

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE INGENIERIA FORESTAL

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD



EVALUACIÓN FITOSANITARIA DE LAS PLANTACIONES DE
***Tectona grandis* L.f.**
DE ECOFOREST (PANAMA) S.A., PANAMÁ.

Cristian Baltodano Vargas

Cartago, Noviembre 2007

EVALUACIÓN FITOSANITARIA DE LAS PLANTACIONES DE
***Tectona grandis* L.f.**
DE ECOFOREST (PANAMA) S.A., PANAMÁ.

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.
Profesora guía

Ing. Alexander Berrocal, M.Sc.
Lector del ITCR

Biol. Edwin Canessa, Ph.D.
Lector del ITCR

Dedicatoria

**A Dios por todas las bendiciones recibidas y por permitirme
llegar hasta este momento y darme las fuerzas para
vencer cualquier obstáculo.**

**A mi familia, en especial a mis padres por todo su amor,
apoyo, sacrificio y dedicación para conmigo,
su esfuerzo hoy se ve recompensado.**

**A la persona que me ha llenado de amor y felicidad
Gaby.**

Agradecimientos

A Dios por llenarme de bendiciones y permitirme cumplir mis metas.

A mi familia por su amor y apoyo incondicional.

A los profesores que participaron en mi formación personal y profesional.

A Marcela Arguedas por haber depositado su confianza en mi persona al darme la oportunidad de desarrollar esta práctica de especialidad.

A la empresa Ecoforest (Panamá) S.A., por la confianza y apoyo durante mi estadía en cada una de las operaciones, en especial al Ing. Jean Marc Verjans.

A los señores Renato, Eduardo, Benjamín y Yenry, jefes de operación por su ayuda logística y demás facilidades.

A todo el personal de la empresa Ecoforest (Panamá) S.A. en especial a los señores Nicolás, Jaime y José Luis por su colaboración en el campo.

A mis compañeros, gracias por su amistad y ayuda en los momentos de apremio.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	1
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13
OBJETIVOS	14
Objetivo general	14
Objetivos específicos	14
REVISIÓN DE LITERATURA	15
Teca (<i>Tectona grandis</i> L.f.)	15
Antecedentes	15
Características.....	15
Problemas fitosanitarios.....	16
Cuantificación de daños	19
METODOLOGÍA.....	20
Descripción del área de estudio	20
Clima y zona de vida de las plantaciones	20
Topografía de las plantaciones.....	21
Inspección fitosanitaria.....	21
Labores pre-trabajo de campo	21
Trabajo de campo	22
Recolección de especímenes.....	23
Trabajo de laboratorio	24
Análisis de información.....	24
Incidencia de problemas fitosanitarios vrs calidad de sitio	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
Inspección fitosanitaria.....	26
<i>Azteca</i> sp.	27
<i>Crematogaster</i> sp.	28
Valoración.....	33

Incidencia de problemas fitosanitarios vrs calidad de sitio	36
Descripción de los principales problemas fitosanitarios	43
<i>Olivea tectonae</i> (TS & K.) Mulder	43
<i>Agrobactrium tumefaciens</i>	47
<i>Dothiorella</i> sp.	49
<i>Pseudoepicocum tectonae</i>	51
<i>Nasutitermis corniger</i>	53
<i>Atta</i> spp.....	55
<i>Plagiohammus spinipennis</i>	58
<i>Phyllophaga</i> sp.	60
<i>Rhabdopterus</i> sp.....	63
<i>Walterianella</i> sp.	65
Barrenador del líber	67
Daños por vertebrados	68
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
BIBLIOGRAFÍA	73
ANEXOS	76

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Problemas fitosanitarios de la teca (<i>Tectona grandis</i> L.f.) en Centroamérica.	17
Cuadro 2. Problemas fitosanitarios de la teca (<i>Tectona grandis</i> L.f.) reportados en las plantaciones pertenecientes a Ecoforest (Panamá) S.A... 18	
Cuadro 3. Problemas fitosanitarios identificados en las plantaciones de <i>Tectona grandis</i> L.f., pertenecientes a la empresa Ecoforest (Panamá) S.A. Octubre, 2007.....	26
Cuadro 4. Problemas fitosanitarios de origen abiótico en las plantaciones de <i>Tectona grandis</i> L.f., pertenecientes a la empresa Ecoforest (Panamá) S.A. Octubre, 2007.	29
Cuadro 5. Incidencia de los problemas fitosanitarios identificados en las PPM para cada operación. Ecoforest (Panamá) S.A. Octubre, 2007.	33
Cuadro 6. Parcelas atacadas por <i>Rhabdopterus</i> sp. de acuerdo a la categoría de severidad y según sitio. Ecoforest (Panamá) S.A. Octubre, 2007.....	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Nido de <i>Azteca</i> sp., en árbol de <i>Tectona grandis</i> L.f. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.	27
Figura 2. Efecto de las hormigas bajo la corteza en árbol de <i>Tectona grandis</i> L.f. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.....	28
Figura 3. Distribución del porcentaje de árboles afectados con <i>Olivea tectonae</i> , según índice de sitio, para las tres operaciones. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.	37
Figura 4. Distribución del porcentaje de árboles afectados con <i>Dothiorella</i> sp., según índice de sitio, para las tres operaciones. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.	39
Figura 5. Distribución del porcentaje de árboles afectados con <i>Rhabdopterus</i> sp., índice de sitio, para las tres operaciones. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.	41
Figura 6. Ataque de <i>Olivea tectonae</i> en el follaje de <i>Tectona grandis</i> . Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.	44
Figura 7. Hojas de <i>Tectona grandis</i> atacadas por <i>Olivea tectonae</i> con presencia del Hiperparásito "hongo negro". Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.....	46
Figura 8. Tumor producido por <i>Agrobacterium tumefaciens</i> en fuste de un árbol de <i>Tectona grandis</i> . Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.	48
Figura 9. Cancro viejo producido por <i>Dothiorella</i> sp., en árbol de <i>Tectona grandis</i> . Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.	49
Figura 10. Cancro inactivo producido por <i>Dothiorella</i> sp., en árbol de <i>Tectona grandis</i> . Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.	50
Figura 11. Hoja de <i>Tectona grandis</i> L.f. atacada por <i>Pseudoepicocum tectonae</i> . Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.	52
Figura 12. Túneles construidos por <i>Nasutitermis corniger</i> , en árbol de <i>Tectona grandis</i> . Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.	54

Figura 13. Daños producidos por <i>Atta</i> spp., en hojas de <i>Tectona grandis</i> . Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.	56
Figura 14. Abultamiento en fuste de un árbol de <i>Tectona grandis</i> producido por larva de <i>Plagiohammus spinipennis</i> . Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.	59
Figura 15. Marchitez del follaje de <i>Tectona grandis</i> producto del ataque del <i>Phyllophaga</i> sp. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.	61
Figura 16. Larva de <i>Phyllophaga</i> sp., encontrada en muestreo rápido en la operación Santa Clara. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.	62
Figura 17. Daños a hoja de <i>Tectona grandis</i> producido por el adulto de <i>Rhabdopterus</i> sp. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.	64
Figura 18. Daños a hoja de <i>Tectona grandis</i> producido por el adulto de <i>Walterianella</i> sp. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.	66
Figura 19. Galerías producidas por barrenador del líber. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.	67
Figura 20. Daños producidos por el vertebrado <i>Odocoileus virginianus</i> a árbol de <i>Tectona grandis</i> . Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.	68
Figura 21. Daños producidos por el vertebrado <i>Nasua narica</i> al fuste de un árbol de <i>Tectona grandis</i> . Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.	69

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Incidencia de ataque de acuerdo al número de parcelas, árboles atacados y porcentajes para cada operación. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007. 76

Anexo 2. Parcelas evaluadas en la inspección fitosanitaria por lote con su respectiva clasificación de sitio para cada operación. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007. 79

RESUMEN

En las plantaciones de *Tectona grandis* L.f. pertenecientes a la empresa Ecoforest (Panamá) S.A., se realizó una evaluación del estado fitosanitario de las mismas. Las áreas plantadas, se encuentran distribuidas en tres grandes operaciones: Las Pavas, La Represa y Santa Clara; éstas se encuentran divididas en lotes de área diferente, en los cuales se han implementado por parte de la empresa parcelas permanentes de monitoreo (PPM). De los problemas fitosanitarios detectados 10 se debían a insectos, cinco a patógenos, dos por vertebrados y ocho provocados por condiciones ambientales y fisiológicas. La mayoría de los problemas fitosanitarios se presentaron en el follaje, donde la roya *Olivea tectonae* y el defoliador *Rhabdopterus* sp. se encontraban en forma generalizada. Con respecto al ataque de *Rhabdopterus* sp. en las operaciones Represa y Santa Clara se encontraron defoliaciones más severas, que podrían ameritar la implementación de algún tipo de manejo. En el fuste el principal daño fue el cancro producido por *Dothiorella* sp., pero no se encontró canchros activos. Se comprobó una relación entre incidencia del cancro *Dothiorella* sp. y el índice de crecimiento para cada PPM.

Palabras clave: *Tectona grandis*, Teca, Plantaciones, Evaluación fitosanitaria, *Olivea tectonae*, *Rhabdopterus* sp., *Dothiorella* sp., Panamá

ABSTRACT

In *Tectona grandis* Lf plantations belonging to the company Ecoforest (Panama) SA, an assessment of the state phytosanitary of plant has been completed. The planted areas are divided into three major operations: Pavas, Represa y Santa Clara, these are divided into lots of different area, in which have been implemented by the company permanent monitoring plots (PPM). Of the phytosanitary problems found 10 were due to insects, five to pathogens, and two by vertebrates and eight caused by physiological and environmental conditions. Most of the phytosanitary problems occurred in the foliage, where *Olivea tectonae* and *Rhabdopterus* sp. they were widespread. With regard to the attack *Rhabdopterus* sp. In operations Represa and Santa Clara were found harsher missed foliage, which could warrant the implementation of some kind of management. The main shaft damage on trunk was caused by *Dothiorella* sp., but was not found sores assets. A relationship between the incidence sores *Dothiorella* sp., and the growth rate for each PPM was found.

Keywords: *Tectona grandis*, Teakwood, Plantations, phytosanitary evaluation, *Olivea tectonae*, *Rhabdopterus* sp., *Dothiorella* sp., Panama

INTRODUCCIÓN

La teca (*Tectona grandis* L.f.), actualmente es una madera que cuenta con gran reputación en el mercado internacional, debido a la alta calidad por su atractivo y durabilidad, a que posee gran resistencia al ataque de hongos e insectos y por sus excelentes características, se considera como una de las más valiosas del mundo (Fonseca, 2004). Es por eso que el establecimiento de plantaciones se vuelve un negocio atractivo, lo que ha convertido a la teca en una especie de las más utilizadas por las empresas reforestadoras establecidas en las zonas tropicales.

Conscientes de esto la empresa Ecoforest S.A. (Panamá) ha procurado contar con plantaciones certificadas que respalden el buen manejo de sus plantaciones tanto en el aspecto silvicultural como en lo referente al Manejo Integrado de Plagas Forestales, ya que hasta el momento se han identificado 20 especies de insectos, 18 de patógenos, dos de vertebrados y un muérdago asociadas a la teca en la región centroamericana (Arguedas, 2003), que perjudican el éxito económico del cultivo de la misma.

La finalidad del trabajo consistió en inspeccionar las condiciones fitosanitarias actuales en las que se encuentran las plantaciones de la empresa ECOFOREST (Panamá) S.A., con el fin de determinar el estado fitosanitario actual mediante la inspección de plagas que afecten su desarrollo.

OBJETIVOS

Se exponen a continuación los objetivos del estudio.

Objetivo general

Realizar una evaluación fitosanitaria de las plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.f.) de la empresa Ecoforest (Panamá) S.A.

Objetivos específicos

- Realizar una inspección fitosanitaria en las operaciones de la empresa, con el fin de identificar las diferentes plagas que afectan las plantaciones.
- Realizar una búsqueda bibliográfica acerca de los problemas fitosanitarios más comunes en plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.f.).
- Determinar si existe una relación entre la incidencia de problemas fitosanitarios y la calidad de sitio.

REVISIÓN DE LITERATURA

Teca (*Tectona grandis* L.f.)

Antecedentes

La teca (*Tectona grandis* L.f.) fue introducida en América tropical primero en Trinidad y Tobago en el año de 1913 procedente de Myanmar (Beard, 1943, citado por Muñoz, 2002).

En el año 1926 la especie llegó a América Central, específicamente a Panamá con procedencia de Sri Lanka. Ese mismo año se establecieron las primeras plantaciones de esta especie en el territorio centroamericano, propiamente en Costa Rica, con semillas de igual procedencia (Fonseca, 2004).

Características

La teca es una de las especies más utilizadas en la reforestación de las zonas tropicales debido a las características de su madera: resistencia, trabajabilidad y calidades estéticas, que la vuelven la madera tropical más solicitada y una de las más valiosas y apetecidas del mundo (Fonseca, 2004).

Actualmente es una especie importante para el sector forestal centroamericano, ya que el producto de los raleos silviculturales (madera joven), está siendo comercializada en los mercados internacionales (Moya, 2002)

Problemas fitosanitarios

Durante los últimos años, y gracias al gran auge que ha tenido la reforestación con la teca, han crecido también las investigaciones sobre la especie en diversos campos.

El termino plaga forestal es una designación antropocéntrica hacia ciertas poblaciones de insectos, u otros organismos (microorganismos, vertebrados, plantas, etc.), que al aumentar sus poblaciones, adversa los intereses económicos, sociales y ecológicos del hombre hacia el bosque (Coulson y Witter, 1990; Arguedas, 1997a; Arguedas, 1997b).

En el campo de la protección forestal se ha observado un aumento en el número de plagas reportadas, lo cual concluyen algunos investigadores, puede deberse al aumento en el área reforestada. Sin embargo, la mayor preocupación radica en que muchos de los problemas mencionados (plagas y enfermedades) han aumentado paulatinamente en su frecuencia y en la severidad de los daños causados (Arguedas, 2003a).

Se han identificaron 20 especies de insectos (48,8%), 18 de patógenos (43,9%), dos de vertebrados (4,9%) y un muérdago (familia Loranthaceae) (2,4%). Se detectó más o menos la misma cantidad de problemas en el follaje (34,1%) que en el fuste (29,3%), (Arguedas *et al*, 2004).

En el cuadro 1 se presenta un listado de todos los problemas fitosanitarios reportados, que presenta la teca en plantaciones en Costa Rica, Guatemala y Panamá.

Cuadro 1. Problemas fitosanitarios de la teca (*Tectona grandis* L.f.) en Centroamérica.

Parte del árbol afectada	Insecto	Patógeno
Plántula	<i>Spodoptera</i> sp. (Noctuidae, Lep.) Sp. no id. (Chrysomelidae, Col.)	<i>Aphelenchus</i> spp. <i>Fusarium</i> sp. <i>Pseudomonas</i> sp. <i>Trychodorus</i> spp.
Brotes		<i>Phomopsis</i> sp. <i>Nigrospora</i> sp.
Follaje	<i>Atta</i> spp. (Formicidae, Hym.) <i>Automeris</i> sp (Saturniidae, Lep.) <i>Disentria violacens</i> (Notodondidae, Lep.) <i>Hyblaea puera</i> (Hyblaeidae, Lep.) <i>Hylesia</i> sp (Saturniidae, Lep.) <i>Rhadbopterus</i> sp. (Chrysomelidae, Lep.) <i>Taeniopoda</i> sp.(Romaleidae, Ort.) <i>Walterianella</i> sp. (Chrysomelidae, Lep.) Sp. no id. (Aleyrodidae, Hom.) Sp1. no id. (Geometridae, Lep.) Sp2. no id. (Geometridae, Lep.)	<i>Cercospora rangita</i> <i>Olivea tectonae</i> <i>Pestalotia</i> sp. <i>Phomopsis</i> sp. <i>Pseudoepicocum tectonae</i> 'Fumagina'
Ramillas	<i>Edessa</i> sp. (Pentatomidae, Hem.)	
Fuste	<i>Coptotermes testaceus</i> (Rhinotermitidae, Iso.) <i>Euplatypus parallelus</i> (Scolytidae, Col.) <i>Neoclytus cacicus</i> (Cerambycidae, Col.) <i>Nasutitermis corniger</i> (Termitidae, Iso.) <i>Plagiohammus spinipennis</i> (Cerambycidae, Col.) <i>Plagiohammus rubefactus</i> (Cerambycidae, Col.) <i>Xyleborus affinis</i> (Scolytidae, Col.) <i>Xylosandrus crassiusculus</i> (Scolytidae, Col.) Sp. no id. (Sesiidae, Lep.)	<i>Agrobacterium tumefaciens</i> <i>Botryodiplodia</i> sp. <i>Corticium salmonicolor</i> <i>Dothiorella</i> sp. <i>Nectria nauritiicola</i> <i>Fusarium</i> sp
Raíz	<i>Phyllophaga</i> sp. (Scarabaeidae, Col.)	<i>Fusarium oxysporum</i> <i>Fusarium</i> spp. <i>Phytophthora</i> spp.

Orden: Coleoptera (Col.), Hemiptera (Hem.), Homoptera (Hom.), Hymenoptera (Hym.), Isoptera (Iso.), Lepidoptera (Lep.) y Orthoptera (Ort.)

Fuente: Arguedas *et al.*, 2003; Arguedas, 2004; Arguedas, 2007

En el cuadro 2 se detallan los problemas fitosanitarios reportados para Panamá en visitas anteriores de la especialista en protección forestal M. Sc. Marcela Arguedas, a las plantaciones de Ecoforest (Panamá) S.A., y el respectivo daño causado.

Cuadro 2. Problemas fitosanitarios de la teca (*Tectona grandis* L.f.) reportados en las plantaciones pertenecientes a Ecoforest (Panamá) S.A.

Parte del árbol afectada	Agente causal	Daño	
Follaje	Insectos		
		<i>Atta</i> spp. (Formicidae, Hym.)	Defoliador
		<i>Hyblaea puera</i> (Hyblaeidae, Lep.)	Defoliador
		<i>Rhadbopterus</i> sp. (Chrysomelidae, Lep.)	Defoliador
		<i>Taeniopoda</i> sp. (Romaleidae, Ort.)	Defoliador
	<i>Walterianella</i> sp. (Chrysomelidae, Lep.)	Defoliador	
Patógenos		'Fumagina'	Mancha
		<i>Olivea tectonae</i>	Roya
		<i>Pseudoepicocum tectonae</i>	Mancha
Fuste	Insectos	<i>Azteca</i> sp. (Formicidae, Hym.)	Raspador corteza
		<i>Nasutitermis corniger</i> (Termitidae, Iso.)	Barrenador madera seca
		<i>Plagiohammus rubefactus</i> (Cerambycidae, Col.)	Barrenador xilema
		<i>Plagiohammus spinipennis</i> (Cerambycidae, Col.)	Barrenador xilema
	Vertebrados	<i>Nasua Narica</i> (Carnivora)	Aruña corteza
	<i>Odocoileus virginianus</i> (Artidiocytla)	Desgarra corteza	
Patógenos		<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	Tumor
		<i>Dothiorella</i> sp.	Cancro
Raíz	Insectos	<i>Phyllophaga</i> sp. (Scarabaeidae, Col.)	Comedor raices
Apice		desconocido	Muerte apices

Orden: Coleoptera (Col.), Hymenoptera (Hym.), Lepidoptera (Lep.), Orthoptera (Ort.) e Isoptera (Iso.)

Fuente: Ecoforest (Panamá)

Cuantificación de daños

Una vez detectado un problema, este debe valorarse para determinar si es conveniente y necesario tomar medidas de control. Para tener claro esto se utilizan dos parámetros para cuantificar los daños (Arguedas, 1997a), estos son:

- Incidencia: que se define como la proporción de plantas dañados o enfermos con respecto al total.

Mediante la incidencia se puede determinar la diseminación de una plaga en la plantación.

- Severidad: es la proporción de tejidos dañados en la planta enferma. Este parámetro se expresa en categorías que indican la seriedad del daño.

METODOLOGÍA

Descripción del área de estudio

El trabajo de campo fue realizado en la empresa Ecoforest (Panamá) S.A., la cual posee alrededor de 3800 hectáreas de plantaciones de teca, de las cuales solo se manejan 2800, ya que el resto al mostrar crecimientos muy insuficientes se clasificaron como áreas marginales. Los terrenos de la empresa se encuentran ubicados en la zona del Canal de Panamá, Panamá.

Las áreas plantadas, se encuentran distribuidas en tres grandes operaciones: Las Pavas, La Represa y Santa Clara; éstas al mismo tiempo se encuentran divididas en lotes de áreas diferentes. Dentro cada operación se han establecido más 500 parcelas permanentes de monitoreo (PPM). Para este estudio se evaluaron 224 de ellas, seleccionadas por la empresa, con el fin de inspeccionar un 50% de todas las PPM establecidas.

Las tres fincas fueron ocupadas anteriormente por paja blanca (*Saccharum spontaneum*) hierba asiática invasora y agresiva, utilizada para controlar la erosión de los bordes del Canal de Panamá.

Clima y zona de vida de las plantaciones

Las plantaciones se ubican en la zona de vida Bosque Húmedo Tropical (Holdridge, 1978) a una altura que varía entre los 28 y los 136 m. La

temperatura media anual es de 26°C y el promedio anual de la precipitación es de 2200 mm.

Topografía de las plantaciones

En la operación Las Pavas encontramos una topografía irregular con sitios relativamente planas (globo central) y otras con pendientes de consideración (globo norte), para el caso de la operación La Represa, además de ser la de menor extensión, presenta suelos más planos. Caso contrario se da en la operación Santa Clara, la cual presenta los terrenos con mayor pendiente.

Inspección fitosanitaria

Labores previas al trabajo de campo

Como antesala de la inspección de campo de las plantaciones, se realizó una revisión de los informes fitosanitarios efectuados para Ecoforest (Panamá) S.A., los cuales fueron facilitados por Marcela Arguedas (Instituto Tecnológico de Costa Rica), con la autorización del gerente de Ciencias e Investigación de Ecoforest (Panamá) S.A., Ing. Jean-Marc Verjans, con el fin de tener una visión del escenario que se encontraría en las plantaciones, así como de obtener valiosa información de los problemas fitosanitarios presentes para la revisión de literatura.

Además se realizó una búsqueda bibliográfica acerca de los principales problemas fitosanitarios en revistas, libros, publicaciones, documentos técnicos provenientes de organismos académicos y en la red de Internet.

Trabajo de campo

La inspección de las plantaciones se realizó en dos etapas que comprendieron en total un periodo de siete semanas. En la primera etapa, la cual se extendió del 16 de julio al 10 de agosto del 2007, se inspeccionaron las operaciones de Las Pavas y La Represa, en la segunda etapa se evaluaron las plantaciones pertenecientes a la operación Santa Clara, durante las tres semanas que comprenden del 20 de agosto al 7 de septiembre del 2007.

En cada una de las operaciones se valoró una cantidad diferente de PPM, dependiendo de la cantidad de parcelas establecidas. Se evaluaron 52, 63 y 108 Parcelas en las operaciones Represa, Santa Clara y Las Pavas respectivamente. Estas Parcelas Permanentes de Monitoreo contaban en un principio con 100 árboles sembrados a un distanciamiento de 3m x 3m, en áreas relativamente planas, y en curva de nivel en terrenos con pendientes fuertes, por lo que el número de individuos varió entre 80 a 120 árboles. Al momento de realizar la inspección las parcelas contaban con dos intervenciones silvícolas, por lo que el número de árboles por parcela era inferior al de un principio.

En cada PPM se evaluó para cada árbol, la presencia de daños a nivel de corteza, fuste y follaje, entre los que se pueden mencionar canchros, barrenadores, presencia de roya y defoliaciones por insectos.

En el caso de los problemas en follaje se clasificó arbitrariamente en tres categorías según la severidad del ataque:

- categoría 1: daño leve presencia apenas perceptible, menos de 20% de la copa viva afectada.
- categoría 2: daño moderado, se nota presencia en menos del 50% de la copa viva
- categoría 3: daño grave, presencia en mas del 50% de la copa viva

A los árboles sin presencia de daños se les clasificó con un cero (0).

Los daños a nivel de fuste (cancros) se evaluaron en dos categorías:

- categoría 1: daño superficial a nivel solamente de corteza, sin exposición de xilema
- categoría 2: daños considerables en tamaño y profundidad, que dejaban a la vista el xilema

Con respecto a otros daños producidos por agentes no biológicos y poco comunes, se anotaba el número de árbol afectado para cada una de las parcelas evaluadas y la descripción del daño.

Recolección de especímenes

Durante el proceso de evaluación fitosanitaria se recolectaron, en los casos que fuera posible, especímenes de insectos responsables de los daños en forma manual mediante la utilización de bolsas plásticas.

Cada espécimen recolectado fue identificado según las recomendaciones del documento "Recolección y Envío de Muestras de Enfermedades y Plagas Forestales" (Arguedas y Blanco, 1997) con la siguiente información: lugar de recolección, parte del árbol afectada, descripción de daños y especie en los que se conocía.

Trabajo de laboratorio

Una vez en el campamento, se procedió a montar los insectos adultos que se reconocían con certeza, siguiendo las recomendaciones de "Recolección y Envío de Muestras de Enfermedades y Plagas Forestales" (Arguedas y Blanco, 1997). Los insectos que no se tenía certeza de que se alimentaran de teca, se colocaron en cajas plásticas transparentes que contenían hojas de teca, con el fin de realizar una prueba de alimentación. Una vez comprobado que se alimentaban o no de teca fueron montados de la misma manera en que se indicó anteriormente.

En el caso de insectos pequeños como hormigas y termitas, se colocaron en viales entomológicas con mezcla preservante de insectos, para ser llevadas posteriormente a identificar al Instituto Nacional de Biodiversidad de Costa Rica.

Análisis de información

Para el análisis de la información recolectada se construyó una base de datos en el programa Microsoft® Excel, con el fin de determinar cuáles eran los principales problemas encontrados de acuerdo a su incidencia y severidad con base en la categorización propuesta, y así determinar el estado fitosanitario de las plantaciones.

Incidencia de problemas fitosanitarios vrs calidad de sitio

Teniendo los valores de incidencia de los diferentes problemas fitosanitarios, nos dimos a la tarea de demostrar si existe relación entre el índice de sitio según crecimiento de los árboles vrs incidencia de los principales daños.

Para esto se utilizó la categorización utilizada por la empresa, la cual se basa en el Incremento Medio Anual (IMA), como se explica a continuación:

- Categoría 1: sitio de alto crecimiento. Valor de IMA mayor a 10 m³/ha/año.
- Categoría 2: sitio de medio crecimiento. Valor de IMA entre 5 - 10 m³/ha/año.
- Categoría 3: sitio de bajo crecimiento. Valor de IMA entre 3 - 5 m³/ha/año.
- Categoría 4: sitio de marginal crecimiento. Valor de IMA menor a 3 m³/ha/año.

Conociendo el número de árboles atacados, se calculó el porcentaje de árboles atacados con respecto al total de árboles vivos evaluados, según categoría de sitio para cada operación. Este porcentaje atacados viene a ser:

$$\% \text{ árboles atacados/categoría} = \frac{N1 * 100}{N2}$$

Donde:

N1 = árboles atacados /categoría

N2 = total árboles / categoría

Esto se calculó para cada operación. Una vez obtenidos estos valores, se graficó para cada uno de los tres daños más comunes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Inspección fitosanitaria

En el cuadro 3, se presentan los principales problemas fitosanitarios identificados en la inspección de las plantaciones de teca, para las tres operaciones de la empresa Ecoforest, Panamá.

Cuadro 3. Problemas fitosanitarios identificados en las plantaciones de *Tectona grandis* L.f., pertenecientes a la empresa Ecoforest (Panamá) S.A. Octubre, 2007.

Parte del árbol afectada	Agente causal			Habitado
	Patógeno	Insecto	Vertebrado	
Follaje		<i>Atta</i> spp.		Masticador expuesto
	<i>Olivea tectonae</i>			
	<i>Pseudoepicocum tectonae</i>	<i>Rhadbopterus</i> sp.		Masticador expuesto
		<i>Taeniopoda</i> sp.		Masticador expuesto
		<i>Walterianella</i> sp.		Masticador expuesto
Fuste	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>			
	<i>Dothiorella</i> sp.			
		<i>Nasutitermis corniger</i>	<i>Nasua Narica</i>	Barrenador de madera seca
		<i>Plagiohammus spinipennis</i>	<i>Odocoileus virginianus</i>	Barrenador
		sp desconocida		Barrenador del liber
Raíces		<i>Phyllophaga</i> sp.		Comedor de raíces

En un inciso posterior se describen detalladamente los principales problemas fitosanitarios detectados.

Durante la evaluación se encontró dos insectos, específicamente hormigas, que aunque habitan en los árboles no se pueden considerar como problemas fitosanitarios, ya que no producen daño alguno a sus hospederos por lo que su manejo se vuelve innecesario. Estos se describen a continuación.

Azteca sp.

Orden: Hymenoptera

Familia: Formicidae

Los árboles afectados lucen el fuste totalmente liso y de color crema claro, debido al efecto de la "hormiga azteca", cuyos nidos se encuentran en estos árboles. El fuste se encuentra liso debido a que las hormigas utilizan la corteza seca para construir sus nidos, los cuales generalmente se ubican en las axilas de ramas, desde donde las poblaciones descienden hasta la base del árbol (figura 1).



Figura 1. Nido de *Azteca sp.*, en árbol de *Tectona grandis* L.f. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.

Crematogaster sp.

Orden: Hymenoptera

Familia: Formicidae

Su presencia se evidencia en el fuste donde se observan caminitos en la corteza y al quitar la corteza vieja de los fustes, donde se encuentran grupos de hormigas. Estas hormigas se desplazan bajo la corteza vieja de los árboles en donde habitan y en otros casos se aprovechan de heridas viejas del árbol, como nudos que no cicatrizan, o en túneles abandonados de la termita *N. corniger*. Su efecto en el árbol es similar al producido por la hormiga *Azteca* sp., ya que limpian el fuste (figura 2).



Figura 2. Efecto de las hormigas bajo la corteza en árbol de *Tectona grandis* L.f. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.

Además de los problemas fitosanitarios presentados anteriormente, en el cuadro 4 se presenta una serie de daños producidos por fenómenos naturales, deficiencias nutricionales u otras causas desconocidas.

Cuadro 4. Problemas fitosanitarios de origen abiótico en las plantaciones de *Tectona grandis* L.f., pertenecientes a la empresa Ecoforest (Panamá) S.A. Octubre, 2007.

Problema fito - sanitario	Descripción	
Fracturas por viento	<p>En las operaciones Represa y Santa Clara, se encontraron árboles con severos daños en el fuste debido al azote del viento. El principal efecto de los vientos sobre los árboles se evidencia en fracturas tanto de forma longitudinal en el fuste como horizontalmente, provocando la pérdida del ápice, y en algunos casos árboles con deformaciones (torceduras) y volcados totalmente, que dejaban expuesto el sistema radical.</p> <p>Este daño se clasifica como grave.</p>	

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Muerte de ápices</p>	<p>Se observan árboles, en los cuales se mueren los ápices y el resto del árbol se observa con follaje más escaso y de menores dimensiones. Generalmente no se mueren los árboles pero estos pierden la dominancia apical y se detienen el crecimiento en altura. En algunos casos producen una serie de ramas que crecen en reiteración del ápice. Según reportes de Arguedas (2004), estos comportamientos son muy comunes cuando las plantaciones se desarrollan en sitios limitantes, generalmente por estructura y profundidad efectiva de suelos o por desbalances nutricionales. Este daño se clasifica como grave.</p>	
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Lloradero</p>	<p>Pocos árboles se presentaban en el fuste una herida mal cicatrizada (nudo) del cual brotaba líquido de color oscuro y de olor desagradable, probablemente producto de la acumulación de agua y la entrada de algún patógeno dentro del agujero. Este daño se clasifica como leve.</p>	

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Clorosis</p>	<p>En algunos árboles en la Operación Santa Clara se presenta una clorosis en el follaje. Esta clorosis se caracteriza por ser intervenal y abarcar la totalidad de la lámina foliar, causada seguramente por la deficiencia de algún elemento nutritivo del suelo. Se observó solamente en hojas bajas. Este daño se clasifica como leve.</p>	
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Problemas de cicatrización</p>	<p>Se observo en varios árboles en heridas viejas aun si sanar, en puntos de poda. En estos puntos no existía callo que cubriera en su totalidad el moñon producido por la rama, por lo quedaba al descubierto el xilema, situación que podría poner los árboles en peligro de ser atacados por insectos picadores y patógenos que atacan la madera. Este daño se clasifica como moderado.</p>	

<p>Muerte por centella</p>	<p>Como las plantaciones son propensas a las inclemencias del tiempo, se daban casos en que producto de tormentas eléctricas algunos rayos alcanzaban árboles provocando la muerte inmediata de los que eran alcanzados directamente y produciendo daños parciales en árboles vecinos. Este daño se clasifica como grave.</p>	
<p>Corchosis</p>	<p>Aunque la corteza de la teca es de consistencia corchosa, algunos árboles presentan la corteza mucho más corchosa que las de los demás árboles, la cual es mucho más suave al tacto que en árboles normales y de fácil eliminación. Este daño se clasifica como leve.</p>	

Valoración

En el cuadro 5, se presenta la incidencia por operación de los principales problemas fitosanitarios, encontrados en las parcelas permanentes de monitoreo.

Cuadro 5. Incidencia de los problemas fitosanitarios identificados en las PPM para cada operación. Ecoforest (Panamá) S.A. Octubre, 2007.

Agente causal	Parcelas atacadas/ Operación					
	Represa		Santa Clara		Las Pavas	
	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)
<i>Atta</i> spp.	23	44,2	43	68,3	18	16,7
<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	1	1,9	1	1,6	-	-
Barrenador del líber	5	9,6	28	44,4	9	8,3
<i>Dothiorella</i> sp.	52	100,0	59	93,7	105	97,2
<i>Nasutitermis corniger</i>	44	84,6	50	79,4	93	86,1
<i>Olivea tectonae</i>	50	96,2	60	95,2	100	92,6
<i>Phyllophaga</i> sp.	1	1,9	20	31,7	-	-
<i>Plagiohammus spinipennis</i>	3	5,8	5	7,9	5	4,6
<i>Pseudoepicocum tectonae</i>	-	-	1	1,6	-	-
<i>Rhadbopterus</i> sp.	47	90,4	57	90,5	81	75,0
<i>Taeniopoda</i> sp.	6	11,5	57	90,5	17	15,7
<i>Walterianella</i> sp.	-	-	-	-	7	6,5

Como se observa los valores más altos de incidencia para cada una de las operaciones pertenecen al cancro alargado *Dothiorella* sp., presente en mas del 93% de las PPM evaluadas. Vale la pena mencionar que en este caso no se encontró actividad del patógeno, sino que estos cancos ya se encontraban cicatrizados por el árbol, dejando como evidencia corteza resquebrajada, bajo la cual no se encontraron tejidos necrosados activos, en los casos más serios callos en los bordes que delimitaban la extensión perimetral del daño.

Seguidamente la roya de la teca *Olivea tectonae* presente en más del 90% de las parcelas evaluadas, aunque su ataque se limita a las hojas seniles tanto de las ramas bajas como en las altas.

Por otra parte la especie insectil que presenta mayor ataque es *Rhabdopterus* sp. Cabe mencionar que aunque *Nasutitermis corniger* presenta una alta incidencia, no se considera un peligro, ya que como menciona Salas (2003) y Arguedas (2003b), aunque en ocasiones penetra en incisiones la corteza de árboles debilitados para formar sus túneles, solamente se alimenta de madera seca, generalmente de ramas y árboles muertos.

La especie *Taeniopoda* sp., presentó una alta incidencia en la operación Santa Clara (90.5%), a diferencia de los otros dos sitios, 11% en Represa y poco mas de 15% en Las Pavas. Similar comportamiento demostró la plaga insectil *Atta* spp., la cual se observo con mayor incidencia en Santa Clara que en Las Pavas y Represa.

Los daños del defoliador *Walterianella* sp., solo se observaron en Las Pavas con una muy baja incidencia, lo cual, como menciona Arguedas (2003b) es un comportamiento típico de la especie, la cual se concentra en uno o pocos árboles dentro de las plantaciones. En el caso de *Phyllophaga* sp., la mayor incidencia de ataque se da en la operación Santa Clara, donde la cual, históricamente ha sido la operación que mas a sufrido, en crecimiento y vigorosidad, las consecuencias del ataque de esta plaga (Verjans, 2007¹).

¹ Verjans. JM. 2007. Ataque de *Phyllophaga* spp. en las plantaciones de Ecoforest S.A. (Panamá) (entrevista). Panamá, PA.

Para los demás casos los porcentajes de incidencia se encuentran con valores bajos. La incidencia y el número de árboles atacados para todos los daños encontrados en las plantaciones se encuentran en el anexo 1.

En el cuadro 6 se presentan los valores de PPM atacadas por *Rhabdopterus* sp. de acuerdo a su categoría de severidad para cada operación. Como se nota la defoliación producida se caracteriza por ser leve en más del 70 % de las PPM inspeccionadas en los tres sitios. Para las plantaciones de la operación Las Pavas se observa que una cuarta parte de las PPM evaluadas no presentaban defoliación por este coleóptero. Lo anterior demuestra que especialmente en Las Pavas *Rhabdopterus* sp. no implica un grave riesgo.

Cuadro 6. Parcelas atacadas por *Rhabdopterus* sp. de acuerdo a la categoría de severidad y según sitio. Ecoforest (Panamá) S.A. Octubre, 2007.

Categoría de Severidad	Represa		Santa Clara		Las Pavas	
	PPM	Porcentaje	PPM	Porcentaje	PPM	Porcentaje
0	5	9,62	6	9,52	27	25,00
1	37	71,15	46	73,02	77	71,30
2	9	17,31	10	15,87	4	3,70
3	1	1,92	1	1,59	-	-
Total	52	100	63	100	108	100

A diferencia de Las Pavas, en los sitios Represa y Santa Clara si se presentan ataques moderados del defoliador y en ambos casos una parcela con ataque grave, por lo que se debería pensar en manejar el problema. Se podría emplear un control mecánico limpiando las plantaciones de la paja existente, ya que el insecto se alimenta de raicillas de gramíneas en su etapa larval, la cual se desarrolla en el suelo. Otra posibilidad sería mediante control químico, haciendo

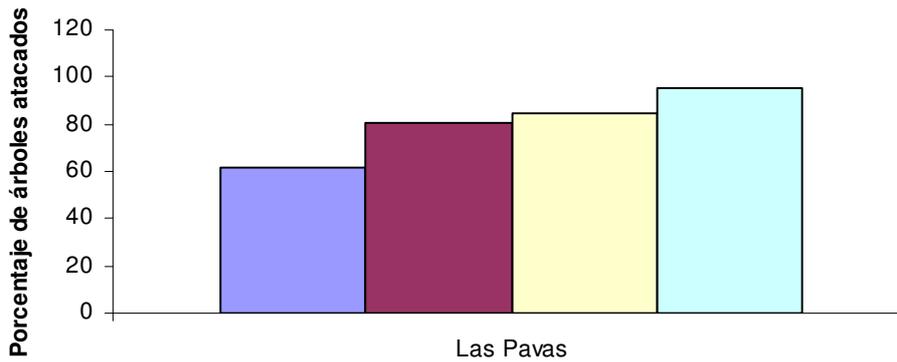
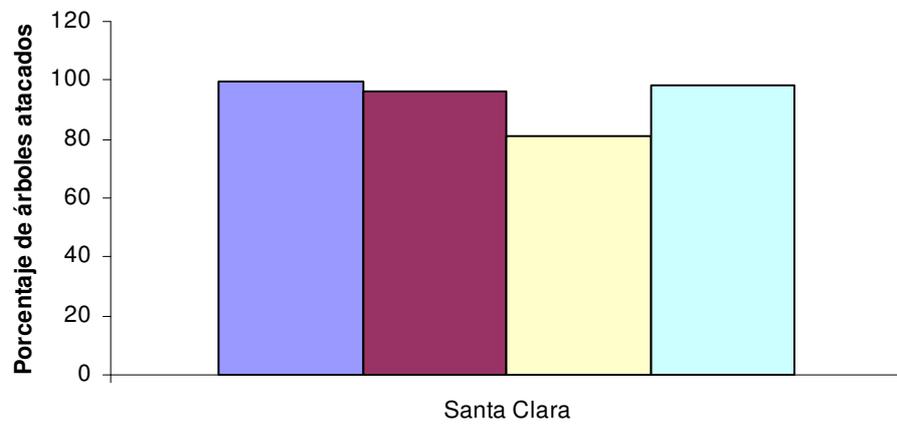
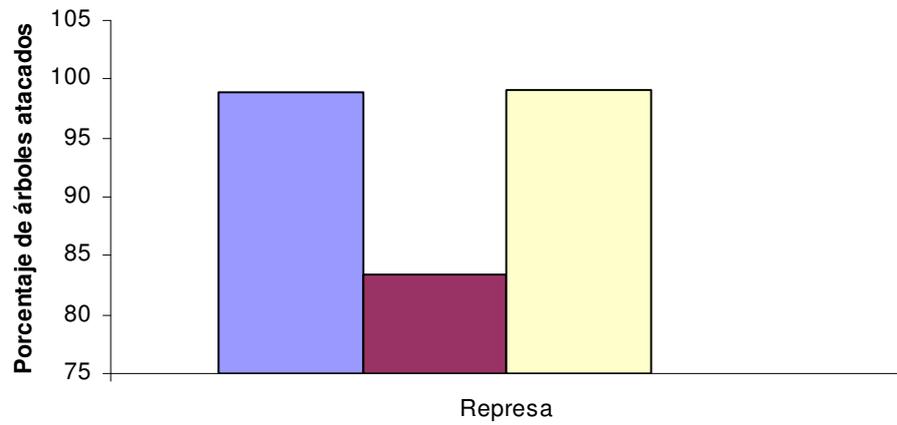
aplicaciones de insecticidas tanto en el follaje como en el suelo, puesto que el *Rhabdopterus* sp., posee hábitos nocturnos de alimentación y durante el día se esconden bajo las hojas secas y en el suelo (Muñoz, 2002).

Incidencia de problemas fitosanitarios vrs calidad de sitio

La incidencia de los tres daños más comunes en las plantaciones se relacionó con los índices de sitio en que se clasifica cada parcela. El índice de sitio de cada PPM evaluada se encuentra en el anexo 2.

En la figura 3, se presenta la relación entre el porcentaje de árboles afectados con *Olivea tectonae* por PPM según índice de sitio, obtenidos para las tres operaciones.

Como se observa en la figura 3, las PPM de peor categoría son las que presentan un mayor porcentaje de árboles afectados con la roya, siendo las parcelas de la operación Las Pavas las que presentan de mejor manera este comportamiento. No así se da en las operaciones Represa y Santa Clara, en las cuales, aunque las categorías más malas se da un mayor porcentaje de ataque, no se da un aumento escalonado en el porcentaje de ataque como se esperaría al bajar el índice de sitio.



Índice de sitio ■ alto ■ medio ■ bajo ■ marginal

Figura 3. Distribución del porcentaje de árboles afectados con *Olivea tectonae*, según índice de sitio, para las tres operaciones. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.

El comportamiento mostrado en la operación Represa, puede ser indicador de que los árboles de estas parcelas se encuentran bajo un mayor estrés, en comparación con las parcelas de medio crecimiento, ya que al presentar menores crecimientos los árboles se encuentran en menor competencia por nutrientes que en los sitios de crecimientos altos.

Otra explicación se podría dar respecto al gran rango que incluye la categoría de medio crecimiento, IMA entre 5 y 10 m³/ha/año, en donde parcelas con valores de crecimientos cercanos o iguales al límite inferior de la clase, es decir cercanas a la clase de bajo crecimiento, influirían en los resultados.

Por su parte, en Santa Clara, se observa que la presencia de la roya se da en forma generalizada en más del 80% de los árboles evaluados de la plantación.

En la figura 4, se presenta la relación entre el porcentaje de árboles afectados con *Dothiorella* sp. por PPM según índice de sitio, obtenidos para las tres operaciones.

Como se observa en la figura 4, las PPM con menor crecimiento, son también las que presentan una mayor incidencia de ataque del cancro resquebrajador. Específicamente en el caso de Represa, mientras que las parcelas con índices de crecimiento alto y medio, presentan igual porcentaje de árboles con daños por *Dothiorella* sp. (cercano al 25%), en Santa Clara y Las Pavas menos del 10% de árboles de la clase alto crecimiento presenta cancos.

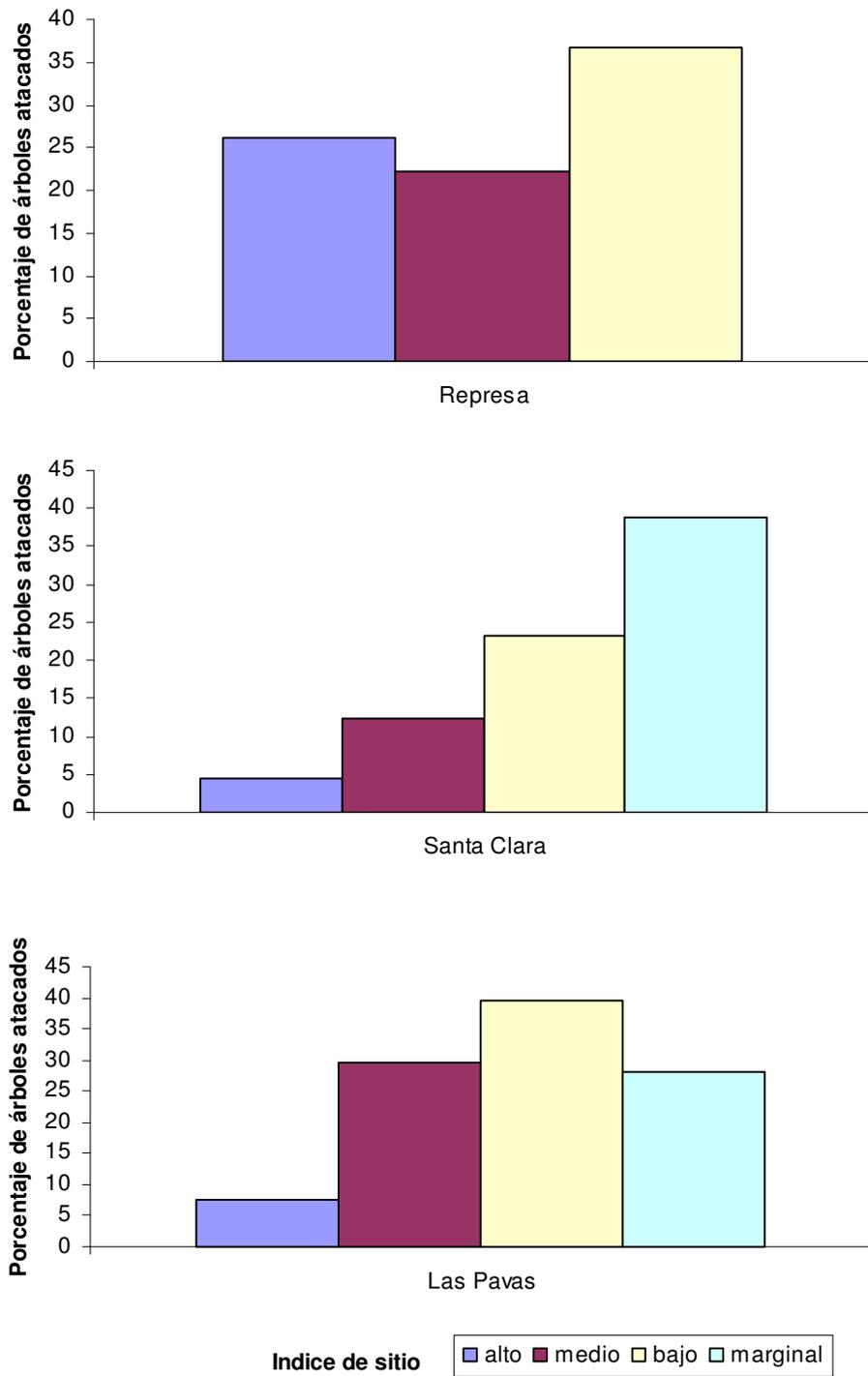


Figura 4. Distribución del porcentaje de árboles afectados con *Dothiorella* sp., según índice de sitio, para las tres operaciones. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.

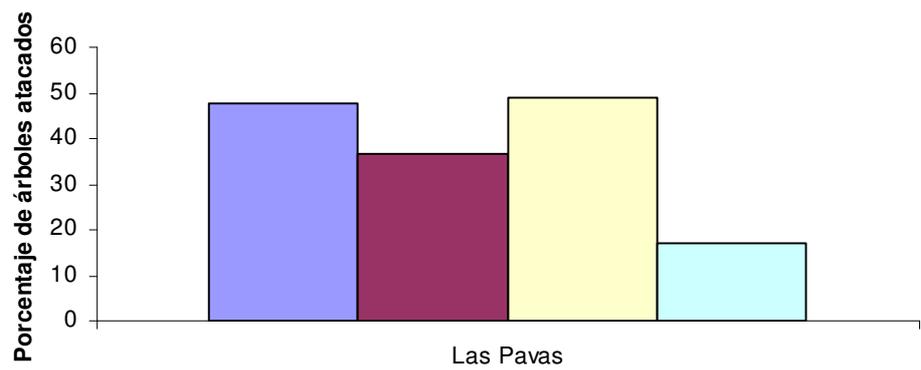
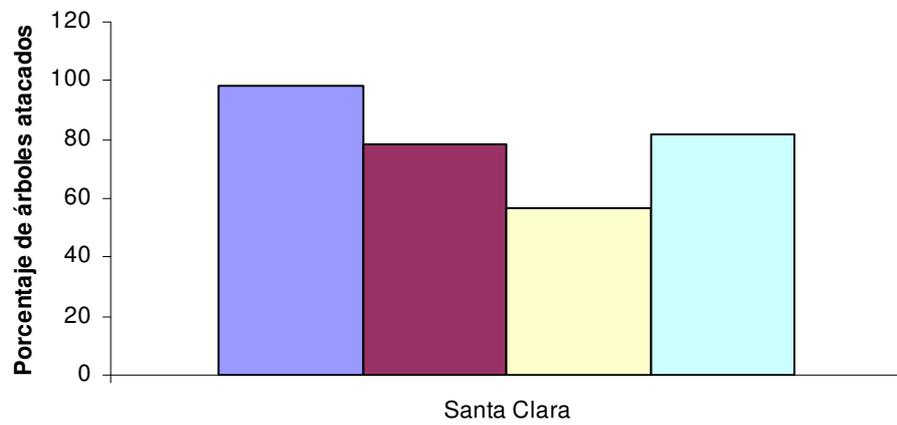
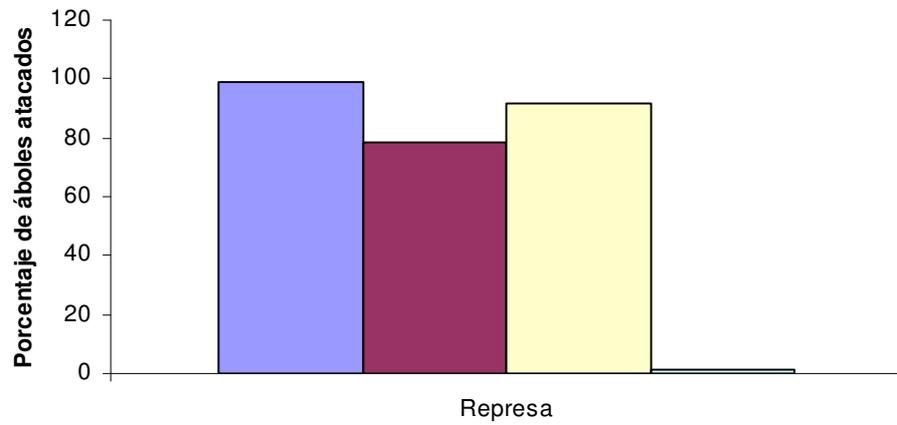
En Santa Clara, la incidencia de árboles atacados por *Dothiorella* sp. aumenta significativamente entre más mala sea la categoría del sitio, lo que coincide con Ordoñez (1999) quien indica que los canchros aparecen cuando las condiciones le son favorables, lo que es de esperar cuando los árboles crecen en sitios que no cumplen con los requerimientos mínimos para el cultivo de teca. Esta la falta de recursos le resta a los árboles capacidad de contrarrestar el ataque del cancro.

En el caso de Las Pavas el comportamiento es similar al dado en Santa Clara, en donde los sitios de menor crecimiento presentan mayor presencia del cancro, solo que aquí la mayor incidencia se presenta en la categoría de bajo crecimiento y no en marginal. Esto podría deberse a otros factores como la procedencia de semillas, ya que se utilizaron 4 distintas procedencias en las plantaciones.

Como se evidencia en las figuras 4, aunque la aparición de los canchros depende de condiciones ambientales favorables para el patógeno como la alta humedad y temperatura favorecidas por altas densidades, las condiciones de sitio con limitaciones nutricionales también influyen en gran manera al desarrollo de las lesiones.

Cabe mencionar que, aunque los canchros por *Dothiorella* sp. presentan una gran incidencia, como se puede observar en el cuadro 5, el porcentaje de árboles atacados, aún en sitios marginales, no sobrepasa el 40%. Lo anterior es un indicativo de que este problema se encuentra controlado.

En la figura 5, se presenta la relación entre el porcentaje de árboles afectados por *Rhabdopterus* sp. por PPM según índice de sitio, obtenidos para las tres operaciones.



Índice de sitio ■ alto ■ medio ■ bajo ■ marginal

Figura 5. Distribución del porcentaje de árboles afectados con *Rhabdopterus* sp., índice de sitio, para las tres operaciones. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.

Como se presenta en la figura 5, los porcentajes de incidencia del defoliador *Rhabdopterus* sp., no presentan ningún patrón que indique una relación entre la incidencia de ataques con respecto al índice de sitio, lo que indica que el insecto se alimenta indiscriminadamente tanto de árboles de buen crecimiento como de aquellos que crecen en sitios marginales.

Descripción de los principales problemas fitosanitarios

A continuación, se presenta una descripción de todos los daños fitosanitarios encontrados durante la inspección fitosanitaria.

Olivea tectonae (TS & K.) Mulder

Clase: Basidiomycota

Orden: Uredinales

Familia: Melampsoraceae

Generalidades del patógeno

Es una roya microciclica, es decir, solo se desarrolla en un hospedero. Las uredinosporas son unicelulares ovaladas, equinuladas, lobuladas, de 20-26 x 15-20 milimicras (Mulder y Gibson, 1973; Cummins y Hiratsuka, 1985, citados por Arguedas, 2004), de color marrón rojizo, de ahí la coloración que presenta el follaje atacado.

Manifestaciones sintomatológicas

La presencia de *O. tectonae* se presenta desde arbolitos en vivero como en árboles grandes. A continuación se presenta la sintomatología a diferentes edades.

En las hojas bajas de pequeñas plántulas de vivero se observan grupos de esporas dispersas en el envés y en algunos casos tienden a necrosarse. En árboles jóvenes, de menos de dos metros de altura, la afección se presenta únicamente en las hojas más bajas, con la presencia de cantidades moderadas de esporas en el envés, y en

algunos casos manchas necróticas de tamaños variables (Arguedas, 2004).

En árboles de mayor edad, las hojas afectadas son las mas viejas, tanto en ramas bajas como en las ramas mas altas y en casos de ataques severos pueden llegar a caer (Arguedas, 2004). Los síntomas iniciales son áreas cloróticas de borde difuso en el haz y en el envés de colores amarillo y pardo, posteriormente, lo que se observa es la coloración naranja de las grandes acumulaciones de esporas en el envés (Sharma *et al*, 1985) (figura 6). Matarrita *et al* (2006) menciona que en árboles de edad intermedia, entre 5 y 7 años, el ataque de la roya es más severo que en árboles de otras edades.



Figura 6. Ataque de *Olivea tectonae* en el follaje de *Tectona grandis*. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.

Manejo

En plántulas de vivero ó en plantaciones recién establecidas que presentan la enfermedad, se deben realizar aplicaciones con fungicidas como Benomil, Óxido de Cobre, Oxicarboxin. En árboles adultos como su presencia es casi generalizada, en especial en plantaciones estresadas, no se recomiendan intervenciones directas para su control, sino evaluar el nivel de manejo, especialmente en actividades culturales como la poda y los raleos (Arguedas, 2004).

Aunque su presencia se encuentra asociada a follaje senil, y no se ha observado ni un solo caso en que la roya haya producido porcentajes altos de defoliación, ni mucho menos mortalidad (Arguedas, 2004), otros autores aseguran que es evidente que el daño foliar de árboles jóvenes y adultos es tan severo, que su crecimiento esta siendo retardado de alguna manera (Esquivel, 2007).

Se considera que las infecciones de la roya no llegan a niveles epidémicos debido posiblemente a la acción de los hiperparásitos fúngicos (Sharma *et al.*, 1985).

Uno de los controladores naturales de la *O. tectonae* encontrado es el hongo negro que se describe a continuación.

Generalidades

No identificado taxonómicamente. Hiperparásito de la roya de la teca, hongo antagónico el cual es un controlador natural de la misma (Arguedas, 2004).

Manifestaciones sintomatológicas

Se caracteriza por una coloración negruzca en el envés de las hojas, esta coloración se debe a los crecimientos miceliales del hongo sobre las uredinosporas (Arguedas, 2005). Como se observa en la figura 7, se detecta una presencia moderada de hojas atacadas por roya con un fuerte hiperparasitismo del "hongo negro", esto se observó en varias de las PPM de las plantaciones.



Figura 7. Hojas de *Tectona grandis* atacadas por *Olivea tectonae* con presencia del Hiperparásito "hongo negro". Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.

Sharma et al. (1985) reporta un hongo hiperparásito *Cladosporium oxysporum* que aparece como un brote verde oliva a negro con esporulaciones abundantes sobre las uredinosporas y con frecuencia cubre una gran parte de las hojas, solo que no se han hecho los estudios para determinar si es el mismo hongo negro reportado en Panamá y Costa Rica.

Agrobacterium tumefaciens

Familia: Rhizobiaceae

Generalidades del patógeno

La corona de agallas es causante de tumores en más de 600 especies de plantas y de más de 90 familias herbáceas y forestales (Sinclair y Lyon, 2005). En Costa Rica, se ha observado en *Eucalyptus grandis*, *Gmelina arborea* y en *Tectona grandis* (Arguedas, 1994).

Manifestaciones sintomatológicas

La bacteria se caracteriza por formar tumores esféricos con apariencia de callos, los cuales crecen rápidamente hasta constituir grupos de protuberancias de fácil identificación. La agalla es de consistencia leñosa y mantiene la coloración y textura del resto de la corteza (Arguedas, 1994). El tumor puede ser de unos mm hasta 30 cm, o más de diámetro (Sinclair y Lyon, 2005).

En árboles grandes se presenta generalmente en la base del fuste, no obstante, se dan casos en puntos de poda y en heridas en el fuste, causadas por las operaciones de manejo de la plantación, ya que la bacteria penetra la planta a través de heridas frescas y se dispersa mediante herramientas contaminadas, agua y remoción de suelo (Arguedas, 1994), siendo más peligrosos cuando el tumor rodea el cuello de las raíces (Sinclair y Lyon, 2005). (Figura 8).



Figura 8. Tumor producido por *Agrobacterium tumefaciens* en fuste de un árbol de *Tectona grandis*. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.

Generalmente los árboles adultos logran desarrollarse con la presencia de la enfermedad sin efectos aparentes; sin embargo, otros patógenos de suelo pueden penetrar por las agallas decadentes y producir otras enfermedades (Arguedas, 2003a).

Manejo

Se recomiendan las siguientes medidas silviculturales de manejo.

- Delimitar las áreas afectadas y esterilizar los instrumentos de trabajo cada vez que se sale de estas zonas.
- Evitar producir heridas a los árboles durante las labores de limpieza de maleza como la chapea y rodajea.
- En caso de que sean árboles aislados eliminarlos de la plantación y extraer ese material para evitar nuevos contagios.

Dothiorella sp.

Generalidades del patógeno

La enfermedad más común de fuste son los canchros (Arguedas, 2006).

Manifestaciones sintomatológicas

Resquebrajamiento longitudinal de la corteza que puede profundizar hasta el xilema. En algunos casos se desarrolla en forma extensiva, cubriendo áreas en promedio de 12 x 6 cm; cuando se corta la corteza superficial es posible observar los tejidos internos totalmente necrosados (coloración parda oscura). En otros casos, aparentemente los canchros más viejos, el resquebrajamiento se prolonga a lo largo del fuste (hasta 60 cm) y el árbol forma callos en los bordes, lo cual delimita la extensión perimetral de los mismos (Arguedas, 2003; Arguedas *et al*, 2004) (figuras 9 y 10).



Figura 9. Cancro viejo producido por *Dothiorella* sp., en árbol de *Tectona grandis*. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.



Figura 10. Cancro inactivo producido por *Dothiorella* sp., en árbol de *Tectona grandis*. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.

Manejo

Las condiciones de estrés y competencia por nutrientes que se da en las plantaciones, asimismo de la densidad de siembra favorecen las condiciones propicias de microclima, temperatura y humedad para la aparición y desarrollo de canchros.

La manera más práctica de controlar la aparición y diseminación de canchros en las plantaciones forestales consiste en un manejo silvicultural oportuno y constante, además de un monitoreo continuo de las plantaciones para detectar y evaluar oportunamente cualquier señal que indique un posible riesgo.

Para esto es determinante que las personas responsables tengan nociones básicas de reconocimiento ante cualquier variación o cambio que se observe en la plantación (ANAM, s.f.).

Pseudoepicocum tectonae

Generalidades del patógeno

La enfermedad aparece durante los meses de septiembre a octubre y continúa afectando las hojas aún en noviembre y diciembre, la incidencia de la enfermedad es generalmente alta en plantaciones establecidas en zonas húmedas. Los árboles jóvenes son más susceptibles al ataque que otros más viejos, en especial si la plantación se encuentra en condiciones de dosel cerrado y con crecimientos de mala hierba (Sharma *et al*, 1985), ambos indicativos de falta de manejo.

Manifestaciones sintomatológicas

La mancha se caracteriza por formar varios anillos concéntricos color café oscuro bien demarcados, inicialmente de 2-3 mm de diámetro. Posteriormente cuando se van agregando más anillos, la mancha toma un aspecto de blanco, de ahí el nombre mancha tiro al blanco (*target spot leaf*). Las manchas próximas se unen formando una gran área necrótica en la hoja, de vez en cuando una sola mancha cubre la mitad de la lámina. Las hojas seriamente afectadas caen prematuramente, en la india durante los monzones, se presenta un crecimiento micelial color gris claro con frecuencia en el margen de la mancha, por el envés de la hoja (Sharma *et al*, 1985) (Figura 11).

Este daño se observó únicamente en una PPM de la operación Santa Clara.

Manejo

La manera más práctica de controlar la aparición y diseminación de *Pseudoepicocum tectonae* en plantaciones forestales, consiste en aplicar un programa de manejo silvicultural oportuno y constante, además de una limpieza continua de las plantaciones, con el fin de no permitir al patógeno conseguir condiciones favorables para su aparición.



Figura 11. Hoja de *Tectona grandis* L.f. atacada por *Pseudoepicocum tectonae*. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.

Nasutitermis corniger

Familia: Termitidae

Orden: Isoptera

Hábito: barrenador de madera seca

Generalidades

Viven en colonias en las cuales es posible identificar tres castas: los obreros, los soldados y los adultos o reproductores (con alas) (CATIE, 1991). Los obreros miden aproximadamente 5 mm de largo, son de color blanco transparente, y son ciegos. Su función consiste en alimentar a todas las castas dependientes: larvas, soldados y reproductores, además de construir los túneles, localizar el alimento y el agua, mantener la homeostasis atmosférica de la colonia y construir y reparar el nido (Salas, 2003).

Los soldados miden de 3 a 4 mm, tienen el cuerpo color café claro y la cabeza café oscura prolongada hacia delante, formando una especie de pico o nariz (Cibrian *et al*, 1997). Su principal función es la defensa de la colonia. La reina o reproductora primaria puede medir aproximadamente 25 mm, es de color café oscuro y poseen un abdomen grande y abultado de color café claro, esto hace que sea prácticamente inmóvil y dependiente de los obreros para sobrevivir. Dentro de la colonia, existen reproductores secundarios los cuales pueden llegar a remplazar a los reproductores primarios en caso de que estos mueran (Salas, 2003).

Manifestaciones sintomatológicas

Su existencia se detecta por la presencia de túneles de aserrín cementado, que son construidos sobre la superficie del árbol, y que son

utilizados para viajar desde el suelo hasta el nido, generalmente situado en las axilas de las ramas secas (Ford, 1981). (Figura 12).



Figura 12. Túneles construidos por *Nasutitermis corniger*, en árbol de *Tectona grandis*. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.

Construyen un termitero acartonado de 30 a 60 cm de diámetro en forma de masas casi esféricas de partículas de madera cementada de consistencia acartonada y fuerte (Ford, 1981; CATIE, 1991; Cibrian *et al*, 1997).

Manejo

Como estas termitas se alimentan de madera seca, constituyen un papel benéfico en la descomposición de ramas que mueren naturalmente (Ford, 1981), u otras partes quebradas que aun se encuentran sostenidas del árbol, no hacen ningún daño a los tejidos sanos del árbol, a excepción de casos en los que bajo los túneles causan hendiduras de hasta 1 cm de profundidad (Salas, 2003).

Atta spp.

Familia: Formicidae

Orden: Hymenoptera

Hábito: masticador externo

Generalidades

Son insectos sociales, bajo un régimen de castas donde existen obreros y reproductores, las primeras a su vez se diferencian en tres castas: soldados, forrajeras y cultivadores. Las hormigas son de color pardo rojizo oscuro, poseen un propodeo (parte que conecta el tórax con el abdomen) bisegmentado, es decir, con dos nódulos o ensanchamientos y 3 ó 4 pares de espinas en el dorso del tórax; además, poseen dos pequeñas espinas en el dorso de la cabeza (Salas, 2003).

Los soldados poseen cabeza y mandíbulas grandes y son los encargados de resguardar el nido y limpiar los orificios de entrada y salida. Los obreros forrajeros se encargan de cortar las hojas y transportarlas hasta el interior del nido donde las cultivadoras preparan el sustrato para el cultivo del hongo. La reina es la única hembra reproductora de la colonia y se encarga de poner los huevos. El tamaño es variado (de 4 a 16 mm), este depende de la especie y de la casta (Cibrian *et al*, 1997).

Los nidos consisten en varias entradas y un laberinto de túneles que interconectan las cámaras que se utilizan para la crianza de larvas con otras previstas para el cultivo del hongo *Rhizites gongylophora* Moeller del cual se alimentan y a terceras cámaras en donde almacenan el follaje. Las entradas pueden tener forma de volcán, de montículos o simplemente orificios en la superficie del suelo. Los nidos pueden llegar a tener 4 m de profundidad y llegan a abarcar una superficie de 30 m² (Cibrian *et al*, 1997).

Manifestaciones sintomatológicas

Las hormigas obreras cortan las hojas de los árboles en pequeños trozos más o menos circulares, que transportan hasta el nido por caminos bien definidos (Arguedas *et al*, 1999). Usualmente atacan los árboles de una sola vez causando defoliaciones severas en cortos periodos de tiempo (CATIE, 1991) (Figura 13).



Figura 13. Daños producidos por *Atta* spp., en hojas de *Tectona grandis*. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.

Manejo

Los ataques de esta hormiga se pueden combatir mediante control mecánico, el cual consiste en la destrucción de los nidos recién establecidos hasta encontrar la reproductora y eliminarla.

Otra forma de erradicarlas consiste en control químico mediante la utilización de cebos que las hormigas transportan al interior del nido,

que ocasiona la muerte del hongo que les sirve de alimento, y de insecticidas. En la actualidad es preferible la utilización de insecticidas que no sean organoclorados residuales, ya que tienen efectos cancerígenos en el tiempo para los seres humanos (Farah, 1996).

La empresa Ecoforest S.A., ha puesto en practica la utilización de Mirex-S®, un cebo granulado a base Sulfonamida fluoroalifática, con muy buenos resultados.

Plagiohammus spinipennis

Familia: Cerambycidae

Orden: Coleoptera

Hábito: barrenador

Generalidades

La larva ataca el fuste de la teca, madura puede medir más de 5 cm, de cabeza redonda, no posee patas y presenta un protórax muy ancho de color amarillo. Ella se convierte en pupa dentro de una celda excavada en la médula y la madera circundante. Para salir del árbol, el adulto hace un agujero circular, de 6-8 mm de diámetro. El macho adulto mide 2,2 cm de longitud y sus antenas miden 4,5 cm, en tanto que la hembra mide 2,5 cm y sus antenas miden 3,5 cm. Ambos sexos exhiben una coloración parda oscura, con seis manchas blancas e irregulares y una espina en el ápice de cada élitro (Ford, 1981; CATIE, 1991; Arguedas y Chaverri, 1997; Arguedas y Chaverri, 1999).

Manifestaciones sintomatológicas

En sus primeros instares larvales se alimenta en la zona del líber, lo que obstaculiza el flujo de nutrientes y en consecuencia se produce una hinchazón en el fuste. En el interior del abultamiento la larva barrena el xilema hasta llegar a la médula, donde forma galerías hacia arriba (Ford, 1981; CATIE, 1991; Arguedas y Chaverri, 1997; Arguedas y Chaverri, 1999) (figura 14).

Este daño en la madera provoca un debilitamiento estructural que podría provocar la quiebra del árbol por efecto del viento, sin embargo han habido árboles que presentan más de un abultamiento sin sufrir quebraduras (CATIE, 1991).



Figura 14. Abultamiento en fuste de un árbol de *Tectona grandis* producido por larva de *Plagiohammus spinipennis*. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.

Manejo

En ataques a árboles aislados con bajas incidencias se recomienda la extracción de los árboles y la quema de las partes afectadas (Arguedas y Chaverri, 1997).

Otra manera de control es eliminando los hospederos nativos de la especie (*Vernonia patens*), solo que en este caso no se recomienda debido a la baja incidencia del barrenador y a que la planta hospedera se encuentra en zonas de protección.

Phyllophaga sp.

Familia: Scarabaeidae

Orden: Coleoptera

Hábito: comedor de raíces

Generalidades

En Centroamérica existen 28 especies de abejones, de las cuales sus larvas son conocidas como "gallinas ciegas" (Arguedas y Chaverri, 1999). Las larvas tienen forma de "C" y permanecen bajo la superficie del suelo durante sus tres instares, aproximadamente 290 días, alimentándose de materia orgánica y en su último instar se alimentan exclusivamente de raíces gruesas, incluso las principales. Una vez completado su desarrollo larval, construyen una cámara para pupar durante 30 a 45 días. Los adultos permanecen en las cámaras hasta que emergen en mayo (Cibrian *et al*, 1997).

Manifestaciones sintomatológicas

El daño principal se presenta en las raíces, tanto de absorción como las secundarias, ya que las larvas se alimentan de ellas y de la corteza de la raíz principal (Arguedas y Chaverri, 1999), causando pérdida en la capacidad de absorción de nutrientes y agua, lo que se manifiesta en un amarillamiento general del follaje y en la marchitez (figura 15). Además de una disminución significativa en los crecimientos.



Figura 15. Marchitez del follaje de *Tectona grandis* producto del ataque del *Phyllophaga* sp. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.

En un muestreo realizado en la operación Santa Clara, se contabilizaron más de 150 larvas alimentándose de las raíces de un árbol que presentaba este amarillamiento en el follaje, en un área de 1 m de radio por 30 cm de profundidad (figura 16).



Figura 16. Larva de *Phyllophaga* sp., encontrada en muestreo rápido en la operación Santa Clara. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.

Manejo

En la empresa Ecoforest S.A. se ha implementado un control físico-mecánico utilizando trampas que atraen los especímenes adultos mediante la utilización de luces blancas, y luego son atrapados en estañotes llenos con agua.

Otra forma indirecta de controlar las poblaciones de esta plaga, es mediante el uso de cal y la fertilización de las plantaciones, ya que al aplicar cal al suelo, esta destruye a las larvas por la abrasividad de la cal (Verjans, 2007²).

² Verjans. JM. 2007. Ataque de *Phyllophaga* spp. en las plantaciones de Ecoforest S.A. (Panamá) (entrevista). Panamá, PA.

Rhabdopterus sp.

Familia: Chrysomelidae

Orden: Coleoptera

Hábito: comedor expuesto

Generalidades

Los huevos son ovipositados en grietas en el suelo. Las larvas son blancas con una línea oscura y una cabeza con mandíbulas bien desarrolladas, se alimentan de raíces de gramíneas. Es en el estado adulto cuando producen el daño importante. 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. Poseen hábitos alimenticios nocturnos (Muñoz, 2002).

Manifestaciones sintomatológicas

Los adultos se alimentan de follaje de la teca, produciendo perforaciones características de forma elongada y curva de aproximadamente 1,3 de largo y 0,16 cm de ancho (Arguedas, 2003a) (figura 17).



Figura 17. Daños a hoja de *Tectona grandis* producido por el adulto de *Rhabdopterus* sp. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.

Manejo

En la literatura se mencionan control mecánico, mediante la limpieza de las plantaciones eliminando las gramíneas, con el fin de que las larvas mueran por falta de alimento. Otra medida de mitigación es por medio de nematodos que parasitan a insectos inmaduros y adultos, disponibles comercialmente para el uso en las camas de tierra para cultivar el arándano (Muñoz, 2002).

Control químico utilizando plaguicidas líquidos como foxim 50% CE con una dosis de 30cc, ó endosulfan 35% CE de 30-40cc. (Muñoz, 2002).

Walterianella sp.

Familia: Chrysomelidae

Orden: Coleoptera

Hábito: comedor expuesto

Generalidades

Son escarabajos pequeños de forma ovalada, de aproximadamente 5 a 7 mm de longitud y 3 a 4 mm de ancho, son de color café claro y presentan manchas amarillas irregulares en los elitros, sus ojos son grandes y bastante notorios, y sus antenas largas (Salas, 2003).

Manifestaciones sintomatológicas

Los adultos se alimentan de la cutícula superior de la hoja, formando canales irregulares y translúcidos en toda la lámina foliar, éstos generalmente presentan los bordes café-rojizos; y cuando el daño es muy severo, toda la hoja se torna café, en ocasiones se enrolla hacia adentro, muere y cae al suelo (Arguedas, 2003a; Salas, 2003) (figura 18).

Manejo

El monitoreo continuo de las plantaciones para detectar y evaluar oportunamente cualquier señal de que podemos estar ante un posible riesgo. Los adultos se concentra en uno o pocos árboles dentro de las plantaciones por lo que se puede realizar aplicaciones de insecticidas de contacto solamente en los puntos de concentración (Arguedas, 2003a).



Figura 18. Daños a hoja de *Tectona grandis* producido por el adulto de *Walterianella* sp. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.

Barrenador del líber

En varios árboles se identificó que presentaban perforaciones a nivel del fuste, que dejaban ver galerías, de aproximadamente 2 mm de ancho, producidas por algún barrenador del líber. Con el fin de recopilar información que ayudara a identificar el agente causal, se cortó un árbol al que se le desprendió toda la corteza con el fin de ver si las galerías seguían un patrón característico. Las galerías seguían una dirección hacia arriba, con tramos horizontales y llegaban hasta una altura de 3 m (figura 19). No fue posible encontrar el causante de los daños.



Figura 19. Galerías producidas por barrenador del líber. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.

Daños por vertebrados

En árboles aislados se detectó la presencia de daños producidos al fuste por venados (*Odocoileus virginianus*), produce graves desgarramientos de la corteza (figura 20), estas heridas en la corteza las provoca al rozar su cornamenta en el fuste.



Figura 20. Daños producidos por el vertebrado *Odocoileus virginianus* a árbol de *Tectona grandis*. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.

Otro de los daños encontrado, es el causado por los pizotes (*Nasua narica*), quienes producen heridas delgadas y alargadas, a manera de "aruñazos" de forma superficial (figura 21).



Figura 21. Daños producidos por el vertebrado *Nasua narica* al fuste de un árbol de *Tectona grandis*. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las plantaciones inspeccionadas, se encuentran en general, en buen estado sanitario, debido a la implementación de un buen control silvicultural, así como a la aplicación de cal y la fertilización de las plantaciones.
- Se identificaron 12 plagas en las plantaciones de teca, de los cuales, seis atacan el follaje, específicamente cuatro insectos defoliadores y dos patógenos; cinco se encontraron en el fuste de los cuales 3 eran barrenadores y dos patógenos; y un comedor de raíces. Además se detectaron dos daños por vertebrados al fuste.
- El ataque de *Rhabdopterus* sp. y de *Olivea tectonae* se encuentra en forma generalizada en las tres operaciones.
- Se encontró que la incidencia de *Dothiorella* sp. se da mayormente en sitios con crecimientos bajos y marginales.
- La roya *Olivea tectonae* se encuentra en mayor porcentaje atacando árboles de sitios de malos crecimientos.
- No se encontró relación entre el ataque del insecto *Rhabdopterus* sp. y el índice de crecimiento de las plantaciones, ataca sin excepción tanto árboles en sitios con crecimientos altos como medios, bajos y marginales.

- Los daños de *Dothiorella* sp. (cancro resquebrajador) se encuentran controlados gracias al manejo silvicultural realizado por la empresa mediante los raleos fitosanitarios y silviculturales, por lo que las lesiones en la corteza se encuentran cicatrizadas y no representan ningún problema.
- Los ataques del comedor de raíces *Phyllophaga* sp. se mantiene causando daños en las plantaciones de la operación Santa Clara. Provoca el amarillamiento del follaje de los árboles.
- Los daños del barrenador *Plagiohammus spinipennis* se encontraron en árboles aislados, sin presentar una amenaza.
- En las operaciones Represa y Santa Clara se observaron defoliaciones moderadas de *Rhabdopterus* sp. en más del 15% de las PPM evaluadas y aproximadamente un 2% con daños graves, por lo que es recomendable tomar medidas de control para evitar un potencial problema serio del insecto.
- Se recomienda dar seguimiento a los árboles atacados por el barrenador del líber, especialmente en la operación Santa Clara, en donde se encontró una incidencia de más del 44% de las PPM evaluadas, ya que los daños producidos al árbol podrían conducir a una disminución en el crecimiento por el bloqueo del flujo de nutrientes ó hasta la muerte del árbol por anillamiento.

- Se recomienda la eliminación total de las áreas marginales, ya que por la gran cantidad de problemas fitosanitarios que se encuentran allí, especialmente de barrenadores y picadores de la madera, podrían convertirse en focos de infección para el resto de las plantaciones.
- Se recomienda realizar una actualización del manual de identificación de la empresa, pues se reportó la aparición de nuevos problemas fitosanitarios, como lo es el barrenador del líber y *Dothiorella* sp.
- Se recomienda seguir las aplicaciones de cal como parte de las medidas del manejo de plagas forestales.

BIBLIOGRAFÍA

- Arguedas, M. 1994. La corona de agallas *Agrobacterium tumefaciens*. Serie Plagas y Enfermedades Forestales # 10. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, CR. 8 p.
- Arguedas, M. 1997a. Manejo de plagas y enfermedades forestales. Serie de apoyo académico # 26. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, CR. 86 p.
- Arguedas, M. 1997b. Manejo Integrado de Plagas Forestales. Serie: Plagas y Enfermedades Forestales # 19. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, CR. 12 p.
- Arguedas, M. 2003a. Problemas fitosanitarios de teca (*Tectona grandis* L.f) en América Central: nuevos reportes. (en línea). **In** Seminario y grupo de discusión virtual. Teca (*Tectona grandis* L.f). Consultado 26 set. 2007. Disponible en: <http://www.una.ac.cr/inis/docs/teca/temas/M.pdf>
- Arguedas, M. 2003b. Informe de consultoría a Ecoforest S.A. (Panamá). Cartago, CR.
- Arguedas, M. 2004. La roya de la teca *Olivea tectonae* (Rac.): consideraciones sobre su presencia en Panamá y Costa Rica. (en línea). Kurú: Revista Forestal. (CR): 1(1). Consultado 27 set. 2007. Disponible en: <http://www.itcr.ac.cr/revistakuru/pdf/MARGUEDASfeb.pdf>
- Arguedas, M. 2005. Informe de consultoría a Ecoforest S.A. (Panamá). Cartago, CR.
- Arguedas, M. 2006. Diagnóstico de plagas y enfermedades forestales en Costa Rica. (en línea). **In** II Congreso latinoamericano IUFRO. (La Serena, Chile). Consultado 12 oct. 2007. Disponible en: <http://www.itcr.ac.cr/revistaKuru/pdf/actualidad1.pdf>
- Arguedas, M.; Blanco, H. 1997. Recolección y envío de muestras de enfermedades y plagas forestales. Serie Plagas y Enfermedades Forestales # 16. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, CR. 7 p.
- Arguedas, M; Chaverri, P. 1997. Abejones barrenadores (Cerambycidae). Serie Plagas y Enfermedades Forestales # 20. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, CR. 8 p.

- Arguedas, M; Hilje L; Quirós, L; Chaverri, P; Scorza, F; Araya, C. 1997. Catálogo de plagas y enfermedades forestales en Costa Rica. 2 ed. Cartago, CR, ITCR, Programa Interinstitucional de Protección Forestal PIPROF. 67 p.
- Arguedas, M; Chaverri, P. 1999. Plagas forestales en Costa Rica. Serie de apoyo académico # 22. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, CR. 64 p.
- Arguedas, M; Chaverri, P; Verjans, J. 2004. Problemas fitosanitarios en teca (*Tectona grandis L.f.*) en Costa Rica. Recursos Naturales y Ambiente. No. 41. (Revista Forestal Centroamericana):131-136.
- Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM, PA). Protección forestal. (en línea). Consultado 12 oct. 2007. Disponible en: <http://www.anam.gob.pa/Forestal/proteccion%20forestal.htm>
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE, CR). 1991. Plagas y enfermedades forestales en América Central. Serie técnica: Manual técnico # 4. Guía de campo. Turrialba, CR. 260 p.
- Cibrian, D.; Lagunes, A.; Carrillo, J.; Bravo, H.; Vera, J.; Sosa, C. 1997. Control de insectos Forestales. Cuadernos de Sanidad Forestal. Universidad Autónoma de Chapingo. División de Ciencias Forestales. Chapingo, MX.
- Coulson, R.; Witter, J. 1990. Entomología Forestal: ecología y control. Editorial LIMUSA S.A. México DF, México. 751 p.
- Esquivel, E. 2007. Aspectos del control biológico de la roya de la teca, *Olivea tectonae* (t.s.& k) Mulder. (Chaconiaceae). en Panamá. (en línea). Consultado 12 oct. 2007. Disponible en: <http://www.tropica-panama.com/?p=10>
- Farah, S. 1996. Métodos de control de hormigas cortadoras en plantaciones forestales. Informe de práctica de especialidad. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.
- Ford, L. 1981. Reconocimiento de las plagas de plantaciones forestales en Costa Rica. Serie Técnica. Informe Técnico # 7. Turrialba, CR. CATIE. 53 p.
- Fonseca, W. 2004. Manual de productores de teca *Tectona grandis* L.f. en Costa Rica. (en línea). Consultado 26 set. 2007. Disponible en: http://www.fonafifo.com/text_files/proyectos/ManualProductoresTeca.pdf

- Holdridge, L. Ecología basada en zonas de vida. Serie libros y materiales educativos # 34. Ed. IICA. San José, CR. 216 p.
- Macias, J; Arguedas, M; Hilje, L. 2002. Plagas forestales neotropicales. (en línea). Consultado 12 oct. 2007. Disponible en: <http://web.catie.ac.cr/informacion/RMIP/rev63/pag88-89.pdf>
- Matarrita, L; Sandoval, J; Arguedas, M. 2006. Prevalencia de la roya *Olivea tectonae* (Rac.) de la teca (*Tectona grandis* L.f.) en Costa Rica.(en línea). Kurú: Revista Forestal. (CR): 3(9) Consultado 12 oct. 2007. Disponible en: <http://www.itcr.ac.cr/publicaciones/revistakuru>.
- MOYA, R., 2002. Influencia de la edad del cambium, tasa de crecimiento y nivel de precipitación sobre la densidad básica de la teca en Costa Rica. Maderas y bosques 8(1): 39-49.
- Muñoz, R. 2002. 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 Centro América SA. Informe de práctica de especialidad. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, CR.
- Ordóñez, H. 1999. Evaluación de problemas fitosanitarios en plantaciones de teca en Forestales Costarricenses S.A. Informe de práctica de especialidad. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, CR.
- Salas, B. 2003. Evaluación fitosanitaria de las plantaciones de *tectona grandis* l.f. pertenecientes a la empresa Ecoforest (Panamá) S.A., Panamá. Informe de práctica de especialidad. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, CR.
- Sinclair, W.; Lyon, H. 2005. Diseases of trees and shrubs. 2 ed. Cornell University Press. New York, USA. 275p.
- Sharma, J.K.; Mohanan, C.; Florence, E.J.M. 1985. Disease survey in nurseries and plantations of forest tree species grown en Kerala. Kerala, IN. Kerala Forest Res. Inst. 275 p.
- Verjans. JM. 2007. Ataque de *Phyllophaga* spp. en las plantaciones de Ecoforest S.A. (Panamá) (entrevista). Panamá, PA.

ANEXOS

Anexo 1. Incidencia de ataque de acuerdo al número de parcelas, árboles atacados y porcentajes para cada operación. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.

Cuadro 1. Daños observados durante la inspección fitosanitaria según su incidencia para la operación Represa.

Daño	PPM atacadas	Arboles afectados	Porcentaje incidencia
<i>Dothiorella</i> sp.	52	682	100,0
<i>Olivea tectonae</i>	50	2230	96,2
<i>Rhadbopterus</i> sp.	47	2096	90,4
<i>Nasutitermis corniger</i>	44	282	84,6
<i>Azteca</i>	36	347	69,2
Hormiga bajo	35	111	67,3
Fractura por viento	30	56	57,7
<i>Atta</i> spp.	23	73	44,2
Muerte apical	18	38	34,6
Corchosis	6	8	11,5
<i>Taeniopoda</i> sp.	6	19	11,5
Barrenador del líber	5	11	9,6
Hongo negro	5	25	9,6
<i>Plagiohammus spinipennis</i>	3	4	5,8
Clorosis	2	19	3,8
<i>Agrobacterium tumefacens</i>	1	1	1,9
<i>Phyllophaga</i> sp.	1	37	1,9

Cuadro 2. Daños observados durante la inspección fitosanitaria según su incidencia para la operación Santa Clara.

Daño	PPM atacadas	Arboles afectados	Porcentaje incidencia
<i>Olivea tectonae</i>	60	2808	95,2
<i>Dothiorella</i> sp.	59	555	93,7
<i>Rhadbopterus</i> sp.	57	2198	90,5
<i>Taeniopoda</i> sp.	57	419	90,5
<i>Nasutitermis corniger</i>	50	230	79,4
Hormiga bajo	45	206	71,4
<i>Atta</i> spp.	43	249	68,3
Muerte apical	36	151	57,1
<i>Azteca</i>	30	144	47,6
Barrenadro del líber	28	96	44,4
Fractura por viento	26	67	41,3
<i>Phyllophaga</i> sp.	20	824	31,7
Nudo mal cicatrizado	17	52	27,0
Clorosis	15	37	23,8
Corchosis	14	35	22,2
Hongo negro	14	79	22,2
<i>Plagiohammus spinipennis</i>	5	7	7,9
Daños por venado	3	4	4,8
Lloradero	3	3	4,8
<i>Agrobacterium tumefacens</i>	1	1	1,6
Daños por pisote	1	1	1,6
Muerte por centella	1	4	1,6
<i>Pseudoepicocum tectonae</i>	1	5	1,6

Cuadro 3. Daños observados durante la inspección fitosanitaria según su incidencia para la operación Las Pavas.

Daño	PPM atacadas	Arboles afectados	Porcentaje incidencia
<i>Dothiorella</i> sp.	105	1661	97,2
<i>Olivea tectonae</i>	100	4389	92,6
<i>Nasutitermis corniger</i>	93	744	86,1
<i>Rhadbopterus</i> sp.	81	2067	75,0
Hormiga bajo	74	651	68,5
<i>Azteca</i>	50	372	46,3
Hongo negro	34	184	31,5
<i>Atta</i> spp.	18	86	16,7
<i>Taeniopoda</i> sp.	17	225	15,7
Muerte apical	15	124	13,9
Barrenadro del líber	9	14	8,3
<i>Walterianella</i> sp.	7	21	6,5
Fractura por viento	5	6	4,6
Lloradero	5	5	4,6
<i>Plagiohammus spinipennis</i>	5	10	4,6
Corchosis	4	17	3,7
Daños por pisote	3	5	2,8
Daños por venado	2	2	1,9

Anexo 2. Parcelas evaluadas en la inspección fitosanitaria por lote con su respectiva clasificación de sitio para cada operación. Ecoforest S.A. (Panamá). Octubre, 2007.

Cuadro 1. Parcelas evaluadas en la inspección fitosanitaria en la operación Represa.

Lote	Experimento	PPM	Indice sitio	Lote	Experimento	PPM	Indice sitio
151	31	2	3	158	57	3	2
		3	2			5	2
		4	2			6	2
		6	2			7	2
152	32	2	2	159	36	1	1
		3	2			3	1
		7	2			4	2
153	34	1	3	159-1	95	8	2
		2	3			1	3
154	35	3	1	160	38	4	1
		1	1			6	2
154-1	60	1	2	160-1	94	3	3
		2	2			5	2
		3	2			7	3
		4	3			1	2
155	107	1	2	161	62	1	2
155-1	61	2	3	163	64	1	3
		3	3			2	3
		5	2			6	2
156	59	1	3	164	86	1	2
		3	2			2	2
157	58	1	3	165	87	4	2
		2	3			2	3
		3	1			3	3
		5	3			5	2
				166	83	3	3
				167	84	3	3
				169	97	1	3

Cuadro 2. Parcelas evaluadas en la inspección fitosanitaria en la operación Santa Clara.

Lote	Experimento	PPM	Indice sitio	Lote	Experimento	PPM	Indice sitio
101	3	1	3	106	68	1	2
		2	2			2	3
		3	3			3	3
		7	2			2	1
101-0	74	2	2	107	69	4	2
102	4	2	2	108	70	1	4
		3	3			2	2
		4	2			3	2
		5	2			2	2
		6	2			3	2
		7	3			5	2
		8	3			6	1
		11	2			8	4
14	2	9	1				
103	27	1	3	109	71	11	2
		2	3			2	3
		3	2			3	2
		5	3			5	2
103-1	65	7	4	110	72	1	2
104	29	1	2	111	73	4	3
		2	2	112	90	5	4
		3	2	113	89	2	4
104-1	66	8	2	114	88	3	3
		2	3	115	80	2	2
		4	2	116	81	1	2
105	30	2	3	117	82	1	2
		4	3	118	79	1	3
105-1	67	2	2	119	92	2	2
		3	3	120	91	1	3
		5	1				

Cuadro 3. Parcelas evaluadas en la inspección fitosanitaria en la operación Las Pavas.

Lote	Experimento	PPM	Indice sitio
1	20	1	2
		3	1
2	19	1	2
		2	1
3	18	1	2
		2	2
		5	2
4	17	3	4
		5	3
5	15	1	2
		3	2
		4	3
6	14	2	3
		4	2
		5	2
		6	2
7	13	2	2
		3	3
8	12	2	2
		3	3
		6	2
9	11	1	2
		3	3
10	10	1	2
10-0	99	1	2
11	9	1	2
		2	3
12	1	4	3
		1	2
12-0	98	3	2
		1	2
13	8	1	2
		3	2
		6	2
14	6	2	2
		3	1
		4	2
14--1	50	1	2
15	23	1	2
		2	1
		3	2
		4	2
16	5	1	2
		2	2
		3	3
16--1	49	1	3

17	48	2	3
		4	3
18	24	2	3
		3	2
		5	2
19	25	1	2
		2	4
		3	3
		6	2
19--1	47	1	3
		3	3
		4	3
		5	2
20	46	3	3
		6	3
21	45	1	3
22	51	4	2
23	52	2	2
		6	3
24--1	53	1	4
25	56	1	3
26	55	1	4
27	54	1	3
28	93	1	2
		4	2
		1	2
29	109	3	2
		4	2
		5	2
31	110	2	4
		4	4
32	111	1	4
		3	4
33	112	5	3
34	113	2	4
36	116	1	3
		2	3
		1	2
37	117	3	2
		4	2
38	118	1	2
		2	2
		1	2
39	119	2	1
		4	3
		7	2
40	120	2	3
		4	3
41	121	1	2
		4	2
42	122	1	2
		3	2
43	123	6	3
		7	2

45	127	1	2
46	128	1	2
47	129	2	2
48	130	2	2
49	131	1	2
50	132	1	1
201	21	1	2
		2	4