



Kurú: Revista Forestal (Costa Rica) 2(5), 2005

NOTA TECNICA

Evaluación de factores que favorecen el ataque *Scolytodes alni* (Curculionidae, Scolytinae) en plantaciones de jaúl (*Alnus acuminata* Kunth) en Costa Rica

David Espinoza ¹
Marcela Arguedas ¹

Resumen

En plantaciones de *Alnus acuminata* en San José, Costa Rica, se realizó este estudio, con el objetivo de determinar las condiciones que favorecen el ataque del descortezador *Scolytodes alni* (Curculionidae, Scolytinae). Se evaluó el nivel de ataque por medio de incidencia y la severidad, las condiciones de sitio (altitud, pendiente, estado nutricional y drenaje) y estado silvicultural (edad, área basal y densidad). Se determinó que las condiciones que lo favorecen son el alto contenido de Hierro (Fe) en el suelo y la alta densidad manifiesta en el Índice de densidad del rodal (IDR).

Palabras claves: *Alnus acuminata*, *Scolytodes alni*, Incidencia, Severidad, Hierro, Índice de densidad del rodal, Plantaciones, Costa Rica.

Abstract

Evaluation of factors favoring the *Scolytodes alni* attack (Curculionidae, Scolytinae) in jaúl plantations (*Alnus acuminata* Kunt.) in Costa Rica. This study was carried out in *Alnus acuminata* plantations in San José, Costa Rica, with the objective of determining the conditions that favors the attack of the debarker beetle *Scolytodes alni* (Curculionidae, Scolytinae). Attack level was evaluated through incidence and severity, site conditions (altitude, slope, nutritional state and drainage) and silvicultural state (age, basal area and density). It was determined that favoring conditions are a high iron (Fe) content in soil and high density as shown by the stand density index (SDI).

Key words: *Alnus acuminata*, *Scolytodes alni*, Incidence, Severity, Iron, Stand Density Index, Plantations, Costa Rica.

INTRODUCCIÓN

El jaúl (*Alnus acuminata* Kunth) es una especie forestal nativa de América Central y América del Sur, su área de distribución se extiende desde el noroeste de México hasta el norte de Argentina (CATIE, 1986). Se encuentra a lo largo de ríos y pendientes húmedas, en elevaciones de 1500-3200msnm (Furlow, 1979). En Costa Rica se desarrolla en las partes altas de la Cordillera Volcánica Central y en la Cordillera de Talamanca; en zonas más bajas, su presencia se restringe

¹ Instituto Tecnológico de Costa Rica, deivo.espinoza@gmail.com, marguedas@itcr.ac.cr

a las orillas de los ríos y riachuelos (Camacho y Murrillo, 1986.). De acuerdo con la clasificación de Zonas de vida (Holdridge, 1978), la especie se ubica en las formaciones ecológicas de bosque húmedo Montano Bajo y bosque muy húmedo Montano Bajo; además, Piso altitudinal premontano bajo, bosque húmedo, muy húmedo y bosque pluvial montano (Chavarría, 1993). Se cultiva en masas puras o en sistemas agroforestales. Es una de las pocas especies nativas sobre cuyo manejo se puede decir que existe una experiencia adecuada; requiere un oportuno plan de podas y raleos y su ritmo de crecimiento es muy rápido. (Jiménez *et al*, 2002).

El problema fitosanitario más serio que presenta el jaúl en Costa Rica, es el ataque del descortezador *Scolytodes alni* (Curculionidae, Scolytinae). *S. alni* fue reportado la primera vez en 1960, en un tronco caído de jaúl en las laderas del Volcán Irazú (Wood, 1982). Desde entonces y debido al auge de las plantaciones de esta especie en la Región Central del país, el organismo ha alcanzado proporciones de plaga. En 1984 se detectó el primer ataque en un área de 0,3 ha en una plantación en Tres Ríos, Cartago; entonces se talaron los árboles severamente atacados. Un año más tarde, durante el verano de 1985, atacó una plantación de más de 300ha de 5 años en Cascajal de Coronado, San José, donde se debieron talar 9 ha, se realizó un raleo silvicultural y sanitario de los árboles restantes y la destrucción *in situ* del material afectado (Arguedas y Scorza, 1992).

La duración promedio del ciclo de vida de *S. alni* es de 47 días. Las larvas son de cuerpo semi-cilíndrico, color rosado y miden 2 mm de longitud. Ellas cavan sus propios canales, los cuales muchas veces se unen al final de las galerías formando amplias cámaras donde se transforman en pupas. Los huevos, minúsculos, son colocados por las hembras en forma dispersa en los bordes de los canales de las galerías. Es posible hallar simultáneamente huevos, larvas, pupas y adultos, dentro de las galerías (Arguedas y Scorza, 1992).

La hembra tiene una longitud de 2,4 a 2,9 mm, 2 y media veces mas larga que ancha; de color café oscuro. Presenta el frons aplanado desde el vértex hasta el epistoma, con la superficie áspera, de aspecto agujereado; la mitad superior adornada con un cepillo denso de pelos muy largos, los ápices de los cuales alcanzan el margen epistomal, que es muy pequeño. El pronoto es 1.1 veces más largo que ancho, alcanza su máxima amplitud cerca de la base, sus lados son casi rectos, convergiendo hacia el cuadro anterior y luego se estrecha y adquiere un aspecto redondeado, hacia el frente; cúspide cerca del medio del pronoto; mitad anterior con asperezas finas, muy densas; detrás, reticulado y con agujeritos finos bien dispersos.

Elitros 1.6 veces más largos que anchos, 1 y media veces más largos que el pronoto, lados casi rectos y paralelos en los dos tercios basales y más bien estrechamente redondeados hacia atrás, estrías tenuemente impresas al menos hacia la base y agujeros finos discretos; inter-estrías al menos dos veces más anchas que las estrías, marcadas con líneas transversales y con agujeros casi del mismo tamaño que los de las estrías. El macho es similar a la hembra, salvo que el frons es convexo, débilmente impreso apenas arriba del epistoma, con su superficie brillante, sub-reticulada, con agujeros finos y esparcidos (Figura 1) (Wood, 1982).



Figura 1. Galería y adulto de *Scolytodes alni*.

El daño se percibe externamente por pequeños montículos de aserrín rojizo alrededor de los orificios de entrada de los túneles. Generalmente las perforaciones se encuentran en sitios donde se acumula la corteza alrededor de los nudos, o en la parte superior inmediata a las lenticelas (Figura 2). Cuando el nivel de infestación es alto en un árbol, se encuentran perforaciones en cualquier paso del fuste, inclusive en las ramas. Al aumentar el área deteriorada por la construcción de galerías a nivel del cambium y la corteza, se interrumpe el movimiento de savia desde el follaje hacia las partes inferiores del árbol, por lo que las raíces mueren y no pueden absorber agua; el follaje se torna por tanto amarillento y cae, posteriormente el árbol muere (Arguedas y Scorza, 1992).



Figura 2. Perforaciones y montículos de aserrín producidos por *Scolytodes alni* en la corteza de *Alnus acuminata*

Se considera fundamental evaluar las condiciones de las plantaciones y de sitio que las predisponen para el ataque de plagas como la descrita anteriormente. Es por ello que se realizó el presente estudio, con el objetivo de determinar las condiciones que favorecen el ataque de *S. alni* en las plantaciones de jaúl.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El estudio se realizó en las zonas altas de la provincia de San José, en el distrito de San Rafael del cantón de Coronado y los distritos Vista de Mar y Rancho Redondo del cantón de Goicoechea, en las plantaciones del proyecto Plama – Virilla.

Selección y establecimiento de parcela de evaluación

Se procedió a realizar una visita a las plantaciones que se han reportado con ataques de *S. alni*. Se realizó una evaluación utilizando parcelas temporales de muestreo (PTM) en las plantaciones atacadas y no atacadas. Las parcelas fueron de forma circular con un diámetro de 10 m. Se evaluaron 22 parcelas (Cuadro1).

Cuadro 1. Distribución de las parcelas temporales de muestreo (PTM). Proyecto Plama – Virilla, Goicoechea y Coronado, San José.

Propietario	Parcelas (n)	Estado de ataque de <i>Scolytodes alni</i>
Cristian Tattembach	3	Atacada
Dorval S.A.	2	Atacada
Cuatro Amigos.	3	Atacada
Gargollo y López	3	Atacada
Landelina S.A.	1	No atacada
Julieta Vargas	2	Atacada
Lechería Experimental	2	Atacada
Matinilla	3	Atacada
Inversiones Unidas S.A.	3	No atacada
Total (N)	22	

Incidencia y severidad

Incidencia (I)

Corresponde al número o proporción de plantas enfermas con respecto al total de plantas evaluadas.

$$I = (\text{árboles atacados} / \text{árboles evaluados}) * 100$$

Severidad

Es la proporción del área o cantidad de tejidos de la planta que está enferma. Para *S. alni* se utilizaron las categorías recomendadas por Arguedas (1997) (Cuadro 2).

Cuadro 2 Descripción de categorías de daños causados por *Scolytodes alni alni* en *Alnus acuminata*

Categoría de daño	Descripción
A	- Árbol totalmente sano
B	- Presencia de hojas marchitas y leve defoliación - Acumulación de aserrín bajo las perforaciones
C	- Follaje escaso y fuste oscuro - Acumulación de aserrín fresco y seco bajo las perforaciones
D	- Árbol muerto - Pérdida total de follaje, fuste oscuro y muy perforado - Secreciones acuosas en las graderías abandonadas

Fuente: Arguedas, 1997

Condiciones de sitio

Se seleccionaron como parámetros de evaluación de condiciones de sitio las siguientes variables:

- Altitud (msnm): medida con altímetro.
- Pendiente (%): medida con clinómetro.
- Estado nutricional: se realizó un análisis químico completo de suelos en cada una de las parcelas. Para la recolección de las muestras de suelo se siguieron los siguientes pasos:
 - o Las muestras del suelo se tomaron en la zona de gotera de los árboles.

- El punto de muestra se debió limpiar superficialmente pero sin eliminar suelo, solamente raíces y partículas no deseadas.
- Utilizando un barreno se extrajo aproximadamente medio kilogramo de suelo desde 0 a 40 cm de profundidad.
- Las muestras fueron depositadas en una bolsa plástica que a su vez se introduce en otra bolsa etiquetada con las referencias de cada sitio.

Los análisis fueron realizados en el Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA) de la Universidad de Costa Rica.

- Drenaje: para la estimación de las condiciones de drenaje se utilizó la metodología recomendada por Núñez (2001) en la que se siguen los siguientes pasos:
 - Con un barreno se realiza una perforación en el suelo cada 20 cm de profundidad.
 - Con el catálogo de colores del Sistema Munsell se comparan los colores con la clasificación descrita en la figura 3 y de acuerdo a esta clasificación se determina el drenaje del sitio.

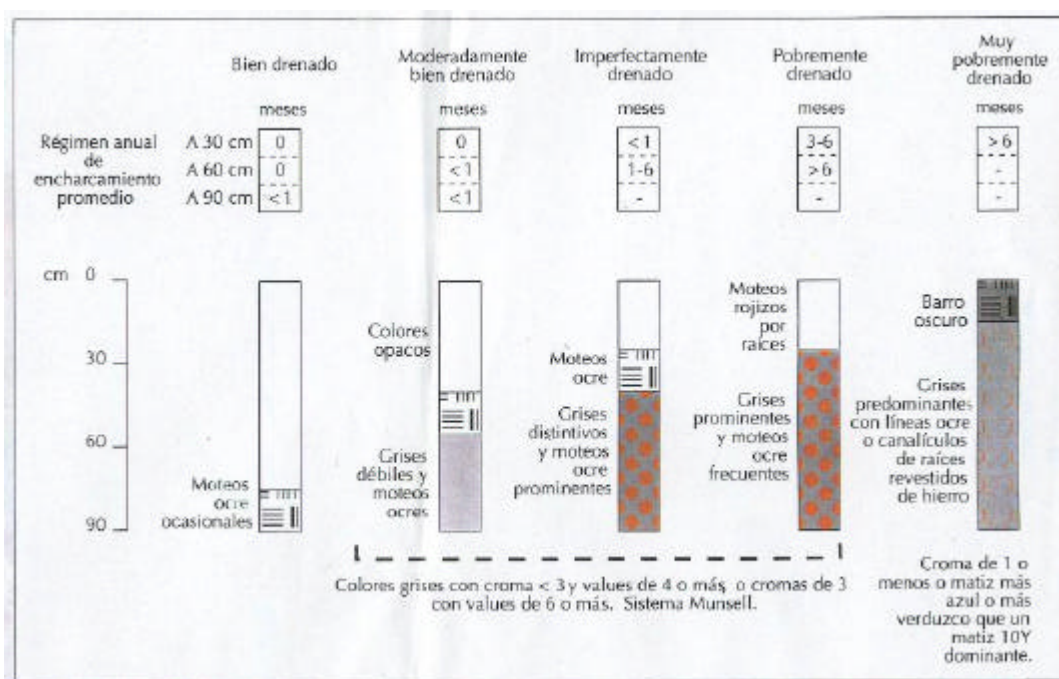


Figura 3. Clases de drenaje y régimen hídrico relacionado con la morfología de perfiles de suelo (Núñez, 2001).

Evaluación silvicultural

Con respecto al estado silvicultural, se evaluaron las siguientes variables:

- Edad (años)
- Área basal por hectárea (m²)
- Densidad por hectárea (N/ha)

Análisis de resultados

Para demostraciones estadísticas, los resultados fueron correlacionados con una exactitud del 95%, con el fin de determinar cuáles de las variables evaluadas son las que propician las condiciones de estrés que provocan el ataque del *S. alni*. Esta correlación se llevó a cabo utilizando el programa estadístico NCSS (*Statistical and Power Analysis Software*).

RESULTADOS

Incidencia y severidad

En el cuadro 3 se presentan los resultados obtenidos de incidencia y severidad de las parcelas evaluadas.

Cuadro 3 Incidencia y severidad del ataque de *Scolytodes alni* en parcela evaluadas. Proyecto Plama – Virrilla, Goicoechea y Coronado, San José.

Parcela	Incidencia (%)	Defoliación (%)	Categoría de daño (%)		
			B	C	D
Inv. Unidas P1	0	0	0	0	0
Inv. Unidas P2	0	0	0	0	0
Guayabillos P1	55	23,2	50	5	0
Guayabillos P2	33,3	23,9	29,6	3,7	0
Guayabillos P3	32,3	27	25,8	6,5	0
Lechería P1	21,1	28,75	15,8	5,3	0
Lechería P2	84,2	28,75	63,2	21,1	0
Dorval P1	60,9	32,1	43,5	13,0	4,3
Dorval P2	77,3	23,8	72,7	0	4,5
Landelina P1	0	0	0	0	0
Julieta Vargas P1	55	29,1	45	5	5
Julieta Vargas P2	100	23,7	89,5	10,5	0
Matinilla P1	95,7	49,1	34,8	39,1	21,7
Matinilla P2	83,9	34,0	61,3	9,7	12,9
Matinilla P3	80	53,1	30	20	30
Gargollo y López P1	45,5	30,5	31,8	13,6	0
Gargollo y López P2	20	20	20	0	0
Gargollo y López P3	30	25,8	25	5	0
Cuatro Amigos P1	45,5	30,5	31,8	13,6	0
Cuatro Amigos P2	47,8	20	47,8	0	0
Cuatro Amigos P3	48	31,3	36	8	4
Inv. Unidas P3	0	0	0	0	0

Con respecto a la incidencia se puede observar que existen tres grupos dentro de los que se pueden ubicar las fincas evaluadas. En el primero están las plantaciones que no tienen ataque, representado por las fincas Inversiones Unidas y Landelina. El segundo grupo contempla las fincas



en las que la incidencia es de leve a media, o sea, entre 1 y 50%, aquí se ubican las fincas Gargollo y López, Cuatro Amigos y Guayabillos (P2 y P3). El tercer grupo contempla aquellas fincas que presentan un grado severo de incidencia (entre 51 y 100%), estas fincas son: Lechería Experimental de Altura, Julieta Vargas, Matinilla y Dorval.

Con base en los resultados sobre el daño, se puede considerar que la defoliación es baja (excepto en Matinilla P1 y P3). En la mayoría de los casos (excepto Matinilla P1 y P3) los árboles atacados son de categoría B y una pequeña cantidad son categorías C y D, esto indica que la pérdida de árboles por el ataque es poca y que una intervención sanitaria es oportuna en este momento ya que los árboles categoría B, de acuerdo a Arguedas (1997), pueden superar el ataque.

Condiciones silviculturales y de sitio

Los resultados sobre el estado silvicultural de las parcela y el drenaje se presenta en el cuadro 4.

Cuadro 4. Condiciones silviculturales y drenaje. Proyecto Plama – Virilla, Goicoechea y Coronado, San José.

Parcela	Edad (años)	Diámetro promedio (cm)	IDR ¹	Densidad (n/ha)	Area basal (m ² /ha)	Drenaje ²
Inv. Unidas P1	4	14.4	358.9	1146.1	18.6	5
Inv. Unidas P2	4	12.1	248.4	1146.1	13.1	1
Guayabillos P1	3	10.7	108.2	636.6	5.8	3
Guayabillos P2	3	10.2	131.2	859.4	7.0	2
Guayabillos P3	3	11.2	184.6	986.8	9.8	2
Lechería P1	3	10.8	104.5	604.8	5.6	2
Lechería P2	3	11.6	120.7	604.8	6.4	2
Dorval P1	4	12.9	182.2	732.1	9.5	4
Dorval P2	4	12.5	164.6	700.3	8.7	2
Landelina P1	1	3.1	8.3	668.4	0.5	4
Julieta Vargas P1	5	13.6	177.1	636.6	9.2	4
Julieta Vargas P2	5	14.2	184.9	604.8	9.6	4
Matinilla P1	7	12.3	166.6	732.1	8.8	4
Matinilla P2	4	12.0	210.6	986.8	11.1	4
Matinilla P3	9	18.4	167.7	318.3	8.5	5
Gargollo y López P1	3	11.1	127.7	700.3	6.8	1
Gargollo y López P2	3	11.2	117.6	636.6	6.2	1
Gargollo y López P3	3	12.4	147.2	636.6	7.7	1
Cuatro Amigos P1	3	11.8	145.7	700.3	7.7	2
Cuatro Amigos P2	3	12.0	157.1	732.1	8.3	3
Cuatro Amigos P3	3	11.9	167.1	795.8	8.8	4
Inv. Unidas P3	4	12.4	183.0	795.8	9.6	1

¹ IDR: Índice de densidad del rodal. Factor comparativo de densidad de un rodal independiente de su edad determinado por la fórmula: $IDR = N(25/d)^b$ donde:

N= número de árboles por ha

d= diámetro promedio del rodal en cm

b= coeficiente de especie (jaúl: 2.099)

² Drenaje: Categorías. 1: bien drenado, 2: moderadamente bien drenado, 3: imperfectamente drenado, 4: pobremente drenado, 5: muy pobremente drenado.

Crecimiento

El desarrollo de las plantaciones evaluadas se comparó con datos de crecimiento obtenidos de CATIE (1995) en los que se muestra el diámetro promedio y el área basal en m² por ha para plantaciones de jaúl en diferentes zonas de América. Para una plantación de jaúl de 5 años de edad en Vara Blanca, Heredia el diámetro promedio es de 6 cm y el área basal de 7.99 m² por ha, esto quiere decir que el desarrollo de las plantaciones evaluadas es muy bueno, ya que plantaciones de 3 años como Guayabillos tiene un diámetro promedio de 11,2 cm y un área basal de 9,8 m² por ha. Otro ejemplo de crecimiento óptimo es la parcela Matinilla 3 en la que se presenta un diámetro promedio de 18,4 cm, mientras que en el Parque Prusia, parte del Parque Nacional Volcán Irazú, solamente alcanza un diámetro promedio de 16,1 cm a la misma edad. En

general, todas las plantaciones presentan un crecimiento mayor del presentado por CATIE (1995) para las diferentes edades.

Drenaje

El drenaje presenta un comportamiento aleatorio entre fincas y dentro de las mismas fincas, debido a la morfología del terreno. La plantaciones se ubican en sitios con altas pendientes y pocas superficies planas, por lo que la acumulación de sedimentos y la lixiviación es muy variable.

Estado nutricional del suelo

Los resultados de los análisis los suelos de las fincas evaluadas muestran un buen estado nutricional. Salvo por las altas cantidades de hierro (Fe) presentes en todas las muestras, los demás elementos se encuentran dentro o cerca de los ámbitos adecuados para cada uno (Cuadro 5).

Cuadro 5. Estado nutricional de suelos de las fincas evaluadas. Proyecto Plama – Virilla, Goicoechea y Coronado, San José.

Parcela	pH	Ca	Mg	K	acidez	cice	P	Cu	Fe	Mn	Zn
		cmol(+)/l			<0,3		>5	mg/l			
Rangos adecuados	6 a 7	4 a 20	1 a 5	0,3 a 0,8	<0,3	>5	12 a 50	1 a 20	10 a 50	10 a 50	3 a 10
Inv, Unidas P1	5,41	5,01	1,3	0,54	0,12	6,97	19,4	32,5	648	3,6	7,1
Inv, Unidas P2	5,38	3,31	0,8	0,22	0,12	4,45	3,1	26,3	232	2	1,8
Guayabillos P1	5,17	2,18	0,91	0,27	0,15	3,51	7,8	35,1	486	4,2	1,7
Guayabillos P2	4,99	0,94	0,31	0,12	0,55	1,92	4,5	32,3	394	3,3	1,4
Guayabillos P3	5,3	1,26	0,33	0,1	0,52	2,21	18,8	23,3	651	2,5	1,5
Lechería P1	5,54	1,59	0,66	0,36	0,18	2,79	5,2	20,5	289	2	3,1
Lechería P2	5,5	2,88	1,66	0,67	0,18	5,39	17,3	34,1	882	2,2	4,9
Dorval P1	5,09	2,62	1,11	0,22	0,21	4,16	6,7	27,5	648	4,7	2,9
Dorval P2	5,27	1,93	0,92	0,27	0,16	3,28	3,7	18,9	417	4,6	2,9
Landelina P1	5,38	3,39	1,78	0,16	0,13	5,46	6,3	21,3	469	5,8	2,2
Julieta Vargas P1	5,07	2,5	1,12	0,18	0,25	4,05	8,2	20,8	516	7,6	2,6
Julieta Vargas P2	5,29	1,98	1,73	0,1	0,2	4,01	6,6	20,3	355	3,3	2
Matinilla P1	4,94	3,04	1,23	0,36	0,28	4,91	3,1	19	382	3,4	4
Matinilla P2	4,66	4,15	1,92	0,51	0,24	6,82	13	18	437	4,2	2,5
Matinilla P3	4,74	7	5,1	0,47	0,18	12,75	0,5	20,6	406	4,7	1,6
Gargollo y López P1	5	3,88	0,91	0,4	0,23	5,42	1,9	19,5	246	3,9	4
Gargollo y López P2	4,9	5,31	1,05	0,44	0,21	7,01	3	14,5	284	4,8	10,8
Gargollo y López P3	5,04	6,17	1,2	0,36	0,15	7,88	5,6	9,2	205	4,5	9,1
Cuatro Amigos P1	5,39	2,58	1,1	0,34	0,27	4,29	4,3	17,2	280	3,6	2,8
Cuatro Amigos P2	5,53	4,27	1,78	0,29	0,19	6,53	6,5	18,6	390	5,5	6,1
Cuatro Amigos P3	5,36	2,46	0,74	0,42	0,37	3,99	1,9	17,6	390	6,2	3
Inv, Unidas P3	5,09	3,75	0,5	0,32	0,2	4,77	7	6,7	129	3,1	12,5

Análisis de correlación

Por medio de un análisis de correlación, utilizando las variables edáficas, la incidencia y la severidad del ataque de *Scolytodes alni* en las parcelas evaluadas, se determinó que los factores que tienen una correlación directa con estas variables son:

- El contenido de hierro (Fe) del suelo de las parcelas
- La densidad de las parcelas a través del IDR

Contenido de Hierro (Fe) en el suelo

Como se observa en el cuadro 5, los contenidos de Fe de todas las parcelas sobrepasa enormemente el ámbito adecuado que debe tener cualquier suelo de vocación agrícola que se encuentra entre los 10 y 50 mg/l; por ejemplo, las parcelas Guayabillos P3 con 651 mg/l y la parcela Lechería P2 con 882 mg/l . Esto provoca un estrés de los árboles plantados en dichos sitios.

En la figura 4 se muestra la relación entre la incidencia del *S. alni* y el contenido de Fe del suelo. Se puede observar que a mayor cantidad de Fe disponible en el suelo se presenta una mayor incidencia de ataque de *S. Alni*, sin embargo no se encontró una correlación significativa.

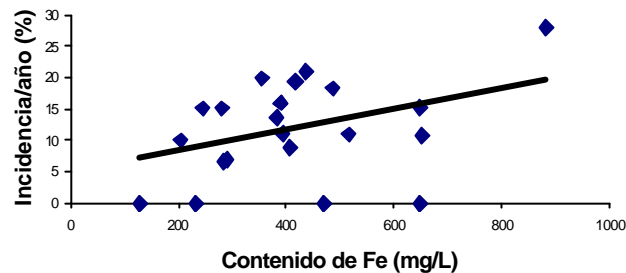


Figura 4. Relación establecida entre el ataque de *Scolytodes alni* y el contenido de Fe de las parcelas evaluadas. Proyecto Plama – Virilla, Goicoechea y Coronado, San José. ($r = 0,4$, n.s.)

Densidad de las parcelas

Con respecto a la densidad, manifiesta por el Índice de densidad del rodal (IDR), se presenta, al igual que con el Fe, una baja correlación positiva con respecto a la incidencia/año (Figura 5). Se puede explicar esta relación si se considera que a mayor cantidad de árboles por hectárea, mayor es la competencia interespecífica y por tanto, aumenta el estrés de los árboles.

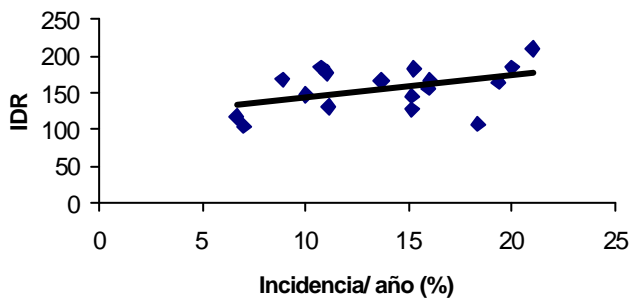


Figura 5. Relación entre la densidad de las parcelas y la incidencia anual del *Scolytodes alni* en las parcelas evaluadas. Proyecto Plama – Virilla, Goicoechea y Coronado, San José. ($r = 0,44$)

CONCLUSIONES

En los sitios evaluados, la mayor parte de los árboles que presentan daños de *S. alni* se ubican en la categoría de daño B, la cual representa daños iniciales, que podrían ser manejados mediante prácticas silviculturales (raleos sanitarios y silviculturales) y control químico.

Se determinó que los únicos dos factores de los evaluados que correlacionaron con las variables dependientes de incidencia y severidad del ataque de *S. alni* son: el contenido de hierro (Fe) del suelo y la densidad de las parcelas a través del Índice de densidad del rodal (IDR).



AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen el apoyo financiero recibido por el Proyecto Plama - Virilla, el cual es un esfuerzo conjunto de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL) y de la Fundación de la Cordillera Volcánica Central (FUNDECOR).

BIBLIOGRAFÍA

- Arguedas, M. 1993. El abejón descortezador del jaúl, *Scolytodes alni*. Serie Plagas y Enfermedades Forestales no 1:8 p. (Serie publicada por el Centro de Información Tecnológica del Instituto Tecnológico de Costa Rica).
- Arguedas, M; Scorza, F. 1992. Observaciones sobre la biología de *Scolytodes alni* (Coleoptera: Scolytidae) descortezador del jaúl *Alnus acuminata*. Manejo Integrado de Plagas (CR) no. 20-21:23-25.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 1986. Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central: resultados de cinco años de investigación. Proyecto leña y fuentes alternas de energía. proyecto cultivo de árboles de uso múltiple. Cartago, CR. 227p. (Serie Técnica. Informe Técnico, no. 86).
- _____. 1995. Jaúl (*Alnus acuminata* spp. *arguta*), especie de árboles de uso múltiple en América Central. Cartago, CR, Programa Manejo Integrado de Recursos Naturales. 37p. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 248).
- Chavarría, M; Valerio, R. 1993. Guía preliminar para parámetros silviculturales para apoyar los proyectos de reforestación en Costa Rica. San José, CR, MIRENEM. 202p.
- Camacho, P; Murillo, O. 1986. Algunos resultados preliminares de la epidimetría del jaúl: *Alnus acuminata* (H.B.K.), O.Kuntze. Cartago, CR, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Esc. de Ing. Forestal. 110 p.
- Furlow, JJ. 1979. The systematics of the American species of *Alnus* (Betulaceae) Part 1. Rhodora. 81(825):1-121.
- Holdridge, LR. 1978. Ecología basada en zonas de vida. San José, CR, IICA. 216p. (Serie de libros y materiales educativos, no. 34).
- Jiménez, Q; Rojas, V.; Rojas, F.; Rodríguez, L.. 2002. Árboles maderables de Costa Rica. Ecología y silvicultura. Cartago, CR, Editorial Tecnológica de Costa Rica. 370p.
- Núñez, J. 2001. Manejo y conservación de suelos. San José, CR, EUNED. 288p.
- Wood, S. 1982. The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera, Scolytidae), a taxonomic monograph. Great Basin Nat. Mem 6:1-1359.