

Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo
Sustentable

Ra Ximhai
Universidad Autónoma Indígena de México
México

2009

CONTRIBUCIÓN PARA EL DIAGNÓSTICO Y CONTROL DE LOS DESCORTEZADORES DEL GÉNERO *IPS* (COLEOPTERA: SCOLYTIDAE) EN LOS BOSQUES DE PINOS DE CUBA

René Alberto López Castilla, Fidel Góngora Rojas, Celia Guerra Rivero, Enrique de Zayas Izaguirre,
Antonio Fernández Vera y Natividad Triguero Isasi
Ra Ximhai, septiembre-diciembre, año/Vol. 5, Número 3
Universidad Autónoma Indígena de México
Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 281-295



e-revist@s



CONTRIBUCIÓN PARA EL DIAGNÓSTICO Y CONTROL DE LOS DESCORTEZADORES DEL GÉNERO *IPS* (COLEOPTERA: SCOLYTIDAE) EN LOS BOSQUES DE PINOS DE CUBA

CONTRIBUTION FOR THE DIAGNOSIS AND CONTROL OF THE BARK BEETLES OF GENUS *IPS* (COLEOPTERA: SCOLYTIDAE) IN THE PINE FOREST OF CUBA

René Alberto López-Castilla¹; Fidel Góngora-Rojas²; Celia Guerra-Rivero³; Enrique de Zayas-Izaguirre⁴; Antonio Fernández-Vera⁵ y Natividad Triguero-Isasi⁶

¹Investigador Auxiliar; Instituto de Investigaciones Forestales, calle 174 No. 1723 / 17B y 17C, Siboney, Playa, Ciudad Habana, Cuba (IIF); ²Profesor Titular; Universidad de Pinar del Río; ³Investigadora Auxiliar (IIF); ⁴Especialista en Protección Forestal (IIF); ⁵Especialista en Protección Forestal (IIF); ⁶Técnica en entomología (IIF).

RESUMEN

Cuatro especies de pinos son endémicas en Cuba y tienen importancia en gran amplitud, desde la Conservación de los Recursos Genéticos Forestales a nivel regional hasta la mitigación del cambio climático. Su importancia económica se debe a que forman rodales puros de crecimiento rápido y de fuste recto. Los descortezadores del género *Ips* De Geer (Coleoptera: Scolytidae) junto a los hongos asociados del complejo Ophiostomatoid (Ceratocystidaceae: Microascales Phylum Ascomycotina) son los que causan los mayores daños en las plantaciones de pinos en Cuba. El manejo de este daño se basó principalmente en la tala de todos los árboles infestados y la aplicación de insecticidas organosintéticos con las consecuentes afectaciones al medio ambiente aparte de pérdidas económicas. En este trabajo mediante el desarrollo de experimentos con diseño de trozas de pinos al azar y muestreos sistemáticos en árboles de pinos se determinó la especie de *Ips* más nociva y la especie de pinos más vulnerables en la región occidental. Además se definió un índice de umbral de daños y los tratamientos suficientemente efectivos con productos biológicos en la región central. Estos resultados se integraron e introdujeron en forma de metodología de manejo de los descortezadores en un área de plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* (Punta Felipe, Villa Clara, Cuba) después del desarrollo de un brote epidémico de este complejo nocivo y se demostró que era posible controlar esta plaga sin realizar las talas de todos los árboles afectados ni la aplicación de insecticidas organosintéticos. Por lo que este trabajo tiene un impacto ambiental positivo, contribuyendo a la conservación saludable de los bosques de pinos y un impacto económico debido al ahorro de divisas por concepto de insecticidas dejados de aplicar y además por disminuir las pérdidas de incremento de madera.

Palabras clave: *Pinus caribaea*, *P. tropicalis*, *Ips calligraphus*, *I. grandicollis*, umbral de tratamiento.

SUMMARY

There are four pines species endemic from Cuba with width importance, from the Conservation of the Forest Genetic Resources at regional level to the mitigation of the climatic change. Their economical importance is due to forming pure forest stand of fast growth and of straight trunk. The bark beetle of the genus *Ips* De Geer (Coleoptera: Scolytidae) and the associate mushrooms from the complex

Ophiostomatoid (Ceratocystidaceae: Microascales Phylum Ascomycotina) are those that cause the biggest damages in the plantations of pines in Cuba. The damage management was based mainly on the logging of all the infested trees and the application of organosintetic insecticides with the consequent affectations to the environment apart from economic losses. In this work were determined the most noxious *Ips* species and the most vulnerable pine species by means of the development of experiments with randomized design on logging of pines and systematic samplings in pine trees in the western region. It was also defined a threshold of damage index and the most effective treatment with biological products in the central region. These results were integrated and introduced like a methodology of bark beetle management in a plantations area of *Pinus caribaea* Morelet. var. *caribaea* (Punta Felipe, Villa Clara, Cuba) after the development of an outbreak of this noxious complex and it was demonstrated that it was possible to control this forest pest without carrying out the logging of all the affected trees neither the application of organosintetic insecticides. As what this work has a positive environmental impact, contributing to the healthy conservation of the pine forests and an economic impact due to the saving of foreign currencies for concept of insecticides left of applying and also to diminish the losses of wooden increase.

Key Words: *Pinus caribaea*, *P. tropicalis*, *Ips calligraphus*, *I. grandicollis*, treatment thresholds.

INTRODUCCIÓN

Los escolítidos son los insectos con mayor potencialidad para producir daños en las plantaciones de coníferas en la región de Centro América (Landaverde, 2001) y en Cuba (Hochmut y Manso, 1975). Uno de los principales problemas que presentan los rodales de pinos en etapa de fustal son las afectaciones que le producen los descortezadores del género *Ips* De Geer (Coleoptera: Scolytidae). Estos pequeños escarabajos se reproducen en los árboles moribundos, débiles o recientemente caídos. Las larvas, al alimentarse del floema, anillan la parte interior de la corteza, impiden el flujo de nutrientes a las raíces, provocan el

Recibido: 22 de junio de 2009. Aceptado: 2 de septiembre de 2009.

Publicado como ARTÍCULO CIENTÍFICO en Ra Ximhai 5(3): 281-295.

marchitamiento del follaje y la posterior muerte del árbol. Se conocen los principales aspectos sobre la taxonomía, biología e importancia de estos insectos (Wood y Stark, 1968; Haack *et al.*, 1989). Para Cuba se reportan dos especies de descortezadores (Zorrilla, 1975; Hochmut y Manso, 1975) del género *Ips*: *I. calligraphus* Germar (= *I. interstitialis*) e *I. grandicollis* Eichhoff. Estos insectos generalmente se encuentran en una asociación simbiótica con los hongos del azulado de la madera del género *Ophiostoma* (= *Ceratocystis*) con los cuales forman un verdadero complejo nocivo (Guerra *et al.*, 1989).

Las pérdidas provocadas por los organismos nocivos en los bosques no son valoradas lo suficiente porque en la mayor parte de las regiones aún no se conocen o no se usan los umbrales de daño económico. En el caso de los bosques protectores de poco valor productivo estas pérdidas son menos valoradas porque aún no se han elaborado los niveles de daño ambiental o umbrales de daño ambiental (Higley *et al.*, 1992) que se expresen en valores monetarios y que puedan incluirse en un futuro y nuevo concepto de manejo integrado de plagas.

El diagnóstico de este grupo de insectos en Cuba consistió desde un inicio en la identificación de las especies del género y la comprobación de su incidencia sobre los árboles en pie (Zorrilla, 1975) y el posterior manejo incluyó las medidas preventivas, la tala de los árboles afectados y la aplicación de insecticidas organosintéticos (Hochmut y Manso, 1975). En un posterior Programa de Manejo de las Coníferas (Simón, 1997) se profundiza más en el diagnóstico al plantear el uso de un índice de daño para evaluar el estado fitosanitario de los rodales afectados y dar la señal de aplicación de tratamientos cuando este índice llegara al 15%. Además también se avanzó en el manejo al disminuir el impacto negativo sobre el ambiente al sustituir la aplicación de insecticidas químicos (Simón, 1997) con biopreparados a base de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Sin embargo, en los métodos de diagnóstico más recientes (Simón, 1997) el índice para dar la señal se puede considerar nominal ya que se mantiene estático y no varía en relación a las características de los

rodales y además en estos métodos de manejo no se excluye la aplicación de insecticidas autorizados (Lista de Plaguicidas Autorizados, 2000) en al menos a los troncos caídos, ni la tala de todos los árboles afectados por los descortezadores del género *Ips*. Por lo que hasta el momento cuando se desarrolla un foco o un brote de este grupo de insectos, se producen significativas pérdidas económicas al perderse el incremento medio anual (IMA) de los árboles talados que no tenían tiempo de aprovechamiento y afectaciones al medio ambiente por la disminución en la cobertura arbórea y la protección al suelo así como el impacto negativo por la aplicación de productos químicos en los bosques. El objetivo general de este trabajo fue desarrollar una metodología que incluyera el índice de daño crítico y el tratamiento adecuado para controlar los brotes de los escolítidos del género *Ips* y así disminuir los impactos ambientales y económicos que estos insectos producen en los bosques de pinos. Los objetivos específicos fueron los siguientes: 1) Determinación de la abundancia de *Ips* en plantaciones mixtas de pinos. 2) Determinar el nivel crítico de daño causado por *Ips sp* para la señal de tratamientos, y 3) Desarrollar un método para el manejo de los descortezadores de los pinos con menor impacto ambiental y económico.

MATERIALES Y MÉTODOS

1.-Determinación de la abundancia de *Ips* en plantaciones mixtas de pinos

Se realizó en la región occidental, debido a que aquí se encuentra alrededor del 30% de los pinos en Cuba. Se seleccionó un rodal de *Pinus caribaea* Morelet y *P. tropicalis* Morelet en Viñales, Pinar del Río. Esta localidad pertenece a la formación de Alturas de Pizarras (Benítez, 2004). El suelo es ferralítico rojo y pobre. La temperatura promedio anual es de 25.0 °C. El promedio de precipitaciones al año es de 1765 mm. La vegetación característica es de pinares. Los experimentos se realizaron en secciones de pinos y en árboles en pie, a 200 m, cerca del horno colmena al este de las instalaciones de la Estación Experimental Forestal (EEF) de dicha localidad.

En secciones de pinos

Se montaron 24 trozas de 50 cm de longitud y de 16 a 20 cm de diámetro. A los 22 días de montado el experimento se realizó la evaluación, que consistió en el cálculo de la abundancia de los diferentes niveles de la variable independiente (adultos, larvas, pupas y el número de las perforaciones). Se consideró a las especies de descortezadores y las de pinos como las variables dependientes.

En árboles en pie

Se determinó la distribución espacial. Esta se calculó mediante la aplicación de la ley de potencia de Taylor (Taylor, 1984) la que define una relación entre la varianza (S^2) y la media (m) de tipo: $S^2 = a m^b$ (1), donde el coeficiente a estima la escala de muestreo y b el nivel de agregación. Se consideró tres niveles: El uno: cerca de la carretera; el dos: al centro y el tres: cerca del arroyo.

Para estimar el tamaño de muestra, se usó la fórmula: $n = (S / E x X)^2$, (2); donde n = número de muestras a tomar; S = desviación estándar de las muestras preliminares; X = Media estimada de las muestras preliminares; E = nivel de precisión requerido. Se aplicó el factor de corrección: $n_c = n / 1 + n / n_0$, (3); donde: n_c = número de muestras a tomar.; n = número de muestras calculadas mediante la ecuación anterior; n_0 = número de muestras tomadas para el cálculo de la media (X) y de la desviación Standard (S) (Cochran, 1983).

Se realizó un muestreo sistemático, revisando un metro de fuste por encima de 1.30 m de altura del suelo en cada uno de los 15 árboles encontrados en 10 transectos. La evaluación consistió en el cálculo de la abundancia de los diferentes estados de desarrollo de los descortezadores: los adultos, larvas, pupas y las perforaciones encontradas en las galerías. Para conocer si las diferencias entre las especies de insectos y de pinos eran significativas se aplicó la prueba no paramétrica de Mann Whitney y para conocer la relación entre las variables y los factores climáticos de temperatura y precipitación se aplicó la prueba de correlaciones de rango de Spearman

Determinación del nivel crítico de daño causado por *Ips* sp para la señal de tratamientos

Se realizó en las plantaciones de *P. caribaea* de Punta Felipe, Villa Clara. Esta localidad pertenece a la región de sabanas serpentinosas de la zona central de Cuba. Los suelos son ferralíticos, poco profundos y ácidos. La temperatura media anual es de 24,7 ° C y las lluvias de 1162,9 mm.

Estimación del índice de daño. Se usó la siguiente fórmula: $ID = (\sum n * c / N * k) (100)$ (4), donde: ID. = Índice de daños; n = cantidad de árboles por grado de afectación; c = valor numérico del grado de afectación; N = total de árboles evaluados; k = último grado de la escala (Hochmut, 1978).

Para categorizar los daños se usaron las escalas vigentes: 1) La incluida en el método de Simón (1997) (Cuadro 1) la cual enfatiza en el número de perforaciones en la corteza.

Cuadro 1. Escala para la categorización de los daños producidos por los descortezadores del género *Ips* según el número de perforaciones.

Grado	Descripción
0	Árbol sano
1	< 10 perforaciones de fuste a partir de la base y presencia de aserrín y resina en el orificio
2	de 10 y < 30 perforaciones por metro de fuste. Presencia de amarillamiento del follaje
3	> 30 perforaciones por metro. No emisión de resina, fuste seco. Follaje marchito
4	Árbol muerto

2) La incluida en el método de Guerra y colaboradores (1989), la cual enfatiza el por ciento de marchitamiento del follaje (Cuadro 2).

Cuadro 2. Escala para la categorización de los daños producidos por los descortezadores del género *Ips* según el porcentaje de marchitamiento.

Grado	Descripción
0	Árbol sano
1	Árbol con el follaje marchito hasta el 25%
2	Árbol con 26 al 50% de follaje marchito
3	Árbol con el 51-75% de follaje marchito
4	Árbol con 100% de follaje marchito (Árbol muerto)

Y 3), la incluida en el método de López y colaboradores (2002), la cual evalúa según los signos cualitativos observados en cada árbol afectado (Cuadro 3).

Cuadro 3. Escala cualitativa para la categorización de los daños producidos por los descortezadores del género *Ips*.

Grado	Descripción
0	Árbol sano
1	Presencia de perforaciones de entrada, resina blanca
2	Presencia de resina color ámbar con aserrín en la base
3	Estado avanzado, marchitamiento del follaje en la parte superior, fuste manchado, ennegrecido, corteza menos firme
4	Árbol con todo el follaje marchito, corteza caediza, muerto

Se realizó una comparación de las tres escalas, para la cual se consideró seis variables cuantitativas para relacionar los signos que se observan en un brote por *Ips*: 1) Número de perforaciones; 2) Número de perforaciones con aserrín en la base de la resina; 3) Por ciento de marchitamiento; 4) Área con corteza poco firme, caediza; 5) Número de larvas; 6) Número de pupas. Para conocer si las diferencias entre los índices de daño eran significativas se usó la prueba de Kruskal Wallis para comparar las medianas y para conocer la relación entre las variables se usó la prueba de correlaciones de rango de Spearman.

2.-Determinación del nivel crítico de daños

Para determinar este parámetro se tuvo en cuenta la relación entre la magnitud potencial de daños (Pdi) que puede producir una especie nociva en

diferentes generaciones consecutivas (Hochmut, 1978) y su relación con la pérdida sensible de incremento (Pedigo *et al.*, 1986). Para calcular el Pdi se usó la siguiente fórmula: $Pdi = (nh1) (nh2) (ng) / tg (T)$, (5) donde Pdi: es el potencial de daño; nh1: número de huevos que pone una hembra en la primera generación; nh2: número de hembras que pasan a la segunda generación; ng: número de generaciones en el período de tiempo analizado; tg: tiempo que demora una generación y T: Tiempo en días (Hochmut, 1978).

Para determinar la pérdida sensible de incremento, se adaptó a los parámetros usados en el manejo forestal, la siguiente fórmula: $Psi = (Vpn) (IDx) = (Vpt) (Iu) / (I) (Cp)$ (6) donde: Psi: pérdida sensible de incremento; Vpn : valor de la producción después del tratamiento; IDx : índice de daño; Vpt: valor esperado de la producción antes del tratamiento; Iu: incremento por unidad (por planta, por árbol); I: incremento total del cultivo y Cp: Coeficiente de pérdida esperado (Pedigo et al., 1986). Para calcular el nivel de daño económico se planteó la siguiente relación: $Nde = (nah) (nam^3) / (Pdi) (IMA)$ (7), donde Nde: nivel de daño económico; nah: número de árboles por hectárea (ha), nam³ : número de árboles que equivalen a un metro cúbico; Pdi: descrito en la formula 5; y el IMA; incremento m³. ha.⁻¹. año⁻¹.

3.-Desarrollo de un método para el manejo de los descortezadores de los pinos con menor impacto ambiental y económico

Evaluación de los enemigos naturales. Se realizó en dos localidades: Una situada en la Majagua y la otra en una plantación de *P. caribaea*, en Las Cuabas, Camagüey. Esta última localidad pertenece a la región de sabanas serpentinosa de la zona central de Cuba, se encuentra en las coordenadas 21° 24' N; 77° 54' O. El suelo es Ferralítico rojo. La temperatura media es de 25 ° C, máxima de 30 grados y mínima de 19 grados, con 1400 mm de precipitaciones anuales (Benítez *et al.*, 2005).

Se marcaron con frecuencia semanales los árboles enfermos que se registraron en el muestreo sistemático, para distinguir entre las categorías de daño. Los ejemplares de artrópodos

fueron conservados en alcohol al 70%. Las muestras de corteza se conservaron en papel kraft y trasladadas al Instituto de Investigaciones Forestales (IIF) para ser depositadas en cámara húmeda para facilitar el desarrollo de hongos. La identificación se realizó con el auxilio de un microscopio estéreo, la literatura correspondiente para las plagas de insectos (Hochmut *et al.*, 1988), para los hongos (Leontovic, 1972) y las colecciones del IIF.

Evaluación de la efectividad de biopreparados a base de *Beauveria bassiana* contra los descortezadores del género *Ips*

a) Procedimiento general de trabajo para las pruebas de efectividad

Se seleccionaron tres cepas de *B. bassiana*. (La LBB-1; La 36; y La brasileña). En cada localidad se trabajó con parcelas de *P. caribaea* en estado de fustal afectadas por las especies de *Ips*. Se realizaron cuatro tratamientos, uno correspondiente a cada cepa y un testigo (agua). La mezcla se preparó a razón de un kg de producto comercial (PC) en 16 litros de agua.

Las variables analizadas fueron las siguientes: 1: Insectos vivos: número (no.) de individuos con movilidad y coloración normal; 2: Insectos muertos: no. de individuos sin movilidad; 3. Insectos infestados: no. de individuos recubiertos con el micelio característico de los hongos. A los 22 días de montados los experimentos se realizó evaluación para lo cual se determinó la efectividad, según la siguiente fórmula: $Et = [(n-t) / n] 100$ (8) donde, n= nivel de daño en el área no tratada; t = nivel de daño en el área tratada (Vázquez, 2003).

Cuadro 4. Incidencia diferencial de los insectos adultos de descortezadores en trozas de pinos (Mediana de cada experimento mensual).

Meses	especie de pino	<i>I. grandicollis</i>		<i>I. calligraphus</i>
		adultos	orificios	adultos
marzo	<i>caribaea</i>	25 a	22a	0,00
	<i>tropicalis</i>	24 a	12b	0,00
abril	<i>caribaea</i>	18 a	16a	0,00
	<i>tropicalis</i>	12 a	15a	0,00
mayo	<i>caribaea</i>	19 a	11a	0,00
	<i>tropicalis</i>	18 a	12a	0,00
junio	<i>caribaea</i>	19 a	13a	0,00
	<i>tropicalis</i>	18 a	16a	0,00
julio	<i>caribaea</i>	20 a	21a	0,00
	<i>tropicalis</i>	18 a	16a	0,00

n=12 , en pino macho; n=12 en pino hembra

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas según prueba de Mann witney (P<0,05).

Variantes experimentales

Variante I. Aplicación preventiva en secciones frescas de pinos (antes de la invasión de los insectos). 48 trozas de pino macho, de 50 cm de longitud y de 14-16 cm de diámetro, fueron montadas sobre secciones de las rabizas de los pinos cortados. Para todas las variantes en las secciones de pinos la dosis de aplicación fué a razón de 48 L /m³. Se aplicó un litro a cada sección de pino. Variante II. Aplicación curativa en trozas frescas (a las 72 horas después de la invasión de los insectos). (Montaje y aplicaciones: ídem al anterior). Variante III. Aplicación curativa en árboles en pie (a las 72 horas después de la invasión de los insectos). De un rodal de *P. caribaea* se seleccionaron 16 árboles al azar y se le realizó un descortezamiento (anillado) a 30 cm del suelo con un ancho de 20 cm con el objetivo de debilitar estos árboles para propiciar la incidencia de los descortezadores. Se aplicó tres litros del biopreparado a cada árbol en toda la extensión del fuste. Las aplicaciones se realizaron con mochila de mano, en la mañana. Para conocer si las diferencias entre los tratamientos eran significativas se usó la prueba de Kruskal Wallis para comparar las medianas

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. Determinación de la abundancia de *Ips* en plantaciones mixtas de pinos

En secciones de pinos

a) Diferencias entre las especies de descortezadores

La incidencia de los adultos en la corteza no tuvo diferencias (Cuadro 4) ni con respecto a las especies de pinos ó los meses en que se desarrolló el experimento.

En el caso de los orificios realizados por estos solo en el mes de marzo. *I. grandicollis* fué la única especie que se encontró incidiendo en las trozas de cada una de las especies de pinos, durante todo el experimento (Cuadro 4). Este resultado indica que esta especie de insecto tiene una mayor facilidad para desarrollarse sobre los troncos y árboles caídos en el bosque. Esta especie tiene una mayor frecuencia de aparición en los rodales de pinos del país lo que le permite mayor probabilidad de ocupar el recurso de los troncos caídos.

b) Diferencias entre las especies de pinos

En el experimento preliminar, el ciclo biológico (huevo a adulto) del insecto se completó a los 26 días de colocadas las secciones de pinos en *P. caribaea*, mientras que en *P. tropicalis* duró 30 días. En cuanto a las comparaciones realizadas entre los estados inmaduros, se observa la mayor abundancia de las pupas (Cuadro 5) en el pino macho.

Cuadro 5. Abundancia de *Ips grandicollis* en trozas de pinos (Mediana de cada experimento mensual).

Meses	Especie forestal	
	Larvas	Pupas
marzo	<i>caribaea</i>	15 a 10 a
	<i>tropicalis</i>	13 a 2 b
abril	<i>caribaea</i>	20 a 13 a
	<i>tropicalis</i>	18 a 2 b
mayo	<i>caribaea</i>	16 a 25 a
	<i>tropicalis</i>	18 a 6 b
junio	<i>caribaea</i>	42 a 18 a
	<i>tropicalis</i>	42 a 2 b
julio	<i>caribaea</i>	24 a 20 a
	<i>tropicalis</i>	23 a 4 b

n=12, en pino macho; n=12 en pino hembra.

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas según prueba de Mann Witney (P<0,05).

El incremento de la abundancia de este estado de desarrollo a partir del mes de abril y de las larvas a partir de junio (Figura 1) quizás se debe a las condiciones especiales de temperaturas cálidas y pocas precipitaciones que ocurrieron en el trimestre abril-junio.

La sequía favorece el desarrollo de los descortezadores debido a que disminuye la producción de resina y hace los árboles más vulnerables (Hochmut y Manso, 1990).

Según los análisis estadísticos realizados en cada mes, las diferencias en la abundancia de las pupas, entre las especies de pinos, resultaron significativas. El resultado de los análisis de correlaciones de rango entre las variables y la temperatura y precipitaciones mensuales, no mostró diferencias significativas.

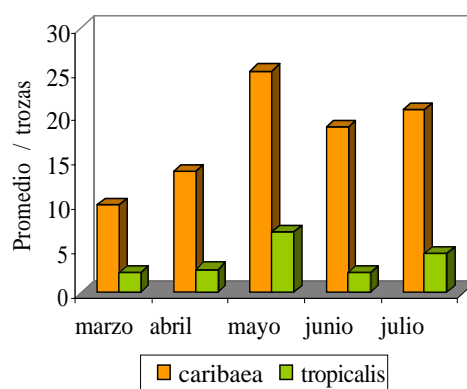


Figura 1. Abundancia de pupa de *Ips grandicollis* en secciones de pinos en Viñales.

En cuanto a la posible influencia de los factores climáticos en investigaciones realizadas en Norteamérica (Sánchez-Martín y Wagner, 2001) no se encontró una relación entre los descortezadores que se desarrollan en los troncos caídos y los factores del clima en plantaciones de *P. ponderosa* que fuera útil para estimar o pronosticar las poblaciones de las especies de estos insectos e incluirla en un manejo de estas plagas. Los resultados de los experimentos en secciones de pinos indican que la especie de descortezador se desarrolla mejor en el pino macho.

En árboles en pie

a) Análisis de la distribución espacial

Al aplicar la fórmula uno ($S^2 = a m^b$) para los adultos de *I. calligraphus* e *I. grandicollis*, resultó que el coeficiente del término independiente (a) es menor que cero para *I. grandicollis* y menor que uno en *I. calligraphus*

(Cuadro 6). Este resultado indica que el tamaño de muestra se encuentra dentro de los límites de la escala seleccionada (de 1 a 100) (Villagrán *et al.*, 2003). El coeficiente del término dependiente (b) es menor que uno para las dos especies por lo que no existe una agregación de la abundancia de estas según las posiciones con respecto a la carretera o el arroyo. Este coeficiente caracteriza la agregación de modo que valores inferiores, próximos e inferiores a uno indican distribuciones uniformes, al azar o agregativas respectivamente (Villagrán *et al.*, 2003). No se han realizado con anterioridad análisis de la distribución espacial en los insectos descortezadores de los pinos en Cuba.

Cuadro 6. Parámetros de la ley de potencia de Taylor para la distribución espacial de los descortezadores de los pinos del genero *Ips*.

n = 30		Estadígrafos	
niveles	Media	Varianza	
<i>Ips grandicollis</i>			
1	0,9242	0,2368	
2	1,2025	0,3093	
3	0,9189	0,2254	
$S^2(Ig) = - 0,0259 + 0,2788 x$			
<i>Ips calligraphus</i>			
1	1,3564	0,5133	
2	2,0434	0,1080	
3	0,9536	0,1968	
$S^2(I.c) = 0,47 - 0,14 x$			
nivel 1: cerca de la carretera; nivel 2: en el centro y nivel 3 cerca del arroyo			

En las plagas de los cítricos en Cuba, otros autores (González *et al.*, 2005) han encontrado las poblaciones agregadas de *Lepidosaphes gloverii* (Hemiptera: Diaspididae) en función de la orientación en el terreno (noroeste del campo), lo que motivó la necesidad de muestreos estratificados para estimar los niveles poblaciones de dicha plaga. La importancia de este resultado estriba en que para estimar las poblaciones de estos insectos del género *Ips* es suficiente un muestreo simple o sistemático.

c) Diferencias entre las especies de descortezadores.

I. calligraphus fue más abundante que *I. grandicollis* en pino macho (Cuadro 7). En trabajos realizados sobre la ecología de las especies de este género (Haack *et al.*, 1989) se plantea que las especies de los *Ips* tienen los

subnichos tróficos compartidos. En Cuba la conducta es similar: *I. grandicollis*, el cual tiene una mayor frecuencia de aparición en los rodales de pinos del país tiene mayor probabilidad de ocupar el recurso de los troncos caídos, mientras que *I. calligraphus* tiene mayor capacidad para vencer la resistencia de los árboles en pie, lo que lo hace más agresivo.

Cuadro 7. Abundancia de los estados de desarrollo y orificios de salida de *Ips* en árboles en pie (Mediana de todos los valores).

n= 75 especies	variables			
	adultos	larvas	pupas	orificios
<i>calligraphus</i>				
<i>Caribaea</i>	23,08 a	18a	3a	17a
<i>Tropicalis</i>	5,21 b	2b	4a	15a
<i>grandicollis</i>				
<i>Caribaea</i>	7b	0b	0a	15a
<i>Tropicalis</i>	2b	0b	0a	4b

Letras iguales dentro de la misma columna no difieren significativamente según prueba de Mann Witney (p<0,05).

d) Diferencias entre las especies de pinos.

Se observó que la mayor abundancia para casi todas las variables ocurrió en el caso del pino macho (Fig. 2).

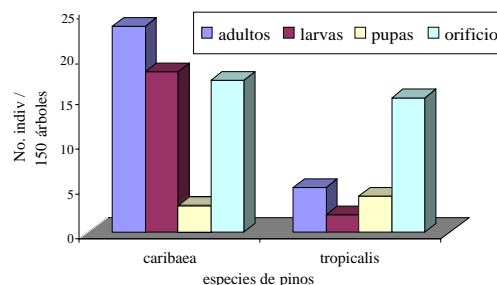


Figura 2. Abundancia de los estados de desarrollo de *Ips calligraphus*.

Estas diferencias resultaron más pronunciadas para los adultos y las larvas las cuales presentaron diferencias significativas según análisis estadísticos. Estos resultados se explican por la diferencia en la fisiología de los pinos. El incremento medio anual (IMA) de *P. caribaea* var. *caribaea* en esta región asciende a 7,73 m³ ha⁻¹ año⁻¹, el cual sobrepasa el de los bosques naturales de encino (3,22) y el de los bosques naturales (2,53) y las plantaciones de pino hembra (4,72)(Benítez, 2004). Otros autores

también plantean similares resultados: Francis (1992) al realizar una revisión del pino macho en el mundo plantea que existe una relación entre el mayor IMA de la especie y la mayor vulnerabilidad a las plagas y enfermedades. Vallejo y Flores (2005) al estudiar la relación entre *D. frontalis* y *D. mexicanus* en *P. caribaea* var. *hondurensis* en México, encontraron que las variables más asociadas a la infestación en esta área fueron el IMA y el diámetro a la altura del pecho. En investigaciones realizadas en Cuba se comprobó (Quert *et al.*, 1990) que el rendimiento de aceite esencial en *P. tropicalis* es más alto que en *P. caribaea*, para todos los meses del año.

En condiciones de laboratorio (Mesa *et al.*, 1999) se obtuvo rendimientos del 0,90 por ciento de aceite esencial para el *P. tropicalis* y de 0,30 por ciento para el *P. caribaea*. En planta piloto, estos rendimientos oscilaron entre 0,10-0,22 por ciento para el pino hembra y entre 0,11y 0,15 por ciento para el macho. Es posible que la incidencia diferencial de los descortezadores en rodales mixtos de pinos se debe a la diferencias en sus fisiologías. Siendo menos vulnerable *P. tropicalis*, de crecimiento más lento y de mayor concentración de aceites esenciales.

Determinación del nivel crítico de daño causado por *Ips sp* para la señal de tratamientos

Evaluación del daño provocado por *Ips sp* con las escalas vigentes

Los resultados del cálculo del índice de daño de los descortezadores del género *Ips*, muestran diferencias para la escala uno y dos. Según los muestreos se encontraron árboles afectados en los grados iniciales sin marchitamiento. Al usar la escala cualitativa (Cuadro 8) se estimó un índice mayor que el planteado en el programa de defensa contra los descortezadores (Simón, 1997). Resultó que un mismo árbol se categorizó sano por la escala dos en grado uno por la escala uno y en grado dos por la escala cualitativa.

Lo que se debe a las diferencias en que las escalas aprecian los signos que se manifiestan en los árboles dañados. Se encontró que el número de perforaciones no tiene relación con el número de larvas y las características de la resinación

(Cuadro 9) por lo que no me ofrece información sobre el posible desarrollo del foco o el brote, mientras que existe una correlación entre el número de larvas y la presencia de resina con aserrín lo que sugiere que el grado dos de la escala cualitativa identifica el establecimiento del complejo nocivo

Cuadro 8. Índice de daño por escoltídos del género *Ips*, Punta Felipe, Villa Clara.

Escala	N =100 ; K = 4			ID
	grado (n)	no. Árboles	nc	
perforaciones	1	31	31	12,25
	2	1	2	
	3	0	0	
	4	4	16	
	∑ nc	49	
marchitamiento en porcentaje	1	3	3	6,0
	2	1	2	
	3	1	3	
	4	4	16	
	∑ nc	24	
cualitativa	1	15	15	17,5
	2	12	24	
	3	5	15	
	4	4	16	
	∑ nc		70	

A pesar de que los expertos en el manejo de los descortezadores de los pinos en esta región (Billings *et al.*, 1996) establecieron un método para el estimado y el control de los descortezadores, los brotes ocurridos en Centro y Norteamérica en los últimos años (Ganz *et al.*, 2003) reafirman la importancia de la evaluación preventiva del estado fitosanitario de los rodales de pinos.

Cuadro 9. Relación entre los síntomas producidos por los escoltídos del genero *Ips* en *Pinus caribaea* en Punta Felipe, Villa Clara, 2002 (variables de la 1 a la 6).

Variables	1	2	3	4	5
1	-----	-0.41**	-0.14	0.12	-0.42
2	-0.41**	-----	0.06	-0.05	0.99**
3	-0.14	0.06	-----	-0.21	0.06
4	0.12	-0.05	-0.21	-----	0.06
5	-0.42	0.99**	0.05	-0.04	-----
6	0.12	-0.05	-0.53**	0.27	-0.04

** Correlación significativa al 95% según prueba de rangos de Spearman (Statgraphic Plus, versión 5.0).

Determinación del nivel crítico de daños

En *I. calligraphus*: Cada hembra coloca un promedio de 100 huevos en la corteza, 50 hembras como máximo pasan a la segunda generación, debido a que el índice sexual es de 0,5 (Hochmut y Manso, 1975); 14 es el número máximo de generaciones en un año (Zorrilla, 1975) y 26 días es el tiempo medio de duración de cada generación. Por lo que sustituyendo en la fórmula, se tiene que: $Pdi = 100 \cdot 50 \cdot 14 / 26 \cdot 365 = 7,38$;

Aplicando la fórmula siete ($Nde = (nah) (nam^3) / (Pdi) (IMA)$), tenemos que: $Nde = 2000 \cdot 7 / 18 \cdot 7,38 = 105,39$ (Cuadro 10). Asumiendo que una plaga que se distribuye aleatoriamente en un muestreo representativo el índice de daño económico multiplicado por el número de árboles por hectárea me dará un estimado preciso del número de árboles que representan al nivel de daño económico, entonces $Nde = Id_e \cdot nah$ o lo que es lo mismo:

$$Id_e = Nde / nah ; Id_e = 105,44 / 2000 = 0,053.$$

tienen valores próximos teniendo en cuenta los parámetros biológicos del insecto usados para su cálculo. A medida que la plantación tenga menor incremento, los productores pueden soportar mayores pérdidas ya que desde el punto de vista económico, no es lo mismo perder un árbol en una plantación con un IMA de 18, que otra con 15 o de menor incremento. El umbral de acción, que a veces también se denomina umbral de daño económico se puede definir como la densidad de población de la plaga a la cual se deben tomar medidas de control para prevenir que se alcance el nivel en que produce daño económico. El establecimiento de umbrales de acción es una herramienta básica para la toma de decisiones en cualquier programa manejo de plagas (Anónimo, 2006). Los conceptos sobre niveles económicos de infestación (NDE) de Stern y colaboradores (1959) (Navarro, 1995) se aceptaron durante 40 años y la mayoría de los investigadores siguen determinándolos utilizando modelos sencillos que relacionan la densidad de daño o infestación del insecto y rendimiento del cultivo, valores de mercado y costos de control (Anónimo, 2006). Billings y

Cuadro 10. Niveles de daño crítico en las plantaciones de pino macho en Punta Felipe, Villa Clara.

o.	nah	nam ³	IMA	Pdi ₂	Pdi ₁	NDE		UDE	
						nad	ID	nad	ID
1	2000	7.00	18.00	7.38	7.53	105.44	0.053	103.24	0.052
2	1900	7.50	17.50	7.38	7.53	110.39	0.058	108.09	0.057
3	1800	8.00	17.00	7.38	7.53	114.84	0.064	112.44	0.062
4	1700	8.50	16.50	7.38	7.53	118.73	0.070	116.25	0.068
5	1600	9.00	16.00	7.38	7.53	122.01	0.076	119.46	0.075
6	1500	9.50	15.50	7.38	7.53	124.64	0.083	122.03	0.081

Entonces, cuando en un rodal de pinos como Punta Felipe (Cuadro 10) el nivel de daños por descortezadores es del 5,3 % estamos en presencia del nivel crítico de daños, en el cual se pierde parte significativa del incremento ó estamos a nivel de pérdida económicas. Para evitar llegar a ese nivel es conveniente aplicar medidas en los niveles inferiores ó umbral de daño económico (UDE). El cual se puede calcular teniendo en cuenta el incremento del riesgo por la suma de los potenciales de daño de la primera y segunda generación y aplicando la misma relación ocho que para calcular el NDE (Cuadro 10). En este caso el NDE y el UDE

colaboradores (1996) plantean que los brotes de *Dendroctonus* con menos de 10 árboles con copas amarillas o marchitas no tienen probabilidad de expansión y estarán inactivos en el transcurso del año.

El desarrollo de la teoría del nivel de daño económico (NDE) y el umbral económico (UDE) asociado, en la época de la revolución verde, posiblemente sea una consecuencia de esta tendencia (Pedigo *et al.*, 1986). Este último aspecto es positivo teniendo en cuenta que el principio es aplicar cuando sea necesario o no aplicar si aún las pérdidas que produce el agente

nocivo no llegan al UDE. La mayoría de los umbrales de daño utilizados en el mundo como elemento de decisión para el control de plagas agrícolas son nominales y empíricos y obtenidos sólo con base a la experiencia de trabajo en el cultivo (Figueredo *et al.*, 2003) lo que se debe sin dudas a la dificultad para su estimación. El concepto de umbral de daño económico clásico, en el cual es necesario conocer la diferencia del valor de la producción antes y después de los tratamientos, parece de poca utilidad en los sitios forestales, sobre todo en el caso de plagas como *Sirex noctilio*, en la cual se producen brotes epidémicos en un período corto de tiempo y abarcan considerables extensiones (Villacide y Corley, 2006) y también para el caso de los descortezadores de los pinos los cuales provocan afectaciones ambientales de mayor impacto social que las pérdidas económicas. Este método para calcular el NDE y el UDE que se propone en este trabajo se aplica para el caso que se necesite talar árboles antes de su edad de aprovechamiento, como en las situaciones de daños por escolítidos descortezadores. No necesita del conocimiento previo de la efectividad de los tratamientos con productos insecticidas, ni de la diferencia del valor de la producción antes y después de las afectaciones de la plaga y su control, por lo que se hace más operativo e importante en el sector forestal. El uso de la escala cualitativa (Cuadro 3) y la nueva relación (Fórmula 8) constituyen un nuevo método para estimar los parámetros fundamentales en el manejo integrado de plagas de los descortezadores de los pinos.

Desarrollo de la metodología de manejo de los descortezadores de los pinos

Evaluación de los enemigos naturales

En los árboles categorizados en estado de grado tres y cuatro, se encontró gran cantidad de hormigas circulando por las galerías y trasladando estados inmaduros (larvas y pupas) de los *Ips*. Estas hormigas se identificaron como pertenecientes a los géneros *Pheidole*, *Myrmex* y *Pseudomyrmex*. Además se encontró también insectos muertos o moribundos con desarrollo micelial en el protórax debido a la germinación de las esporas del hongo *B. bassiana*. También se encontraron ácaros pegados en la superficie del cuerpo de los *Ips*. En estos grados las

galerías se encontraban con pocos insectos del género *Ips*, por lo que no deben tener prioridad de raleo, en situaciones epidémicas. La tala sanitaria es uno de los procedimientos más útiles para el control de las plagas en los bosques en general y así se establece en la ley forestal (MINAG, 1999). Sin embargo, en el caso de los brotes de estos agentes nocivos se observó que el 50% de los árboles afectados en grado uno se recupera debido a la resistencia natural que presentan algunos individuos en todas las poblaciones biológicas. Por lo que raleo todos los árboles afectados produce deforestación innecesaria. Los árboles en grado dos se localizan por la presencia de aserrín en la resina, como índice de la actividad de los machos al expulsar las excretas que producen las larvas al alimentarse del floema y estos evolucionan hasta la muerte del árbol, esta es la categoría de establecimiento y dispersión, por lo que es conveniente priorizar su tala sanitaria para evitar mayor deterioro e impedir la propagación del brote.

Evaluación de la efectividad de biopreparados a base de *Beauveria bassiana* contra los descortezadores del género *Ips*

Variantes experimentales

Variante I. En los experimentos preventivos no hubo diferencias entre los tratamientos y los testigos, lo que se debió sin dudas a la falta de humedad en la corteza de las secciones de pinos, que impidió la esporulación de *B. bassiana* lo que está documentado en investigaciones nacionales e internacionales. Se concluye que estos tratamientos no son promisorios para el control de los *Ips*.

Variante II. Estos resultados fueron mejores que lo preventivos, sin embargo las diferencias no resultaron significativas. La efectividad técnica fué variable y la cepa LBB1 en el mes de marzo mostró los mejores resultados. Los resultados en Viñales fueron similares a los de Camagüey. Se observó la tendencia de mayor mortalidad en los tratamientos con los biopreparados. La mayor parte de los experimentos curativos en secciones de pinos indican que los tratamientos con biopreparados a base de *B. bassiana* aumentan la mortalidad de los insectos descortezadores a pesar de que los análisis estadísticos no muestren una diferencia significativa entre las muestras.

Variante III. En este experimento hubo mayor cantidad de muertos y menores supervivientes en los árboles tratados que en los testigos (Cuadro 12).

Cuadro 11. Número de insectos en aplicaciones curativas de biopreparados a base de *Beauveria bassiana* en árboles en pie en Camagüey (Medianas por unidad).

Fecha	Tratamiento	variables		
		vivos	muertos	infestados
	Lbb1	18a	53a	4a
mayo	c.36	18a	58a	2a
95	Brasileña	12a	74a	3a
	Testigo	38b	35b	2a

Letras iguales dentro de la misma columna no difieren significativamente según Prueba de Kruskal Wallis.

La efectividad también resultó mayor (Cuadro 12). En el caso de los tratamientos curativos existen reportes de resultados satisfactorios contra *I. calligraphus* en Norteamérica (Cane *et al.*, 1995) y en la región de Centroamérica (González *et al.*, 2001).

Cuadro 12. Calculo de la efectividad técnica (Et) de los biopreparados aplicados sobre árboles en pie en Camagüey.

cepas	parámetros		
	n-t	n	$E_t = n-t/n * 100$
LBB1	20	38	52
C.36	20	38	52
brasileña	26	38	68

Los resultados de los tratamientos con biopreparados a base de cepas de *B. bassiana* en los árboles en pie sugieren que estos se pueden incluir para el control de los descortezadores, por lo que se recomienda incluir en la siguiente metodología de manejo:

Metodología para la detección y manejo de los descortezadores de los pinos del genero *Ips* (Coleoptera: Scolytidae) en Cuba.

a) Prevención de los daños por el complejo nocivo

1. Evitar grandes extensiones de rodales coetáneos
2. Realizar los raleos periódicos a partir de los 10 años de edad de la plantación, según la categoría de bosque

3. Mantener la higiene del bosque, eliminando los restos de la poda natural mayores a cinco cm de diámetro.
4. Recoger los restos de la tala después del aprovechamiento y trasladarlos fuera de la plantación.
5. Garantizar la recogida de los bolos después de la tala lo antes posible, preferentemente antes de las 72 horas
6. Eliminación de posibles focos (árboles debilitados, marchitos, etc.)
7. Realizar inspecciones periódicas buscando síntomas del complejo (marchitamiento de las copas, azulado de la madera en los bolos talados).

b) Inspecciones

Recorrer periódicamente (al menos una vez al mes) ó inspeccionar desde un punto elevado (torres de observación para la vigilancia de los incendios forestales) las plantaciones de pinos y localizar los árboles con signos de marchitamiento en el follaje.



Figura 3: Presencia de exudación de grumos de resina dispersos en el fuste de pinos.

Al localizar los árboles con follaje marchito, se debe realizar una minuciosa observación del fuste de cada uno de los mismos y buscar los síntomas que indican la presencia del complejo nocivo de los descortezadores (Figura 3).

c) Diagnóstico

Un aspecto muy importante es conocer las especies que están involucradas y descartar la posible introducción de especies cuarentenadas, para lo cual se tomarán las medidas específicas definidas por el Centro nacional de Sanidad Vegetal (CNSV). Con relación a las especies cubanas se debe tener en cuenta que cuando estamos en presencia de *Ips calligraphus* en plantaciones de pino macho, la situación

fitosanitaria reviste mayor prioridad que en otras combinaciones de hospedantes y agentes nocivos, debido a que esta especie de escolítido es más agresiva que *I. grandicollis* y el pino macho resultó más vulnerable que las otras especies forestales a este complejo nocivo.



Figura 4 : Sistema de galerías típico de los descortezadores de los pinos del género *Ips* situado en la región del floema, el cual consiste de una cámara nupcial central a partir de la cual parten en dirección radial otras galerías más estrechas

Una vez detectada la presencia de exudación de resina en el fuste, cortar una porción de la corteza auxiliándose de un instrumento adecuado (machete) y revisar la cara interna de la misma. Si se observa labrada en un sistema de galerías verticales (las más anchas) y horizontales y concéntricas (las más estrechas) (Figura 4) los daños corresponden a los escolítidos descortezadores de los pinos del género *Ips*. Colectar los escarabajos adultos que se encuentran en las galerías y conservarlos en etanol al 70 %. Un diagnóstico específico se obtiene en el laboratorio mediante observación con microscopio estereoscópico con aumento 20 X de los ejemplares adultos colectados y su identificación con los caracteres diagnóstico en las claves taxonómicas.

Los *Ips* se diferencian del resto de los géneros de la familia Scolytidae por tener dientes en cada borde lateral de la parte posterior e inferior de la cubierta externa ó caparazón (declive de los élitros) (Figura 5).

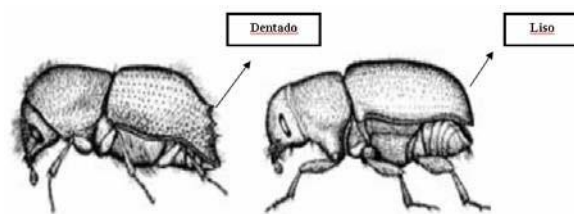


Figura 5 .Diferencia en el declive de los élitros entre el género *Ips* y los demás escolítidos.

El carácter diferencial de las dos especies de *Ips* establecidas en Cuba, consiste en el número de dientes presentes en los declives de los élitros. *Ips calligraphus* presenta seis dientes e *Ips grandicollis* presenta cinco dientes (figura 4).

d) Manejo

Este complejo se presenta en tres etapas fundamentales:

1) Endémica:

Se presenta en los troncos caídos y en los restos de la tala, sin incidir sobre los árboles en pie, en todas las plantaciones de pinos aunque estén bien establecidas. En esta etapa no se recomienda control sino solo el cumplimiento de las medidas de higiene que incluye la eliminación de las ramas y restos de la tala en el bosque.

2) Focos aislados:

Se presenta en árboles debilitados por efecto de la competencia o a causa de afectaciones de cualquier tipo como dañados por otros insectos (*Dioryctria*) o por descargas eléctricas durante las tormentas tropicales. El control se limita a la tala sanitaria selectiva de estos árboles afectados.

Método de muestreo

- Realizar la evaluación del número de hectáreas afectadas por cada rodal para lo cual se contará el número de árboles marchitos
- Realizar un tipo de muestreo sistemático, a partir y alrededor del árbol enfermo. Se debe muestrear por cada hectárea de rodal infestado de 100 a 150 árboles en 15 ó 10 transectos, de manera que la muestra incluya los árboles marchitos al centro. Evaluar cada árbol encuestado teniendo en cuenta la escala cualitativa para la categorización de los

daños del complejo nocivo de los descortezadores (ver Cuadro 3).

- Calcular el índice de daño mediante la siguiente fórmula general:

$ID = \sum n \times c \times 100 / N \times K$, donde n = número de árboles con un grado determinado de daños; c = grado de daño en la escala; N = número total de árboles evaluados; K = último grado en la escala (en este caso = 4).

- Usar la escala cualitativa (Cuadro 3) para categorizar árboles dañados por el complejo dañino.

Brotos

Se presentan después de los ciclones, los incendios o sequías prolongadas y se caracterizan por la presencia de varios árboles en pie afectados por el complejo nocivo presentando todos los grados de las categorías de daños.

- Se pueden reconocer dos tipos de brotes: Para clasificar los brotes aplicar la siguiente fórmula: $NDE = (nah) (nam^3) / (Pdi) (IMA)$, (7).

Los brotes incipientes de bajo índice de daños (ID < NDE) y los epidémicos de mayor magnitud de daños. En los casos de los brotes incipientes, se procederá a la tala de todos los árboles afectados con los síntomas del complejo nocivo.

- Brotes epidémicos. Se presentan principalmente en los rodales de pinos artificiales, fuera del área de distribución natural, con mayor índice de daño (ID >NDE).

Para los casos de los brotes epidémicos de este complejo, se recomienda lo siguiente:

1. Marcar (con machete, pintura o cinta plástica) todos los árboles del grado uno y dos, distinguiendo entre un grado y otro. El grado tres y cuatro están naturalmente marcados por el follaje marchito.
2. Conservar los enemigos naturales de este complejo nocivo entre los cuales se encuentran hormigas depredadoras de los géneros de *Pheidole*, *Myrmex* y *Pseudomyrmex*, las esporas del hongo *B. bassiana* y los ácaros los cuales son enemigos naturales de los *Ips* para lo cual

se debe evitar al inicio del brote la tala de los árboles en los grados tres y cuatro, que son los que tienen un mayor número de estos.

3. Ralea de forma priorizada el grado dos y llevar los árboles talados lo antes posible al aserradero.
4. Al llegar al aserradero, descortezar los bolos infestados de inmediato. Destruir las cortezas con los estados de desarrollo de los escarabajos. Cerciorarse durante el período de la tala sanitaria y control del brote que solo llegaran al aserrío, árboles dañados del grado dos.
5. Regresar a la infestación controlada a la semana o antes de los 15 días posteriores a la tala sanitaria. Guiarse por los árboles marchitos para localizar los árboles previamente marcados. Revisar los pinos que habían sido marcados con el grado uno. En los casos de que hayan pasado al grado dos, proceder igual que en los epígrafes del 1 al 4.
6. Aplicar biopreparados a base de *Beauveria bassiana* a razón de un 1 kg por hectárea a los árboles en el grado uno. La preparación del caldo se realiza mezclando 1 kg. del producto comercial sólido en 16 litros de agua para obtener una relación de producto un poco mayor de 60 g/L y una concentración aproximada de 1.5×10^8 conidios / mL, a la salida de la boquilla.
7. Una vez que se hayan extraído los árboles del grado dos, continuar con los del grado tres y después de controlado el brote, extraer el grado cuatro.

LITERATURA CITADA

- Anónimo. 2006. **El Manejo Integrado de Plagas**. FAO. 6pp. (En línea). Disponible en <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2006631/03b.html>. Mayo del 2008.
- Benítez. L. H. 2004. **Regeneración de *Pinus caribaea* Morelet en fajas alternas**. En memorias del III Congreso Forestal de Cuba. (En soporte digital) Palacio de Convenciones, La Habana, Cuba. Septiembre de 2004.
- Benítez, J, Y; Rivero, V. M; Vidal, C. A; Rodríguez, R, J; Toirac, W. 2005. **Ecuaciones para estimar la biomasa de copa foliar y maderable en la especie *Casuarina***

- equisetifolia* forst. En soporte magnético (en CD). ISBN: 59-246-153-8. Evento por el 30 Aniversario de la EEF Guisa. Noviembre, 2005.
- Billings, R. F., J. E. Flores L. y R. S. Cameron. 1996. **Los escarabajos descortezadores del pino, con énfasis en *Dendroctonus frontalis*: Guía para la Detección Aérea.** Texas. Forest. Service. Publ.149.10.pp. (En línea). Disponible en <http://www.barkbeetles.org/muestreo.html>
- Cane, J. H., H. E. Cox; W. J. Moar. 1995. **Susceptibility of *Ips calligraphus* (Germar) and *Dendroctonus frontalis* Zimmerman (Coleoptera: Scolytidae) to coleopteran-active *Bacillus thuringiensis* and *Beauveria bassiana*.** Can. Entomol. 127:831-837.
- Cochran, W.G., Cox, G.M. 1983. **Diseños Experimentales.** México. 661pp. IIF. En soporte digital.
- Francis, John K. 1992. ***Pinus caribaea*. Morelet.** Caribbean pine. SO-ITF-SM-53. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture. Forest Service. Southern Forest Experiment Station.
- Ganz, D. J; Dahlsten, D.L.; Shea, P. J. 2003. **The Post-Burning Response of Bark Beetles to Prescribed Burning Treatments.** USDA. Forest. Service Proceedings 143. RMRS-P-29. 2003. (En línea). Disponible en http://www.fs.fed.us/rm/pubs/rmrs_p029/rmrs_p029_143_158.pdf.
- González García, M.T.; Valencia Jiménez, A.; Bustillo Pardey, A. E. 2001. **Incremento de la patogenicidad de *Beauveria bassiana* sobre *Hypothenemus hampei*, utilizando integumento del insecto en el medio de cultivo.** Manejo Integrado de Plagas (CATIE). ISBN 1016-0469. no.60: p. 31-35.
- González, C.; S. Cáceres.; M. Gómez.; Miriam Fernández.; D. Hernández y J. L. R. Tapia. 2005. ***Lepidosaphes gloverii* (Hemiptera: Diaspididae), Estudios Biológicos y Ecológicos en Cítricos de Cuba.** Rev. Soc. Entomol. Argent. v.64 n.1-2 San Miguel de Tucumán ene. /jul. 4 pp. (En línea). Disponible en <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script/0050001&lng=es&nrm=iso> (Mayo del 2008).
- Guerra, C.R., M. López., E. Valdés., P. Pérez., A. Fernández. 1989. **Presencia de *Ceratocystiopsis minima* y *C. seticollis* en pinares de la región occidental de Cuba.** Baracoa 19(2): 113-117.
- Haack, R. A, R. F. Billings y A.M. Richter. 1989. **Life history parameters of bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) attacking West Indian pine in the Dominican Republic.** Florida Entomologist 72 (4): 591-603.
- Higley, L.G., M.R. Zeiss, W.K. Wintersteen y L.P. Pedigo. 1992. **National pesticide policy: a call for action.** Am. Entomol. 38:34. (En línea). Disponible en <http://ipmworld.umn.edu/higley/higley2.htm>
- Hochmut, R. 1972. **Uso de pesticidas.** INDAF. Habana, 59 pp.
- Hochmut, R. y D. Manso. 1975. **Protección contra las plagas forestales en Cuba.** Inst. Cubano del Libro. La Habana. 290 páginas.
- Hochmut, R. 1978. **Pronóstico de la aparición nociva de las plagas forestales en distintas condiciones geográficas.** Silviculture Tropics et Subtropics 6:59- 63.
- Landaverde T. R. A. 2001. **Los escarabajos descortezadores del género *Dendroctonus* Erichson. Plaga de las pináceas en Centro América.** Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. (OIRSA). Dirección Técnica de Sanidad Vegetal. San Salvador, El Salvador, c. a.
- Lista de Plaguicidas Autorizados. 2000. **Republica de Cuba. Registro Central de Plaguicidas.** Centro nacional de Toxicología. LA HABANA, Cuba. 383pp.
- Logan, J. A., J. Régnière y J. A. Powell. 2003. **Assessing the impacts of global climate change on forest pests.** Front. Ecol. Environ. 1: 130-137
- López C, R; Guerra, R, C; Fernández, A.; Triguero, N. 2002. **Gradología de los descortezadores de los pinos del género *Ips* (Coleoptera: Scolytidae).** I Simposio Científico Internacional sobre Vigilancia Fitosanitaria. Palacio de Las Convenciones.
- Macias, J. e Hilje, L. 2001. **Plagas forestales neotropicales.** Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No. 61. pág. 85-86
- Mesa, M.I; Álvarez, M.P.; Sánchez, R. N. 1999. **Los productos forestales no madereros: Dirección de Productos Forestales, FAO.** Santiago de Chile. 78 pp
- MINAG. 1999. **Ley no 85. Ley Forestal de La republica de Cuba. Su reglamento y contravenciones.** Ciudad de La Habana. 93 pp.
- Navarro. V. R. 1995. **Importancia del nivel económico de infestación en los programas de manejo de plagas en Venezuela.** Bol. Entomol. Venez. n.s. 9(1): 1-13
- Pedigo, L. P., S. H. Hutchins, y L. G. Higley. 1986. **Economic injury levels in theory and practice.** Annu. Rev. Entomol. 31:341-368

- Quert, R., F. Gelabert., R. Toledo. 1990. **Influencia de la época de recolección del follaje de *Pinus caribaea* var. *car.* y *Pinus tropicalis* en el rendimiento de aceite esencial.** La Habana, Cuba, Centro de Investigaciones Forestales (Informe Técnico. Mecanografiado).
- Samek, V. 1967. **Elementos de silvicultura de los pinares.** Inst. Biol. Acad. de Ciencias de Cuba. La Habana. 102 pp.
- Simón, F. 1997. **Programa integral de manejo de las coníferas de Cuba.** Informe final. Santiago de Cuba.
- Sanchez Martin, G.; M.R. Wagner. 2001. **Bark beetle community structure under four ponderosa pine forest stand conditions in northern Arizona.** Forest Ecology and Management 170 : 145–160
- Taylor, L.R. 1984. **Assesing and interpreting the spatial distributions of insect populations.** *Ann. Rev. Entomol.*, 29: 321-357.
- Vallejo Maldonado, G. E.; Flores, J. L. 2005. **Sistema de Clasificación de Riesgo para *Dendroctonus frontalis* Zimm (Coleoptera: Scolytidae) en el Municipio de Santiago, N.L., México.** Facultad de Ciencias Forestales, UANL
- Vázquez, L. L. 2003. **Manejo Integrado de Plagas. Preguntas y Respuestas para extensionistas y agricultores.** Instituto de Investigaciones de Sanidad vegetal (INISAV). Ed. CIDISAV. Ministerio de la Agricultura, Ciudad Habana. 566 pp.
- Villacide, J.M.; Corley, J. C. 2006. **Control de niveles poblacionales endémicos de la avispa de los pinos *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae) mediante el raleo sanitario de hospederos atacados.** RIA 35 (1): 121-134. Abril. INTA, Argentina
- Villagran, M.; A. Jiménez, F. J. Soria, M. E. Ocete. 2002. **Muestreo aleatorio simple y muestreo sistemático de las poblaciones de *Curculio elephas* (Gyllenhal) (Col: curculionidae) y *Cydia fagiglandana* (Zeller) (Lep: tortricidae) en encinas.** Bol. San. Veg. Plagas, 28: 59-66,
- Wood, D.L.; Stark, R.W. 1968. **The life history of *Ips calligraphus* with notes on its biology in California.** Canadian Entomologist 100, 145-151.
- Zayas, E. y M. Rodríguez. 1992. **Aplicación de biopreparados a base de *Beauveria bassiana* como medidas preventivas contra escolítidos del genero *Ips* sobre trozas de *Pinus caribaea* Morelet.** Informe final de experimento. Camagüey IIF.
- 1993. **Aplicación de biopreparados a base de *Beauveria bassiana* como tratamiento contra los escolítidos del genero *Ips* sobre trozas de *Pinus caribaea* Morelet.** Informe final de experimento. Camagüey. IIF.
- Zorrilla, M, A. 1975. **Informe sobre las plagas del género *Ips* De Geer (Coleoptera: Scolytidae).** Sección Protección Forestal. CICF-INDAF. La Habana. 63 páginas.
- René Alberto López Castilla**
Entomólogo (Licenciado en Ciencias Biológicas). Instituto de Investigaciones Forestales. Calle: 174 #1723 / 17-B y 17-C. Reparto Siboney, Playa, Ciudad Habana. CP: 11600. Publicaciones recientes en revistas nacionales e internacionales.
- Fidel Góngora Rojas**
Profesor Titular de la Universidad de Pinar del Río. La Habana, Cuba.
- Celia Guerra Rivero**
Ingeniería Forestal por la Universidad de La Habana. Adscrito al Instituto de Investigaciones Forestales. La Habana, Cuba. Publicaciones recientes en revista nacional e internacional.
- Enrique de Zayas Izaguirre**
Especialista en Protección Forestal y Profesor Investigador de la Universidad de Pinar del Río. La Habana, Cuba.
- Antonio Fernández Vera**
Entomólogo (Ingeniero Forestal). Estación Experimental Forestal de Viñales, Pinar del Río. Profesor Investigador Agregado en la EEF de Viñales INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FORESTALES. MINAG y Especialista principal Asistencia Técnica. (extencionismo forestal) en la EEF de Viñales INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FORESTALES. MINAG., publicaciones recientes en revista nacional e internacional.
- Natividad Triguero Isasi**
Técnica en entomología (IIF). Universidad de Pinar del Río. La Habana, Cuba.