

# EFECTO DE LA DENSIDAD RESIDUAL EN EL DESARROLLO DE *Ips pini* (COLEOPTERA: SCOLYTIDAE) EN RESIDUOS DE PINO.

Villa Castillo Jaime\*  
Wagner Michael R.\*\*

## RESUMEN

En este trabajo se evaluaron los efectos interactivos entre la intensidad de luz y la posición de residuos de *Pinus ponderosa* Dougl. ex Laws. en el ataque, desarrollo y emergencia del grabador del pino (*Ips pini* Say). Las intensidades baja, mediana y alta de luz (21, 000; 47, 000; y 67, 000 lux, respectivamente) y la parte superior e inferior de trozos de pino fueron cruzados en un experimento factorial 3 x 2 repetido en cuatro bloques de sitios de pino ponderosa aclareados.

Los trozos expuestos a alta intensidad de luz natural fueron mucho menos atacados que los trozos expuestos a mediana y baja intensidad de luz. Los insectos que atacaron trozos expuestos a alta intensidad de luz invadieron poca superficie del hábitat subcortical. A pesar de que el contenido de humedad del floéma fue positivamente correlacionado con la producción de progenie, el mayor contenido de humedad promovió competencia interespecífica por otros barrenadores de madera; lo cual resultó en baja producción neta de progenie cuando el contenido de humedad fue muy alto.

Palabras clave: *Ips pini*, *Pinus ponderosa*, alteración en sitios, insectos descortezadores, densidad residual.

---

\* Investigador Titular. Campo Experimental Clavellinas, CIR-Pacífico Centro, INIFAP, SAGAR.

\*\* Profesor. School of Forestry, Northern Arizona University.

## ABSTRACT

We evaluated the interactive effects of light intensity and aspect of small ponderosa pine (*Pinus ponderosa* Dougl. ex Laws.) logs on pine engraver (*Ips pini* Say) performance. Low, moderate, and high light intensity (21, 000; 47, 000; and 67, 000 lux respectively), and top and bottom of logs were crossed in a 3 x 2 factorial experiment replicated in four blocks of previously thinned pole-size ponderosa pine. Logs exposed at high natural light intensity were attacked much less than logs exposed at low to moderate sunlight. Insects attacking logs exposed to high light intensity performed poorly. Moisture content of phloem was positively correlated with brood production. However, the highest moisture content promoted inter-specific competition from other wood borers, resulting in low net brood production when moisture content of the phloem was very high.

**Keywords:** *Ips pini*, *Pinus ponderosa*, stand modification, debark insect, residual density.

## INTRODUCCIÓN

En estudios recientes sobre insectos descortezadores en México, se han identificado factores como la composición de especies, densidad del sitio (Villa y Villa, 1994)<sup>1</sup> y a la condición de la resinación e incendios (Sánchez, 1994)<sup>2</sup>, asociados con el ataque de descortezadores. De esta manera, sitios con árboles más espaciados y menos dañados, en teoría, serán menos susceptibles de ser invadidos por estos insectos. Varios autores (Sartwell y Stevens, 1975<sup>3</sup>; Larsson *et al.*, 1983<sup>4</sup>) señalaron que los árboles residuales son vigorizados después de la corta de aclareo. Sin embargo, evidencias posteriores (Amman *et al.*, 1988)<sup>5</sup> indicaron que sitios aclareados presentaron menor número de

---

<sup>1</sup> Villa C., J. y J. Villa C. 1994. Modelo para la identificación de rodales susceptibles al ataque de descortezadores en el sur de Jalisco.

<sup>2</sup> Sánchez G., M. T. 1994. Sistema de calificación de riesgo para *Dendroctonus mexicanus* Hopk. (Coleoptera: Scolytidae) en la Unidad de Conservación y Desarrollo Forestal Morelia-Charo.

<sup>3</sup> Sartwell, C. y R. E. Stevens. 1975. Mountain pine beetles in ponderosa pine, prospects for silvicultural control in second growth stands. pp. 136-140.

<sup>4</sup> Larsson, S; R. Oren; R. H. Waring y J. W. Barret. 1983. Attack of mountain pine beetle as related to tree vigor of ponderosa pine. pp. 199-202.

<sup>5</sup> Amman, G. D.; M. D. McGregor; R. F. Schmitz y R. d. Oakes. 1988. Susceptibility of lodgepole pine to infestation by mountain pine beetles following partial cutting of stands.

árboles atacados aún y cuando los árboles residuales resultaron de poco vigor. Con base en tales resultados, Bartos y Amman (1989)<sup>6</sup> manifestaron que la alta velocidad del viento, que se genera a través de la apertura del dosel, afectó la comunicación química del descortezador *Dendroctonus ponderosae* Hopkins. Aunque el microclima que se genera después de la corta depende de varias características que incluyen: condición de la copa, espaciamiento entre árboles, así como la altura de los mismos (Smith *et al.*, 1989)<sup>7</sup>.

En el desarrollo del presente trabajo se pretende cumplir con los siguientes objetivos:

- Determinar el efecto de diferente densidad del piso superior en el arribo, desarrollo y producción de prole de *Ips pini* en residuos de pino ponderosa.
- Evaluar el efecto de la superficie de exposición del trozo ( arriba vs. abajo ) en el ataque y desarrollo de *Ips pini* bajo diferente densidad residual.

## ANTECEDENTES

Se sabe que el hábitat de insectos subcorticales puede ser destruido al exponer trozos a ambientes extremos (Graham, 1924)<sup>8</sup>. La utilización de hábitats efímeros por insectos que atacan trozos depende de la cantidad de sombra, el tamaño y la posición del trozo, así como de características atribuidas a la especie de árbol de donde proviene el trozo (Reid, 1957<sup>9</sup>; Schenk y Benjamin, 1969<sup>10</sup>). Una vez que insectos del género *Ips* han seleccionado el trozo, el contenido de humedad y el grosor del floema son los principales factores limitantes del desarrollo de la prole (Haack *et al.*, 1987<sup>11</sup>).

---

<sup>6</sup> Bartos, D. L. y G. D. Amman. 1989. Microclimate: An alternative to tree vigor as a basis for mountain pine beetle resistance. USDA, For. Ser. Res. Paper INT-400.

<sup>7</sup> Smith, W. K.; A. K. Knapp y W. A. Reiners. 1989. Penumbral effects on sunlight penetration in plant communities. pp.1603-1609.

<sup>8</sup> Graham, S. A. 1924. Temperature as limiting factor in the life of subcortical insects. pp. 337-383.

<sup>9</sup> Reid, R. W. 1957. The bark beetles complex associated with lodgepole pine slash in Alberta. Part IV: distributio, population densities and effects of several environmental factors. pp. 437-447.

<sup>10</sup> Schenk, J. A. y D. M. Benjamin 1969. Notes on the biology of *Ips pini* in Central Wisconsin jack pine forests. pp. 480-485.

<sup>11</sup> Haack, R. A.; R. C. Wilkinson; J. L. Foltz y J. A. Cornell. 1987. Spatial attack pattern, reproduction, and brood development of *Ips calligraphus* (Coleoptera: Scolytidae) in relation to slash pine phloem thickness: A field study. pp. 428-436.

Tanto excesos de humedad, como carencia de ella, tienden a reducir la calidad de trozos para la progenie de *Ips* (Schenk y Benjamin, *op. cit.*).

La remoción parcial del dosel superior da como resultado una mayor incidencia de energía solar lo que ocasiona mayores fluctuaciones de temperatura, humedad y velocidad del viento (Fowler *et al.*, 1987)<sup>12</sup>. La intensidad de luz que llega a nivel del suelo es uno de los factores que se modifican y que puede ser medido después de la corta parcial (Vezina y Pech, 1964)<sup>13</sup>. Este factor por sí mismo puede afectar la dispersión de escolítidos dentro del sitio (Chapman y Kinghorn, 1958<sup>14</sup>; Atkins, 1966<sup>15</sup>) y también los cambios en temperatura y humedad relacionados, pueden afectar la llegada de descortezadores al hospedante y su subsecuente desarrollo (Reid, *op. cit.*, Bartos y Amman, *op. cit.*).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló de mayo a agosto de 1994 en el bosque experimental de la Northern Arizona University en Flagstaff, Arizona, Estados Unidos de América. A principios de mayo, doce sitios circulares de 100 m<sup>2</sup>, fueron aclarados para alcanzar 80, 60, o 20 por ciento de densidad residual en el piso superior ( 35.9, 29.5, y 12.1 m<sup>2</sup>/Ha, respectivamente). Los árboles cortados fueron desramados, troceados y esparcidos dentro del sitio. Cinco trozos de 1 m de longitud y 12 cm de diámetro fueron marcados y dejados en la misma posición durante el estudio. Después de dos meses y medio, se tomó como muestra 30 cm de la parte central de los trozos marcados.

El diseño experimental fue un factorial completo: 3 densidades residuales (80, 60, o 20 %) x 2 caras del trozo (arriba y abajo) con 4 bloques aleatorios. Las unidades experimentales fueron los cinco trozos inicialmente marcados. Sin embargo se usó un valor promedio de los cinco trozos por tratamiento, para evitar problemas de pseudorepetición. Por lo tanto, el número total de unidades experimentales fue 24 (cuatro unidades experimentales por cada uno de los seis tratamientos).

---

<sup>12</sup> Fowler, W. B.; J. D. Helvey y E. N. Felix. 1987. Hydrolic and climatic changes in three small watersheds after timber harvest.

<sup>13</sup> Vezina, P. E. y G. Pech. 1964. Solar radiation beneath conifer canopies in relation to crown closure. pp. 443-450.

<sup>14</sup> Chapman J. A. y J. M. Kinghorn. 1958. Studies on flight and attack activity of the ambrosia beetle *Trypodendron lineatum* and other scolytids. pp. 362-372.

<sup>15</sup> Atkins, M. D. 1966. Behavioral variation among scolytids in relation to their habitat. pp. 285-288.

## **Variables registradas en los sitios**

Semidió el diámetro normal (DAP a 1.30 m) de cada árbol dentro de los sitios fue medido, para determinar:

- El área basal inicial ( $m^2/Ha$ )
- Los árboles a remover de acuerdo con un tratamiento aleatoriamente asignado, y
- El área basal residual.

Una vez aplicado el aclareo, se midió la intensidad de luz con un medidor de luz General Electric tipo 214 durante una semana del solsticio de verano (junio 20-24). Fue tomada una medición instantánea de intensidad de luz en cada punto cardinal en cada sitio, en tres horarios específicos (09:00, 12:00, y 16:00 h). Fue obtenida la media general de la intensidad de luz a nivel del suelo al promediar la intensidad de luz de los cuatro puntos cardinales y también promediando la intensidad de luz medida en los tres horarios.

Fue estimado el contenido de humedad del floema mediante el muestreo de una sección de floema (2.5 cm de diámetro) en un trozo designado previamente en cada sitio. Una muestra fue tomada del mismo trozo a intervalos de 0, 30, 40, 50 y 60 días después de que los trozos fueron cortados. Las muestras fueron pesadas antes y después de ser secadas en un horno a  $70^{\circ}C$  por 48 h. Fue obtenido el promedio del contenido de humedad del floema (con base a peso seco) para cada tratamiento.

## **Variables registradas en los trozos**

La corteza de arriba y la de abajo de los trozos fue desprendida y registrada por separado en el laboratorio. El área de corteza de las muestras fue estimada en  $450\text{ cm}^2$ .

Fueron obtenidas las siguientes variables por muestra: 1) número de ataques; 2) número de galerías parentales por cámara nupcial; 3) longitud (cm) de galerías parentales individuales; 4) longitud total (cm) de galerías parentales; 5) número de galerías larvales y 6) número de emergencias. Esta última variable incluye el número de orificios de emergencia multiplicado por 1.25, que es el factor de corrección calculado para el número de insectos emergentes usando el mismo orificio de salida.

Debido a que las variables 1, 4, 5, y 6 pudieron haber sido influenciadas por la densidad de ataque, fueron analizadas también las siguientes variables derivadas: proporción de la longitud total de galerías parentales/número de ataques; proporción de la longitud total de galerías parentales/galerías larvales; y proporción de adultos emergentes/número de ataques. Tanto las variables medidas, como las derivadas se usaron en el análisis estadístico como variables de respuesta. Además, se registró el porcentaje de superficie invadido por el cerambícido *Monochamus* sp, aunque solo fue usado como una variable independiente, más que como una de respuesta.

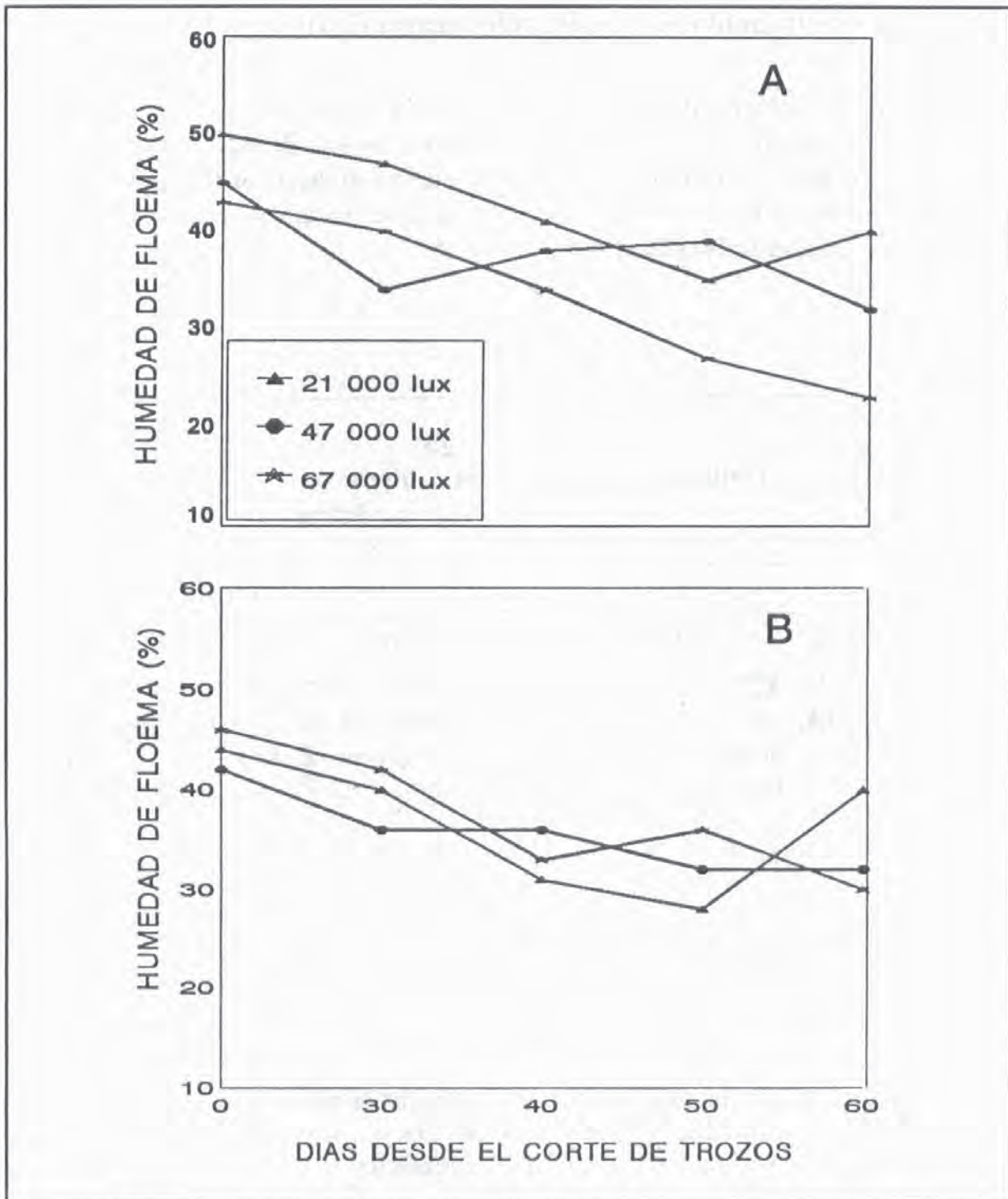
### **Análisis estadísticos**

El análisis de varianza multivariado (MANOVA) con un alfa de 0.05 se utilizó para probar diferencias entre vectores de medias poblacionales con respecto a los efectos de intensidad de luz, posición y la interacción de ambos (SYSTAT, 1991). Fueron seguidos los resultados significativos de MANOVA por análisis de varianza univariado para probar la significancia de los tratamientos. Cuando la F general mostró efectos significativos en los tratamientos, la separación de medias se realizó usando el método Tukey a un nivel de 0.05. El contenido de humedad del floema fue también sujeto a análisis de varianza, usando un diseño de dos factores (luz y posición) con mediciones repetidas (fechas). Para la separación de medias se usó el método Tukey a un nivel de 0.05. Análisis de regresión múltiple con selección de variables hacia atrás fue realizado para determinar la relación entre la proporción de adultos emergentes/número de ataques ( $y$ ), comparandola con las siguientes variables independientes: contenido de humedad del floema al final del estudio ( $x_1$ ) y porcentaje de superficie invadida por el cerambícido *Monochamus* sp. ( $x_2$ ). Se hicieron regresiones separadas para la parte de arriba y la de abajo de los trozos ( $n = 12$ ).

## **RESULTADOS**

### **Efecto de la intensidad de luz en la humedad del floema**

La prueba de F mostró que el contenido de humedad del floema no varió entre niveles de luz ni en cuanto a cara de exposición. Sin embargo, fueron encontradas diferencias significativas en este parámetro debido a fechas. Al respecto, tales diferencias fueron encontradas hasta después de 40 días de exposición de los trozos en los sitios (Figura N° 1).



**Figura N° 1.** Por ciento del contenido de humedad de la cara de arriba (A) y la cara de abajo (B) de trozos expuestos a tres intensidades de luz (n = 4) de *Pinus ponderosa* Dougl. ex Laws., en Flagstaff, Arizona, E.U.A.

## Respuesta de la población de *Ips* a los tratamientos

El tratamiento intensidad de luz produjo un efecto significativo general, en el vector compuesto por las variables de respuesta medidas y derivadas de los trozos. Los efectos atribuidos a la posición y la interacción resultaron no significativos (Cuadro N° 1, A). Por lo tanto, solo se muestran resultados del análisis de varianza univariado, para los efectos de intensidad de luz (Cuadro N° 1, B).

| Fuente de variación | lambda de Wilk | g.l.   |       | F    | P      |
|---------------------|----------------|--------|-------|------|--------|
|                     |                | Factor | Error |      |        |
| Int. de luz         | 0.129          | 18     | 26    | 2.57 | 0.014* |
| Cara                | 0.604          | 9      | 14    | 1.01 | 0.471  |
| Int. luz x Cara     | 0.283          | 18     | 26    | 1.27 | 0.281  |

\* Denota un efecto multivariado significativo al nivel experimental de  $\alpha = 0.05$

**Cuadro N° 1A.** Análisis de varianza multivariado para múltiples variables dependientes de la respuesta de *Ips pini* a efectos de intensidad de luz, cara del trozo e interacción.

**Arribo.** La intensidad de luz afectó el número de ataques exitosos (Cuadro N° 1, B). El número de ataques en trozos expuestos a 67,000 lux fue menor, que en trozos expuestos a 47,000 y 21,000 lux (Figura N° 2, A).

El número de galerías por cámara nupcial fue mayor en trozos expuestos a poca luz que en trozos muy iluminados (Cuadro N° 1, B). Los trozos expuestos a luz moderada no variaron en forma significativa de los otros dos niveles de luz (Figura N° 2, B).

**Desarrollo.** La distancia promedio construida por cada hembra del grabador del pino (longitud de la galería parental) fue mayor en trozos expuestos a baja ( $11.83 \pm 1.37$  cm) que en trozos expuestos a alta ( $2.72 \pm 1.37$  cm) intensidad de luz. (Cuadro N° 1,



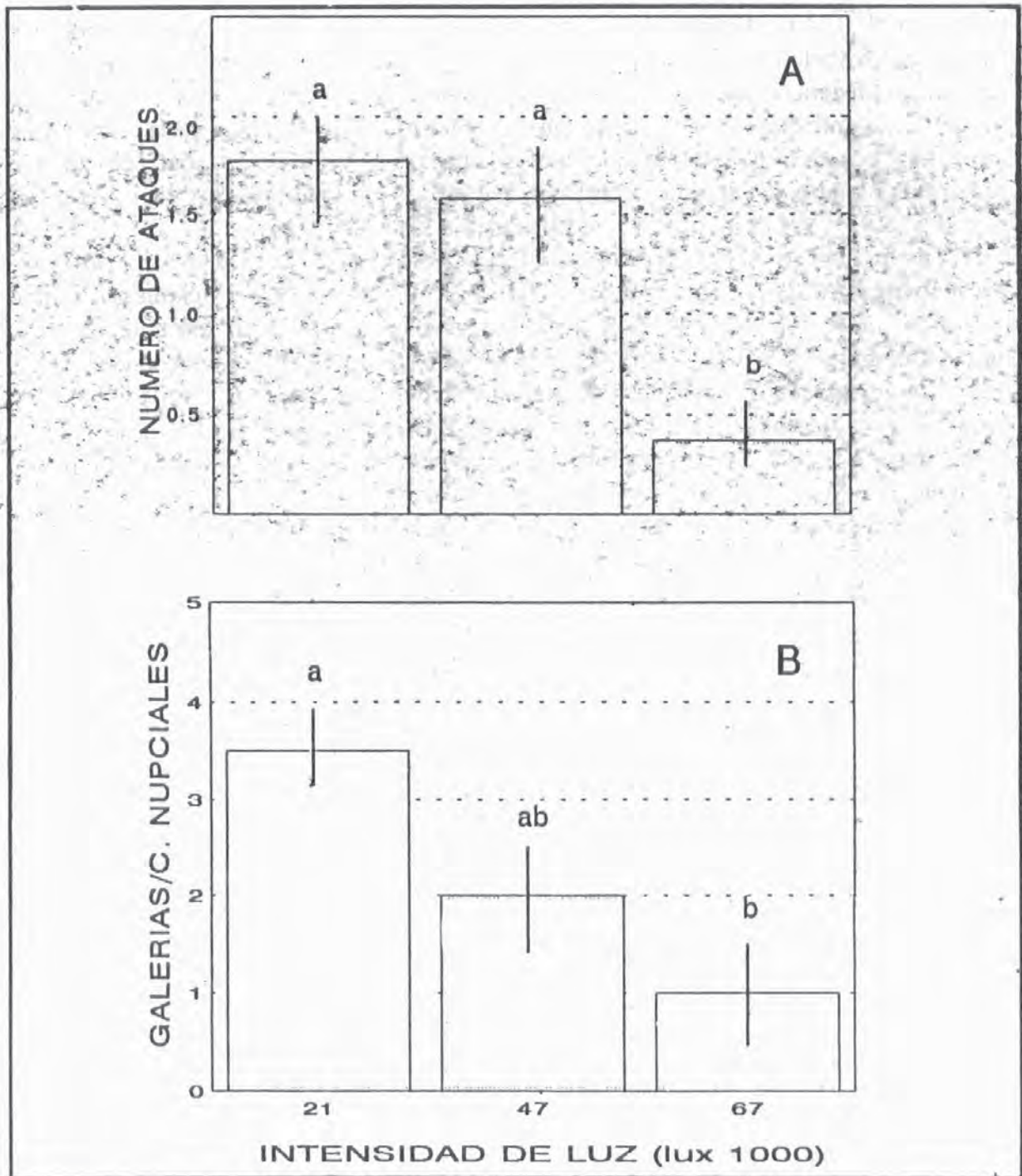
B; Figura N° 3, A). El efecto de la intensidad de luz sobre el grado de utilización del hábitat, por los adultos atacantes, (medido por el total de galerías parentales) resultó en una mayor distancia construida en trozos poco iluminados ( $60 \pm 13.44$  cm) que en trozos muy iluminados ( $6.07 \pm 13.44$  cm) (Figura N° 3, B). El ajuste para eliminar la influencia por densidad de ataque, por medio de la proporción total de galería construida/número de ataques, confirmó que trozos muy iluminados fueron menos minados ( $8.93 \pm 9.44$  cm), que trozos expuestos a baja intensidad de luz ( $39.32 \pm 12.6$  cm) (Cuadro N° 1, B; Figura N° 3, C). En forma similar, el número de galerías larvales fue mayor en trozos poco iluminados ( $83.16 \pm 15.62$ ) que en trozos expuestos a alta intensidad de luz ( $10.57 \pm 9.02$ ). Estos resultados no son del todo sorprendentes, ya que el número de galerías larvales depende de la distancia construida por las hembras. Por lo tanto, para probar el efecto de la intensidad de luz en este parámetro sin la influencia por densidad de galería parental, se utilizó la proporción total de galerías parentales/número de galerías larvales. Esta proporción indica la distancia promedio existente (cm) entre galerías larvales dentro de la galería parental. Al respecto, la prueba de F mostró diferencias significativas entre los niveles de intensidad de luz (Cuadro N° 1, B). Las galerías larvales estuvieron más espaciadas (0.85 cm) en trozos poco iluminados, que en trozos muy (0.35 cm) iluminados (Figura N° 3, D).

| VARIABLES                                    | F*     | P       |
|--|--------|---------|
| Número de ataques                            | 6.487  | 0.007** |
| Número de galerías parentales/cámara nupcial | 7.865  | 0.003** |
| Longitud de galerías parentales individuales | 7.359  | 0.004** |
| Longitud total de galerías parentales        | 9.262  | 0.001** |
| Número de galerías larvales                  | 8.323  | 0.002** |
| Número de emergencias                        | 13.853 | 0.000** |
| Proporción long.total gal.:ataques           | 7.098  | 0.004** |
| Proporción long. tot. gal.:gal. larvales     | 5.252  | 0.018** |
| Proporción emergencias:ataques               | 11.767 | 0.000** |

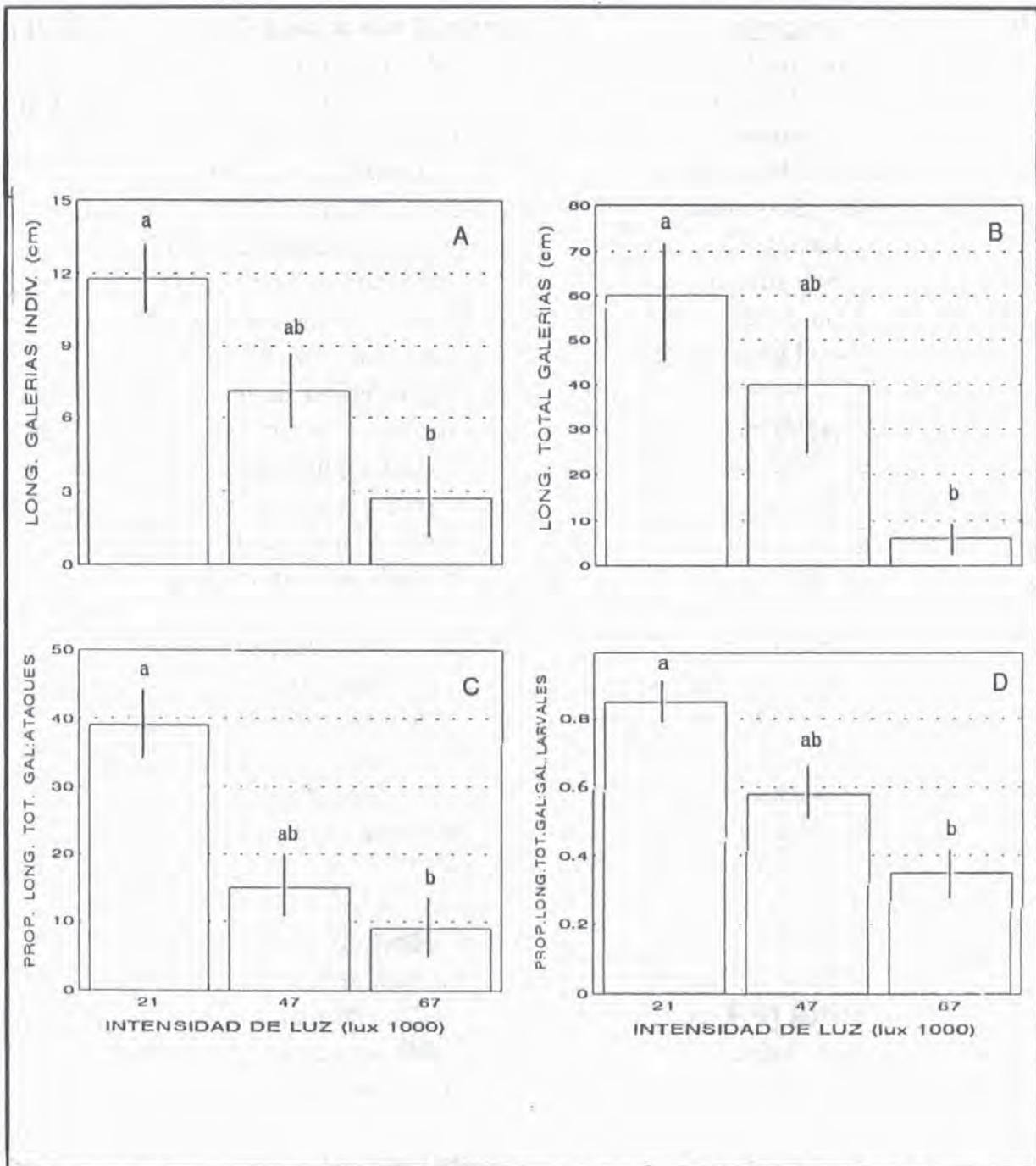
\* Intensidad de luz g.l. = 2; error g.l. = 23.

\*\* Denota diferencias significativas entre medias de intensidad de luz.

**Cuadro 1B.** Análisis de varianza univariado para variables individuales de respuesta de *Ips pini* a efectos de intensidad de luz.



**Figura N° 2.** Comparación del efecto de la intensidad de luz en el número promedio de (A) ataques de *I. pini* y (B) número de galerías parentales por cámara nupcial en trozos de *Pinus ponderosa* Dougl. ex Laws., en Flagstaff, Arizona, E.U.A. Barras con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey = 0.05). Líneas dentro de las barras representan 1 error estándar de la media, n = 8.

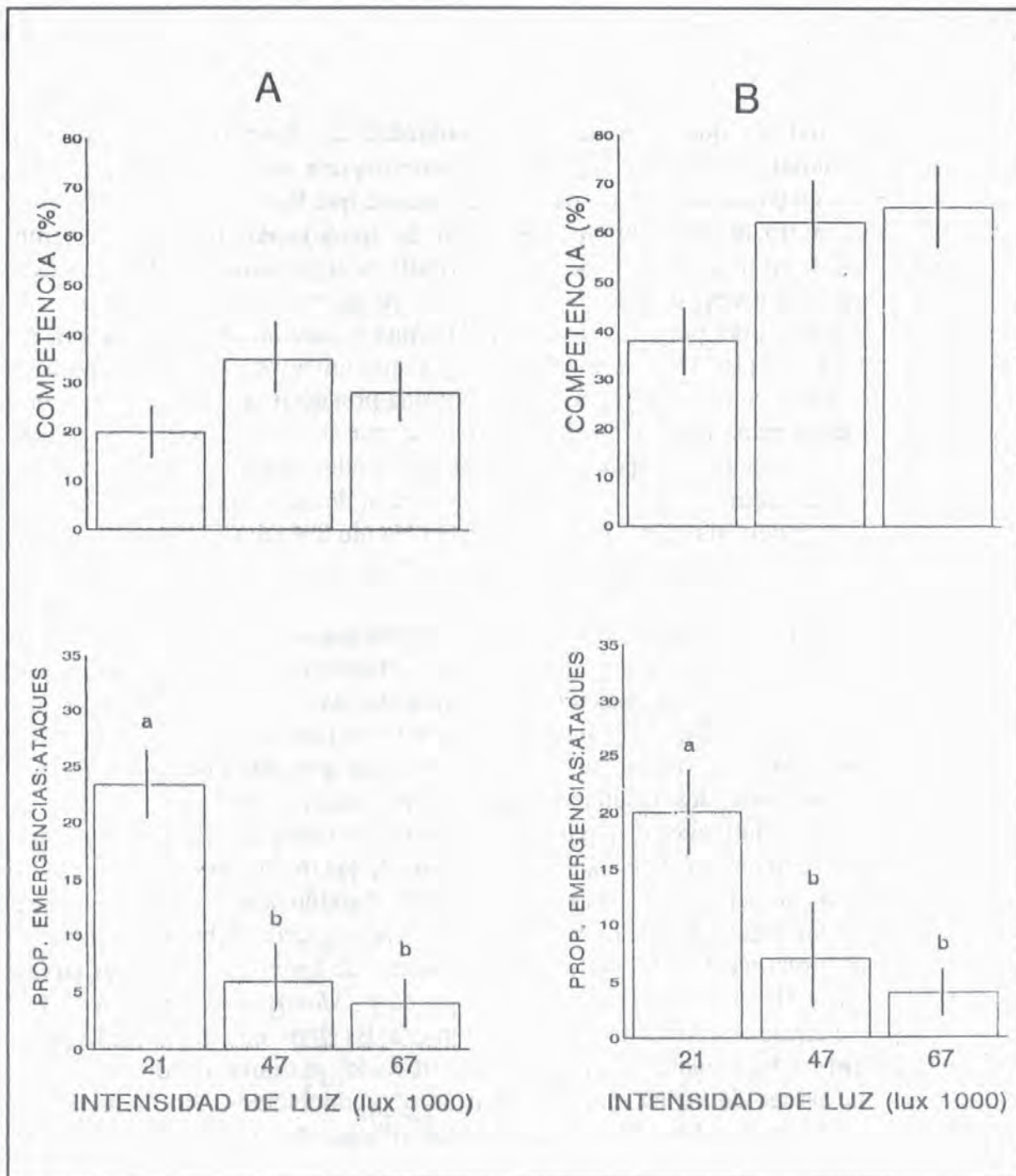


**Figura N° 3.** Comparación del efecto de la intensidad de luz en el promedio de: (A) longitud de galerías parentales individuales, (B) longitud total de galerías parentales, (C) proporción longitud total de galerías: ataques, y (D) proporción longitud total de galerías: galería total en trozos de *Pinus ponderosa* Dougl. ex Laws., en Flagstaff, Arizona, E.U.A. Barras con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey) = 0.05). Líneas dentro de las barras representan 1 error estándar de la media, n = 8.

**Producción de progenie.** Tanto trozos expuestos al mayor nivel de luz ( $2.32 \pm 1.36$ ) como al nivel intermedio ( $15.34 \pm 5.97$ ) iluminados produjeron menos progenie que trozos poco ( $39 \pm 5.9$ ) iluminados (Cuadro N° 1, B). La emergencia de insectos en trozos expuestos a ambos extremos de luz fue como se esperaba, debido a que los trozos muy iluminados recibieron menos ataques y su desarrollo fue más pobre que en trozos poco iluminados. Sin embargo, en trozos expuestos al nivel intermedio de luz, la emergencia fue menor a lo esperado, ya que tanto la tasa de ataque, como las galerías larvales fueron muy similares a la de trozos poco iluminados. Esto sugiere una elevada tasa de mortalidad de larva a adulto ocurrida en trozos expuestos al nivel intermedio de luz. De hecho, el promedio porcentual de larvas que llegaron a la fase adulta fue de 46.9, 32.4, y 27.2 % para ligera, moderada y alta intensidad de luz respectivamente. Esto confirma que la mortalidad larval fue mayor tanto en trozos muy iluminados, como de iluminación intermedia. Debido a que ninguna explicación a dicha mortalidad puede ser atribuida a efectos directos de la luz, la proporción de emergencias/número de ataques fue regresada contra las variables indicadas en la sección de materiales y métodos, para tratar de encontrar respuestas en las condiciones internas del trozo.

La regresión para la parte de arriba indicó que ambos factores influyeron en la proporción de emergencias/número de ataque ( $y = 4.1760 + 0.019 x_1 - 0.268 x_2$ ;  $n = 12$ ;  $R^2 = 0.61$ ;  $P = 0.006$ ). El coeficiente para el contenido de humedad de floema ( $x_1$ ) fue positivo, lo que apoya la hipótesis de que la baja humedad del floema originó una reducción en la producción de progenie por ataque. Sin embargo, el coeficiente de regresión para el porcentaje de invasión por *Monochamus* sp ( $x_2$ ) fue negativo. Por lo tanto, los trozos que tuvieron una adecuada humedad produjeron menor progenie de la esperada debido a alta competencia por *Monochamus* sp. Esto puede parcialmente explicar los resultados en los trozos expuestos a moderada intensidad de luz, ya que estos trozos tuvieron adecuada humedad, pero también los más altos niveles de competencia (Figura N° 4, A). En contraste, el análisis de regresión para la parte de abajo indicó que la humedad del floema fue insignificante en el modelo ( $y = 10.19 - 0.11 x_2$ ;  $n = 12$ ;  $r^2 = 0.42$ ;  $P = 0.013$ ). Esto puede ser explicado, porque el porcentaje de superficie invadida por *Monochamus* sp está directamente correlacionada con la humedad del floema (Linsley, 1959)<sup>16</sup>, y dicha humedad fue igualmente elevada entre los tres niveles de luz en la parte de abajo de los trozos. Más aun, la proporción de emergencias/ataque en trozos poco iluminados, fue menor en la parte de abajo, que en la de arriba por haber sido invadida en mayor cantidad por *Monochamus* sp. (Figura N° 4, B).

<sup>16</sup> Linsley, E. G. 1959. Ecology of Cerambycidae. pp. 99-138.



**Figura N° 4.** Comparación del efecto de la intensidad de luz y la competencia interespecífica en la proporción emergencias: ataques de (A) cara de arriba y (B) cara de abajo de trozos de *Pinus ponderosa* Dougl. ex Laws., en Flagstaff, Arizona, E.U.A. Barras con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey = 0.05). Líneas dentro de las barras representan 1 error estándar de la media, n = 4.

## DISCUSIÓN

Los resultados indican que el contenido de humedad del floema no determina la selección del hábitat, ya que este factor no varió de manera significativa durante los primeros 40 días, cuando ocurrió el ataque. Se propone que los insectos pioneros que atacaron tanto a trozos muy iluminados, como de iluminación intermedia fueron incapaces de agregar más individuos para expandir la utilización del hábitat. Dos hipótesis pueden plantearse para explicar tal situación: primera, la elevada intensidad solar alteró la calidad del floema lo que condujo a una reducción en la producción de feromona. Vité *et al.* (1972)<sup>17</sup>, indicaron que hay requerimientos alimenticios para la biosíntesis de la feromona ipsidenol en escolitidos que producen ésta, una vez que han comido en el trozo seleccionado. Evidencia aportada por Oliver (1979)<sup>18</sup>, sugiere que *Ips paraconfusus* (Lanier) fue capaz de agregarse en grandes números en trozos dentro de sitios muy aclareados, debido a que los trozos fueron dejados con ramas. Segunda, la feromona fue producida, pero la velocidad del viento impidió la agregación, de acuerdo a lo propuesto por Bartos y Amman (*op. cit.*)

En la búsqueda por explicaciones internas para la reducida utilización de trozos muy iluminados, evidencias aportadas por Reid (1962)<sup>19</sup>, indican que una reducida humedad pudo haber inhibido la oviposición y promovido la rápida emergencia de descortezadores hembra. También, incrementos en temperatura, provocaron galerías más cortas y aceleraron la reemergencia de *Dendroctonus frontalis* Zimm. (Wagner *et al.*, 1981). Por lo tanto, los resultados sugieren que factores independientes de la densidad como falta de humedad y temperatura pudieron haber sido los responsables de la elevada mortalidad larval en las partes de arriba de los trozos. Sin embargo, en la parte de abajo, la competencia interespecifica causó la disminución de progenie ya que el contenido de humedad no fue un factor limitante. Al respecto, Schenk y Benjamin (*op. cit.*), reportaron una elevada mortalidad de progenie de *Ips pini* causada por larvas de cerambícidos. De acuerdo con Linsley (*op. cit.*), *Monochamus titillator* (F.) normalmente se encuentra donde la madera es húmeda. Es claro, entonces, que la parte de abajo de trozos bajo cualquier densidad de arbolado, mantuvo condiciones más favorables, que partes de arriba, para la invasión de cerambícidos. Sin embargo, la parte de abajo de trozos ligeramente iluminados (Figura N° 4, B) recibió menor

<sup>17</sup> Vité J.; P. A. Bakke y J. A. Renwick. 1972. Pheromones in *Ips* (Coleoptera: Scolytidae) occurrence and production. pp. 1967-1975.

<sup>18</sup> Oliver, W. W. 1979. Growth and mortality of thinned knobcone x monterey pine saplings affected by engraver beetles and a hard freeze.

<sup>19</sup> Reid, R. W. 1962. Biology of the mountain pine beetle *Dendroctonus monticolae* Hopkins, in the east Kootenay region of British Columbia. Part II: Behaviour in the host, fecundity and internal changes in the female. pp. 605-613.

competencia que en los otros dos niveles de luz. Se propone que la rápida selección del hospedante y la elevada utilización del hábitat por el grabador del pino, en la mayor sombra, es una de las estrategias que el género *Ips* tiene para evadir la mortalidad de la progenie por cerambícidos como lo sugieren Flamm et al. (1989)<sup>20</sup>. En contraste, la escasa utilización del hábitat por el grabador del pino en trozos de iluminación intermedia y alta probablemente impidió la separación temporal y espacial de *Monochamus* sp.

## CONCLUSIONES

- Este estudio demuestra que a mayor densidad del piso superior, medido como intensidad de luz, los adultos atacantes de *I. pini* tendieron a llegar en mayor número hacia trozos de pino ponderosa dispersados dentro del sitio aclarado.
- Después de una penetración exitosa, el abatimiento del contenido de humedad del floema, ocasionó una reducción en la producción de progenie, mientras que una elevada humedad, redujo también la progenie al promover la competencia interespecífica.
- Se requieren estudios para determinar si la condición del trozo o factores climáticos son los responsables de la baja agregación en sitios mas aclarados, aunque es claro que una mayor protección de los trozos, por acumulación de desperdicios, puede favorecer a la progenie, ya que en última instancia, la condición del trozo determina la capacidad de producción de progenie.
- De la conclusión número tres se puede especular que prácticas de manejo de desperdicio que incluyen el apilado de brazuelo pueden incluso favorecer la explosión poblacional de insectos del género *Ips*.

<sup>20</sup> Flamm, R. O.; R. N. Coulson; P. Beckley; P. E. Pulley y T. L. Wagner. 1989. Maintenance of a phloem-inhabiting guild. pp. 381-387.

## BIBLIOGRAFÍA

- Amman, G. D.; M. D. McGregor; R. F. Schmitz y R. D. Oakes. 1988. Susceptibility of lodgepole pine to infestation by mountain pine beetles following partial cutting of stands. *Can. J. For. Res.* 18: 688-695.
- Atkins, M. D. 1966. Behavioral variation among scolytids in relation to their habitat. *Can. Ent.* 98: 285-288.
- Bartos, D. L. y G. D. Amman. 1989. Microclimate: An alternative to tree vigor as a basis for mountain pine beetle resistance. USDA For. Serv. Res Paper INT-400.
- Chapman, J. A. y J. M. Kinghorn. 1958. Studies on flight and attack activity of the ambrosia beetle *Trypodendron lineatum* and other scolytids. *Can. Ent.* 90: 362-372.
- Flamm, R.O.; R. N. Coulson; P. Beckley; P.E. Pulley y T. L. Wagner. 1989. Maintenance of a phloem-inhabiting guild. *Environ.Entomol.* 18(3): 381-387.
- Fowler, W. B.; J.D. Helvey y E. N. Felix. 1987. Hydrologic and climatic changes in three small watersheds after timber harvest. USDA, For. Serv. Res. paper PNW-379.
- Graham, S. A. 1924. Temperature as limiting factor in the life of subcortical insects. *J. Econ. Entomol.* 17: 337-383.
- Haack, R. A.; R. C. Wilkinson; J. L. Foltz y J. A. Cornell. 1987. Spatial attack pattern, reproduction, and brood development of *Ips calligraphus* (Coleoptera: Scolytidae) in relation to slash pine phloem thickness: A field study. *Environ. Entomol.* 16:428-436.
- Larsson, S.; R. Oren; R.H. Waring y J. W. Barret. 1983. Attack of mountain pine beetle as related to tree vigor of ponderosa pine. *For. Sci.* 38: 199-202.
- Linsley, E. G. 1959. Ecology of Cerambycidae. *Ann. Rev. Entomol* 4:99-138.



- Oliver, W. W. 1979. Growth and mortality of thinned knobcone x monterey pine saplings affected by engraver beetles and a hard freeze. USDA, For. Serv. Res. Paper PSW-139.
- Reid, R. W. 1957. The bark beetle complex associated with lodgepole pine slash in Alberta. Part IV: distribution, population densities and effects of several environmental factors. *Can. Ent.* 89: 437-447.
- Reid, R. W. 1962. Biology of the mountain pine beetle *Dendroctonus monticolae* Hopkins, in the east Kootenay region of British Columbia. Part II: Behaviour in the host, fecundity and internal changes in the female. *Can. Ent.* 94: 605-613.
- Sánchez G., M. T. 1994. Sistema de calificación de riesgo para *Dendroctonus mexicanus* Hopk. (Coleoptera: Scolytidae) en la Unidad de Conservación y Desarrollo Forestal Morelia-Charo. Tesis profesional UMSNH. Morelia, Mich. 80 p.
- Sartwell, C. y R. E. Stevens. 1975. Mountain pine beetles in ponderosa pine, prospects for silvicultural control in second growth stands. *J. For.* 73: 136-140.
- Schenk, J. A. y D. M Benjamin. 1969. Notes on the biology of *Ips pini* in Central Wisconsin jack pine forests. *Ann. Ent. Soc. Am.* 62: 480-485.
- Smith, W. K.; A. K. Knapp y W. A. Reiners. 1989. Penumbral effects on sunlight penetration in plant communities. *Ecology.* 70: 1603-1609.
- STSC. 1991. Statgraphics user's manual, version 5.2. Statgraphics ed. Rockville, Maryland.
- Vezina, P. E. y G. Pech. 1964. Solar radiation beneath conifer canopies in relation to crown closure. *For. Sci.* 10 (4): 443-450.
- Villa C., J. y J. Villa C. 1994. Modelo para la identificación de rodales susceptibles al ataque de descortezadores en el sur de Jalisco. Folleto Técnico No. 1 CIPAC-CEFAP Clavellinas. 16 p.
- Vité J., P. A Bakke y J. A. A. Renwick. 1972. Pheromones in *Ips* (Coleoptera: Scolytidae) occurrence and production. *Can. Ent.* 104: 1967-1975.

Wagner, T. L.; R. M. Feldman; J. A. Gagne; J. D. Cover; R. N. Coulson y R. M. Schoolfield. 1981. Factors affecting gallery construction, oviposition, and reemergence of *Dendroctonus frontalis* in the laboratory. Ann. Ent. Soc. Am. 74: 255-273.