	2	6	2	3	1
5	2	11	1	7	2	10	2	21	2	5	1
6	1	14	0	8	1	11	1	22	3	10	1
7	3	19	0	11	2	12	1	24	2	14	1
9	2	23	1	13	3	16	1	31	1	17	1
10	1	24	1	14	2	18	2	35	2	18	1
11	1	26	0	19	1	21	2	40	2	20	1
15	1	27	1	20	1	26	1	52	1	23	1
18	3	28	0	23	1	38	1	55	1	27	1
21	2	31	1	26	2	39	2	57	2	28	2
22	1	34	1	28	1	40	2	58	1	30	1
23	1	35	1	32	1	44	2	59	1	32	1
26	2	37	1	35	3	47	1	61	2	37	1
27	1	38	0	38	1	51	1	62	2	40	1
29	1	39	1	41	2	53	2	63	1	42	1
30	2	42	1	42	1	56	2			47	1
31	2	43	1	50	2	61	1			51	1
34	1	44	0	52	2	62	1			53	1
36	1	46	1	54	1	73	1			55	1
38	1	48	1	58	1	76	1			56	1
41	1	51	0	59	1	77	1			58	1
42	2	57	1			79	2			64	1
43	1	58	1			84	1			65	2
45	2	63	1			85	1			66	1
46	2	64	1			91	1			67	1
47	1	66	1							71	1
49	3	67	1							74	2
51	1	68	1							76	2
52	1	71	0								
54	2	74	1								
56	1	77	1								
59	2	78	1								
60	2	79	1								
61	1	82	1								
62	1	83	1								
63	2	84	1								
66	2	86	1								
67	2	87	0								

70	1	88	1
71	1	97	1
74	1	98	0
75	1		
76	2		
78	1		
79	2		
80	1		
81	1		
83	1		
85	2		
87	1		
89	1		
92	1		
94	2		
96	1		
98	1		
99	2		

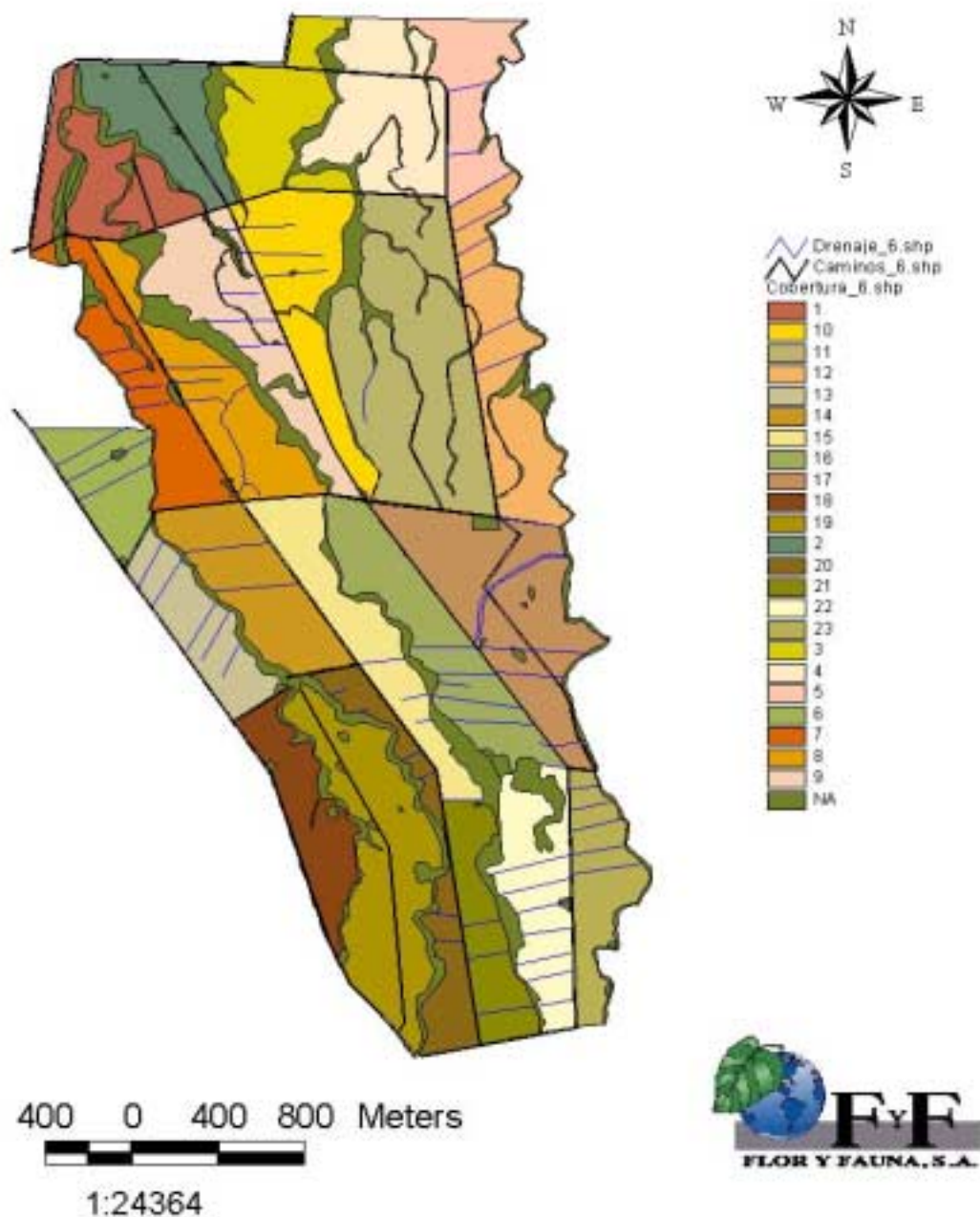
Anexo 10. Mapa de la plantación de *Tectona grandis* en la finca von Moos, Barca S.A., Parrita, Puntarenas. 2001.



Anexo 11. Mapa de la plantación de *Tectona grandis* en la finca Los Saltos, Barca S.A., Parrita, Puntarenas. 2001.



Anexo 12. Mapa de la plantación de *Tectona grandis* en el proyecto TW VI, Flor y Fauna S.A., San Carlos, Alajuela. 2001.



Mapa del proyecto TW VI con sus respectivos lotes y ubicación de las PPM,
Flor y Fauna S.A., San Carlos, Alajuela. 2001.

Trabajo realizado por el Ing. Esteban Campos y el estudiante Randall Muñoz.
San Carlos, Alajuela. 2001

Anexo 13. Mapa de la plantación de *Tectona grandis* en el proyecto TW VII, Flor y Fauna S.A., San Carlos, Alajuela. 2001.

