

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**  
**Departamento de Ambiente y Desarrollo**  
**Ingeniería en Ambiente y Desarrollo**



Proyecto Especial de Graduación  
**Evaluación de la dinámica de regeneración natural de las especies**  
***Pinus maximinoi* y Liquidámbar *styraciflua* en bosques mixtos de la**  
**microcuenca Santa Inés, Honduras**

Estudiante

Auri Ariadne Arana Della Sera

Asesores

Juan Carlos Flores, Ph.D.

Juan Ramon Licon, Mtr.

Bernardo Trejos, Ph.D.

Honduras, agosto 2022

**Autoridades**

**TANYA MÜLLER GARCÍA**

Rectora

**ANA MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**ERIKA TENORIO MONCADA**

Directora de Ingeniería en Ambiente y Desarrollo

**HUGO ZAVALA MEMBREÑO**

Secretario General

## Índice de Contenido

Índice de Cuadros .....	4
Índice de Figuras .....	5
Resumen .....	6
Abstract .....	7
Introducción.....	8
Metodología .....	12
Ubicación del Sitio de Estudio.....	12
Fase de Campo.....	12
Medición en Campo .....	14
Análisis de Datos.....	15
Resultados y Discusión.....	16
Resultados de Fustales.....	16
Resultados para Latizales.....	18
Resultados para Brinzales .....	19
Conclusiones.....	25
Recomendaciones.....	26
Referencias .....	27

**Índice de Cuadros**

Cuadro 1 Definición de estratos en el bosque Raspa Raspa para la definición de parcelas. ....	14
Cuadro 2 Rumbos para la distribución de parcelas en el bosque Raspa Raspa. ....	14

## Índice de Figuras

Figura 1 Ubicación geográfica de las áreas de estudio en el bosque Raspa Raspa, dentro de la propiedad de la EAP ubicada en la microcuenca Santa Inés, Honduras, 2022 .....	12
Figura 2 Definición de estratos en el bosque Raspa Raspa para la definición de parcelas.....	13
Figura 3 Variables recolectadas en campo.....	15
Figura 4 Población de pino/ha en el total de los estratos .....	17
Figura 5 Número de individuos de liquidámbar/ha para todos los estratos. ....	18
Figura 6 Árboles/ha de latizales de pino y liquidámbar para el total de estratos. ....	19
Figura 7 Árboles/ha de brinzales de pino y liquidámbar en el total de estratos. ....	20
Figura 8 Testigo de la dinámica de regeneración del liquidámbar en estratos no afectados por el brote del gorgojo descortezador. ....	21
Figura 9 Dinámica de regeneración del liquidámbar en los sitios afectados por el gorgojo descortezador. ....	22
Figura 10 Testigo de la dinámica de regeneración del pino en estratos no afectados por el brote de <i>Dendroctonus frontalis</i> . ....	23
Figura 11 Dinámica de regeneración del pino en los sitios afectados por el gorgojo descortezador..	24

## Resumen

La regeneración natural de diversas especies forestales es la respuesta a una serie de procesos y eventos ecológicos cíclicos. Su éxito o inhibición depende de factores bióticos y abióticos específicos, así como de las intervenciones humanas emprendidas, que median en la permanencia futura de las especies. En este estudio, se evaluó la dinámica de regeneración natural de las especies *Liquidámbar styraciflua* y *Pinus maximinoi* en el bosque mixto Raspa Raspa, ubicado en la aldea del Guayabo de la Microcuenca Santa Inés. Para esto, se realizó un muestreo sistemático estratificado, empleando unidades de muestreo anidadas de 25 x 20 m (parcela principal) en cuatro diferentes estratos identificados. Como variables analizadas estuvieron el DAP y la cantidad de individuos. Se evaluó la abundancia de las dos especies y su dinámica de regeneración en los sitios afectados y no afectados del bosque. Se encontró que existe una notoria regeneración natural de liquidámbar en los estratos afectados por el gorgojo descortezador y una disminución de individuos de pino joven y adulto en los estratos atacados. El total de árboles por hectárea fue de menos de 300 individuos en el estrato afectado, donde predomina esta misma especie (APP) y un valor menor a 200 individuos por hectárea en sitios afectados donde predomina el liquidámbar, Para latizales, se observó que no existen individuos y para fustales existe una abundancia menor de individuos.

*Palabras clave:* abundancia, disminución de individuos, fustales, liquidámbar, pino,

### Abstract

The natural regeneration of various forest species is the answer to a series of cyclical ecological processes. Its success or inhibition depends on specific biotic and abiotic factors, as well as on the human interventions undertaken, which mediate the future permanence of the species. In this study, the natural regeneration dynamics of the species *Liquidambar styraciflua* and *Pinus maximinoi* were evaluated in the Raspa Raspa mixed forest, located in the Guayabo of Microcuenca Santa Inés. To do this, stratified systematic sampling was carried out, performing nested sampling units of 25 x 20 m (main plot) in four different identified strata, and considering variables such as DAP and the number of individuals. The abundance of the two species in the affected and unaffected sites of the forest was evaluated, as well as the dynamics of regeneration between the sites that were affected and those that were not. It was found that there is a notorious regeneration of liquidambar blades in strata affected by the debarking weevil and the decrease of pine (ruce) individuals in the attacked strata. The total number of trees per hectare is less than 300 individuals in the affected stratum, where this same species predominates and a value of less than 200 individuals per hectare in affected sites where liquid amber predominates; for poles, it was observed that there are no individuals and for there is a lower abundance of individuals. The individuals of stems are individuals that were left standing after the passage of the bark beetle.

Key words: abundance, abundance, pine, liquid amber, decrease of individuals

## Introducción

Honduras es el segundo país más grande de la región centroamericana. Cuenta con una extensión de 112.492 kilómetros cuadrados y una población de 8,7 millones de habitantes (BID, 2019). Es el país más montañoso de Centroamérica, ya que dos terceras partes pueden catalogarse como montañoso. El área boscosa de Honduras representa el 48% de su extensión territorial, incluyendo bosques latifoliados, coníferas, manglares y bosques mixtos, predominando los latifoliados (INE, 2017). Según el Instituto de Conservación Forestal, en los últimos 50 años la deforestación ha afectado el 18% del territorio (2,063,980 ha). En Honduras, la mayor afectación a los bosques debida a plagas y enfermedades forestales se ha producido en el ecosistema de pino, causada por el gorgojo descortezador del pino *Dendroctonus frontalis* (ICF, 2021). Diversos estudios mencionan que los brotes de insectos como el gorgojo descortezador de pino han venido en ascenso por los resultados de actividades antropogénicas, tales como incendios forestales y tala del bosque. Los efectos del cambio climático, asociados a fenómenos como El Niño y La Niña, también han contribuido a esta plaga (López, 2015).

El *Dendroctonus frontalis*, es un insecto de tamaño pequeño (2.2 a 3.2 mm) perteneciente al orden Coleóptera y a la familia Scolitydae. Estos insectos concentran su ataque en el tronco de los árboles, entre el floema y xilema donde se encuentra el *cambium*. Este es el encargado del fluido y distribución de líquidos y nutrientes por toda la planta. Con la construcción de cámaras y galerías en esta zona, se destruye el cambium y se obstruye el fluido de alimentos y agua, lo cual es vital para el árbol y este muere (Zelaya, 2022). Después de que un número de gorgojos se estableció exitosamente el árbol se torna amarillo y muere en una o dos semanas (Karl Thunes et al., 2005). De acuerdo con Sediles y Álvarez (2001), las afecciones que causa este insecto pueden llegar a ser severas. También resaltan que, en 1964 Honduras fue afectada por el brote de este insecto y más de 2 millones de hectáreas resultaron perjudicadas. A lo largo de la historia, las áreas afectadas por el gorgojo han sido registradas como cíclicas, ya que los

primeros eventos datan de los años 1962-65, 1980-85, 1998-2003 y 2013-2016 (Carías Arias et al., 2018).

La regeneración natural de diversas especies forestales es la respuesta a una serie de procesos y eventos ecológicos cíclicos, cuyo éxito o inhibición depende de factores bióticos y abióticos específicos. A pesar de la importancia en la composición de los bosques en el futuro, los estudios existentes sobre los aspectos de la ecología del desarrollo de la regeneración natural son limitados y las lagunas de información son innegables (Muñoz, 2018). La regeneración natural del bosque es el proceso más eficiente cuando el uso de la tierra en el pasado no ha sido severo y cuando hay un suministro variado y constante de semillas cerca para que puedan ser dispersadas por los animales y/o el viento. Los bosques regenerados naturalmente son suficientes para reducir la erosión y mejorar la calidad del agua (Gutierrez, 2021).

Los bosques brindan una gran variedad de servicios ecosistémicos. Entre estos servicios se tiene la protección del suelo contra la erosión, la regulación hidrológica, el suministro de agua dulce, la captura y el almacenamiento de carbono, la producción de oxígeno y el mantenimiento del hábitat para proteger la biodiversidad. Además de estos servicios, los bosques nos proveen de varios servicios como los productos maderables, fibras y otros productos no maderables es crucial para poder satisfacer las necesidades de la población mundial con respecto a la provisión de estructuras residenciales, información y servicios, comunicaciones, embalaje, alimentos y muchos otros usos (Thompson, 2011).

En la investigación realizada, se trabajó en bosques mixtos, que son tipos de bosque donde predominan los árboles gimnospermas y angiospermas. Es decir, que se combinan árboles de hoja ancha, tupida y caduca con coníferas de hoja perenne. Específicamente, el bosque se puede identificar como bosque mixto de transición con pinos centroamericanos. Este tipo de bosque se ubica en Centroamérica y México, donde las coníferas centroamericanas se encuentran con el bosque de hoja ancha (Bosques latifoliados) (Ecología Verde, 2020). Los bosques mixtos en Honduras tienen una

cobertura de 5.3% (285,469 ha). En estos bosques, predominan especies coníferas o de hoja ancha, dependiendo de factores edáficos, clima, exposición al sol, etc. (INE, 2017).

El estudio se centra en los bosques mixtos de liquidámbar y pino. *Liquidámbar styraciflua* es un árbol caducifolio perteneciente a la familia Altingiaceae. Es un árbol de rápido crecimiento, corteza estriada y copa piramidal que alcanza los 35 metros de altura. Consta con un sistema radicular pivotante, profundo y extendido. Presenta raíces rastreras, extensas, leñosas y duras. Crece sobre suelos franco-arcillosos, húmedos, compactos y ligeramente ácidos. Esta especie puede tolerar los suelos pesados y mal drenados, pero es poco tolerante a los suelos salinos (Vázquez, 2019). El género *Pinus* comprende un conjunto de plantas vasculares, catalogadas como coníferas. Pertenecen a la familia Pinaceae de las Gimnospermas. Son árboles perennes o siempre verdes y su principal característica es que son de dimensiones grandes. Las hojas de estos tienen forma de agujas, en su mayoría son punzantes y se conocen como acículas (Polanco, 2017).

Esta investigación analizó la dinámica de regeneración natural en los bosques mixtos de liquidámbar y pino que han sido afectados por el gorgojo descortezados de pino (*Dendroctonus frontalis*), brote que azotó fuertemente el suelo hondureño entre los años 2015-2017. Con el estudio, se contribuye a la comprensión de la dinámica de la regeneración de los bosques mixtos, permitiendo anticipar la potencial estructura de los bosques mixtos después del proceso de regeneración natural. En los últimos 50 años, en algunas zonas del país, el brote del “gorgojo del pino” ha incrementado su presencia en los bosques del suelo hondureños, causando daños que han generado enormes pérdidas económicas y ambientales (Sunderland, 2012).

En Honduras, el bosque de coníferas ha sido degradado y ha tenido un decrecimiento en densidad, ocasionando un máximo número de bosques ralos. Esta degradación se debe a explotaciones no sustentables, incendios que se producen cada vez con mayor frecuencia, técnicas inadecuadas de extracción de leña y por el brote del *Dendroctonus frontalis* (Flores y Mairena (2005).

Es importante conocer la taxonomía y la manera en la que se regeneran los ecosistemas, para poder entender la biodiversidad existente y por consiguiente su conservación. Este estudio puede ser

fuentes de información para diferentes gobiernos regionales, municipales y nacionales, así como para investigadores, a comunidades, universidades e instituciones estatales para generar futuras investigaciones sobre la regeneración de los bosques y su debida conservación y manejo.

El objetivo general de este estudio fue definir la dinámica de regeneración de las especies *Pinus maximinoi* y *Liquidámbar styraciflua* en bosques mixtos después del ataque del gorgojo descortezador. Para alcanzar el objetivo general, se definieron los objetivos específicos a continuación, determinar la abundancia de las especies en los sitios intervenidos por el gorgojo descortezador. Y como segundo objetivo específico, comparar la dinámica de regeneración natural entre el sitio afectado y el sitio no afectado.

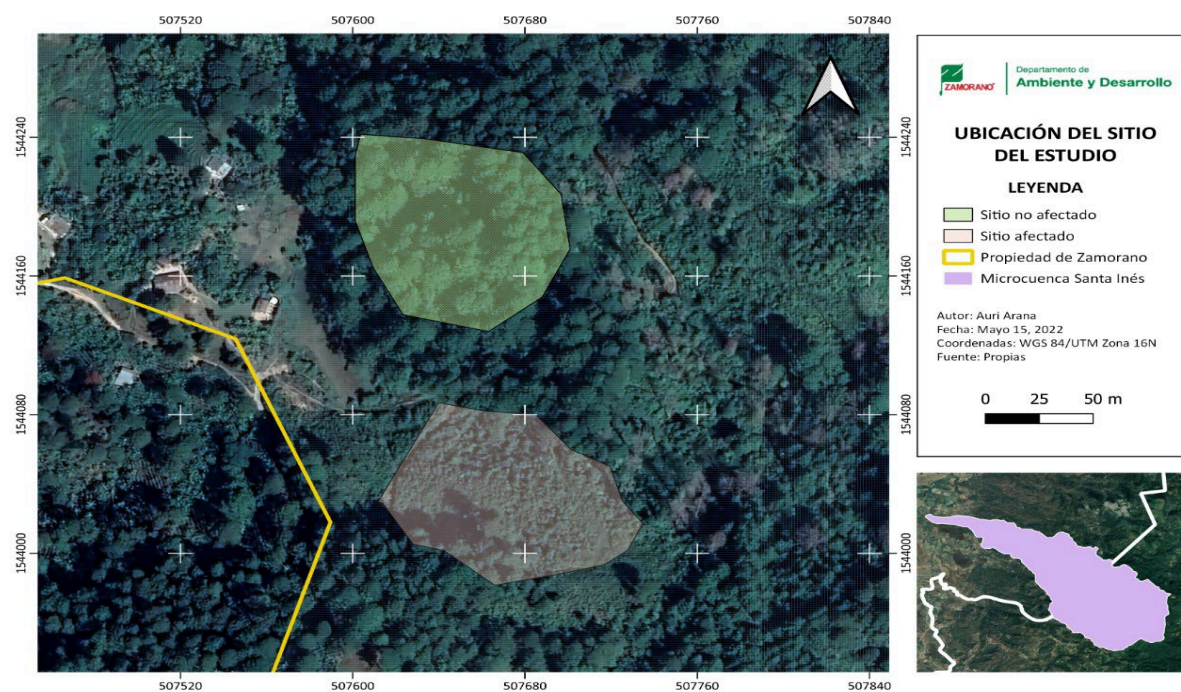
## Metodología

### Ubicación del Sitio de Estudio

El estudio se realizó durante los meses de febrero y marzo del año 2022 en el bosque de Raspa Raspa, en la microcuenca Santa Inés, la cual está ubicada en los municipios de San Antonio de Oriente, Yuscarán y Güinope, Honduras. Comprende una extensión territorial de 19.10 km<sup>2</sup> y una altitud de 755 a 1,765 msnm. La microcuenca cuenta con una precipitación promedio anual de 1,000 mm en las partes bajas. (Huezo, 2011). Este bosque se encuentra aproximadamente a una hora de las instalaciones centrales de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, en la comunidad del Guayabo. Tiene una altura aproximada de 1,400 msnm y es considerado un bosque mixto o de transición.

### Figura 1

Ubicación geográfica de las áreas de estudio en el bosque Raspa Raspa, dentro de la propiedad de la EAP ubicada en la microcuenca Santa Inés, Honduras, 2022



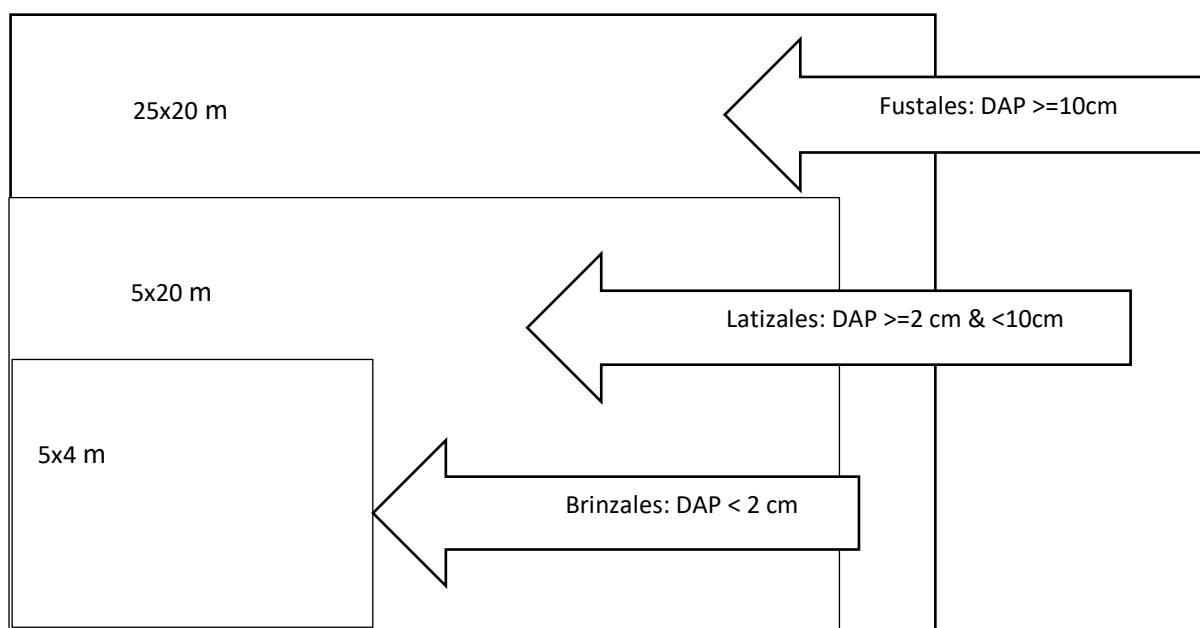
### Fase de Campo

Para determinar la dinámica de regeneración de los bosques mixtos de liquidámbar y pino que fueron atacados por el gorgojo descortezador, se recogieron y analizaron datos cuantitativos

sobre DAP (diámetro a la altura del pecho) y cantidad de individuos por parcela en los bosques de liquidámbar. La metodología para la toma de datos implementada fue un muestreo sistemático estratificado, para así aumentar la precisión, exactitud y eficacia de los resultados. Se muestreó un total de 12 parcelas anidadas, la principal de 25 x 20 m, para fustales con un DAP mayor a los 10 cm; 5 x 20 m para latizales con un DAP mayor o igual a 2 cm y menor a 10 cm; y 5 x 4 m para brinzales con un DAP menor a los 2 cm (Figura 2).

## Figura 2

*Definición de estratos en el bosque Raspa Raspa para la definición de parcelas.*



Para la estratificación, se recorrió el área del bosque de Raspa Raspa, que está dentro de los límites de la propiedad de Zamorano. Este bosque es considerado un bosque mixto, donde visualmente y en base a la propuesta de estratos de poblaciones en el bosque natural mixto de liquidámbar y coníferas para su uso en la norma técnica para la elaboración de planes de manejo en bosque de liquidámbar se pudieron identificar los diferentes estratos donde se puede observar la presencia del pino y del liquidámbar no afectado (Ormeño, 2017). El sitio afectado por el brote del

*Dendroctonus frontalis* se identificó a través del mapa realizado sobre el sitio. Los estratos identificados son los descritos en el (Cuadro 1).

### Cuadro 1

*Definición de estratos en el bosque Raspa Raspa para la definición de parcelas.*

Estrato	Definición
APL	Sitio afectado donde predomina liquidámbar.
APP	Sitio afectado donde predomina pino.
PP	Sitio no afectado donde predomina pino.
PL	Sitio no afectado donde predomina liquidámbar.

*Nota:* Los estratos son la nomenclatura asignada a cada sitio la definición indica si es un sitio afectado o no afectado, donde podría predominar liquidámbar o pino.

Posterior a la identificación de los estratos para la definición de parcelas, se trazaron los rumbos mostrados en el Cuadro 2 para cada parcela en los diferentes estratos. Los rumbos trazados se tomaron empleando una brújula magnética, los cuales funcionaron como línea madre para la creación de cada una de las parcelas.

### Cuadro 2

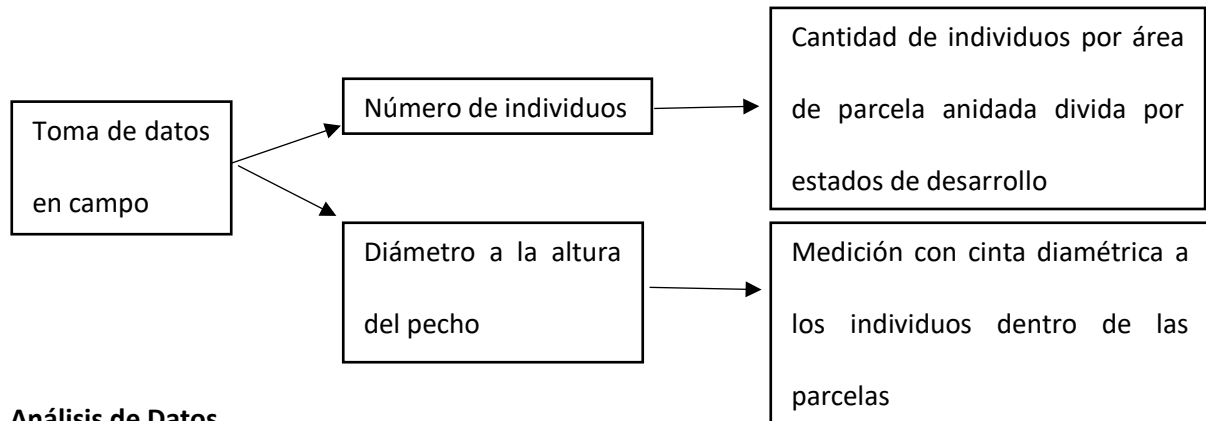
*Rumbos para la distribución de parcelas en el bosque Raspa Raspa.*

Parcela	Estrato APL	Estrato APP	Estrato PP	Estrato PL
1	180° sur	150° sureste	250° suroeste	30° norte
2	180° sur	150° sureste	250° suroeste	30° norte
3	90° este	150° sureste	340° noroeste	320° noroeste

### Medición en Campo

Las variables medidas en campo fueron el DAP y la cantidad de árboles por área. El diámetro a la altura del pecho se tomó en los tres estados de madurez de los individuos, pero solo se documentó para los fustales. Estas variables fueron aplicadas en pino y liquidámbar únicamente.

La toma de datos se realizó como se detalla en la Figura 3.

**Figura 3***VARIABLES RECOLECTADAS EN CAMPO***Análisis de Datos**

El análisis estadístico fue realizado mediante la extensión XRealstatistics en Microsoft Excel versión 206 Build 16.0.15330.20260. A todos los datos de campo se les aplicó una prueba de normalidad Shapiro-Wilk, para determinar si los datos provienen de una distribución normal (Jimenes 2006). Para el análisis de datos paramétricos, se realizó un Análisis de Varianza (ANDEVA) de un factor, empleando un nivel de significancia de  $P \leq 0.05$ . Para definir las diferencias entre los estratos, se realizó la prueba de contraste entre estratos. Para estudiar la dinámica de regeneración del bosque mixto Raspa Raspa, se tomaron en cuenta los 4 estratos. Los sitios donde no hubo brote (PP Y PL) del gorgojo fueron tomados como testigos de una regeneración normal de las especies pino y liquidámbar. En los casos que no fue posible hacer pruebas estadísticas, se empleó estadística descriptiva (porcentajes) mediante gráfico.

## Resultados y Discusión

Bosque mixto de transición con pinos centroamericanos: se localizan en Centroamérica y México, donde el bosque perenne de hoja ancha se encuentra con las coníferas centroamericanas. En los cuatro estratos identificados previamente se pudieron analizar los tres estados de desarrollo y la abundancia de las especies *Pinus maximinoi* y *Liquidámbur styraciflua* con un error de muestreo del 26% y una confiabilidad de 95%. Estos fueron separados por estadio de desarrollo para el debido análisis de estos y se encontró lo descrito a continuación.

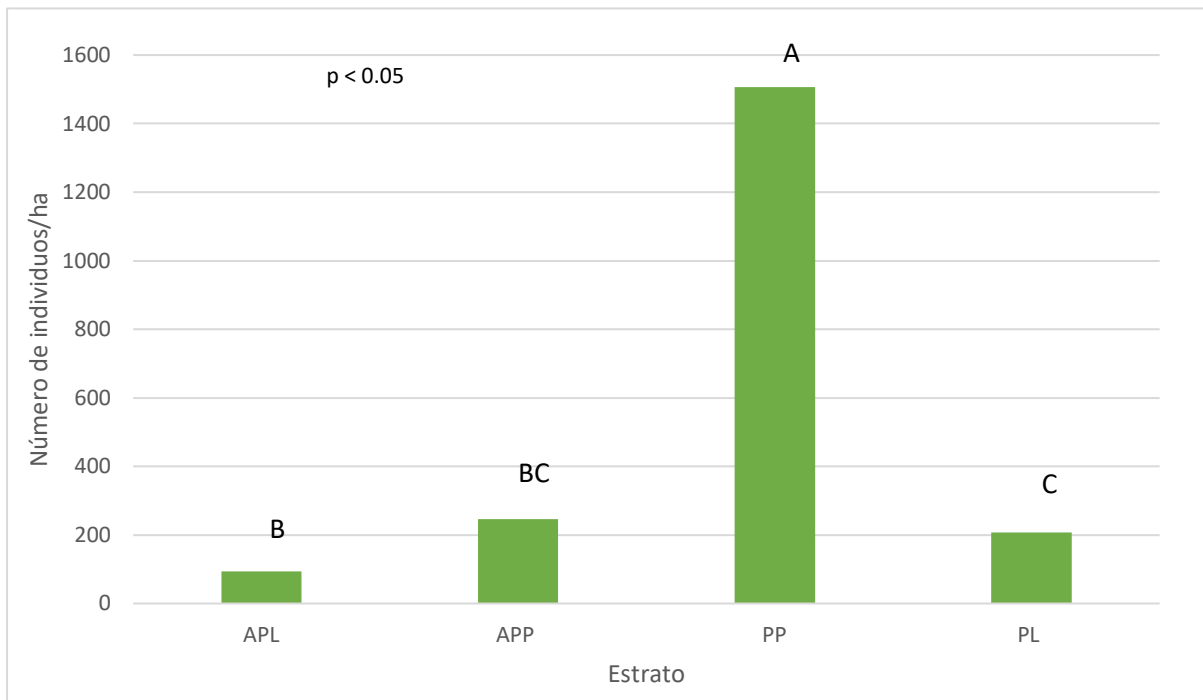
### Resultados de Fustales

Mediante un ANDEVA, se encontró que existe una diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) en el número de árboles por hectárea entre estratos para fustales de pino. Se determinó que existe diferencia entre el estrato APL (área afectada donde predomina liquidámbur) y el PP (área no afectada donde predomina pino) (Figura 4). También, se precisó que, entre el sitio afectado donde predomina pino y el sitio no afectado donde predomina pino, existe diferencia significativa ( $p < 0.05$ ). De igual forma, existe diferencia entre el sitio no afectado donde predomina pino y el sitio no afectado donde predomina liquidámbur.

No se encontró diferencia significativa entre los estratos afectados por el gorgojo ( $p > 0.05$ ). Esto se puede explicar por la reducción de los árboles de pino debido al ataque del gorgojo. En la Figura 4, se observó que el número de individuos en el estrato donde predomina pino que no fue afectado por el ataque del gorgojo descortezador es superior al resto de los estratos. Se encontraron más de 1,400 individuos por hectárea en este estrato. Los estratos APL, APP y PL no tienen diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) de individuos entre sí.

**Figura 4**

*Población de pino/ha en el total de los estratos*



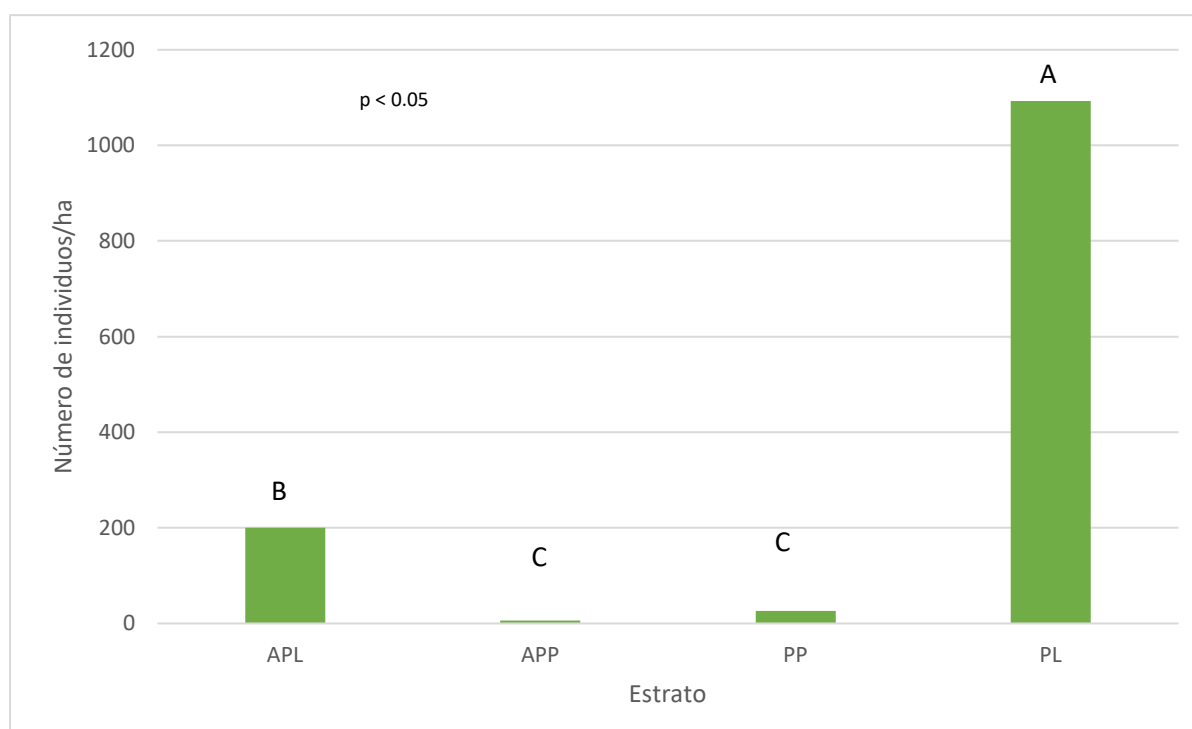
*Nota:* Letras igual significan que no hay diferencias entre ellas, letras distintas hay diferencia ( $p > 0.05$ ) entre sí. Donde APL: es el área afectada donde predomina liquidámbar. APP: área afectada donde predomina pino. PP: área no afectada donde predomina pino. PL: área no afectada donde predomina liquidámbar.

Para fustales de liquidámbar, se determinó que existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en el número de individuos entre los estratos. Se encontró que el estrato no afectado donde domina el liquidambar es el que tiene mayor presencia de árboles ( $p < 0.05$ ), seguido del area afectada donde domina liquidámbar. No se encontró diferencia ( $p > 0.05$ ) en la cantidad de árboles de liquidambar en los sitios afectados por el gorgojo (APP y APL). Esto indica que, en el estrato APL, la población de individuos de liquidámbar disminuyó después del ataque del gorgojo. Se esperaría que no existiera diferencia entre la cantidad de fustales de liquidámbar entre los estratos APL Y PL. Esta diferencia se podría atribuir al control de las áreas afectadas en el bosque mixto. Sin embargo, no es posible concluir sobre la necesidad del control realizado.

En la Figura 5, se observa que la abundancia de los individuos maduros de liquidámbar (fustales), en el sitio donde predomina liquidámbar que no ha sido afectado por el paso del gorgojo (PL) es alta. En el estrato APP, donde existe abundancia de pino y hubo brote de gorgojo, existe una cantidad mínima de individuos. Esto se debe a que en este estrato no predomina el liquidámbar, sumándole a que algunos árboles de esta especie pudieron tener afecciones debido al manejo del bosque. Entre los sitios no afectados (PL Y PP), existe diferencia debido a su naturaleza, ya que son estratos donde predomina una especie sobre otra (Liquidámbar sobre Pino).

### Figura 5

*Número de individuos de liquidámbar/ha para todos los estratos.*



*Nota:* Letras igual significan que no hay diferencias entre ellas, letras distintas hay diferencia ( $p < 0.05$ ) entre sí. Donde APL: es el área afectada donde predomina liquidámbar. APP: área afectada donde predomina pino. PP: área no afectada donde predomina pino. PL: área no afectada donde predomina liquidámbar.

### Resultados para Latizales

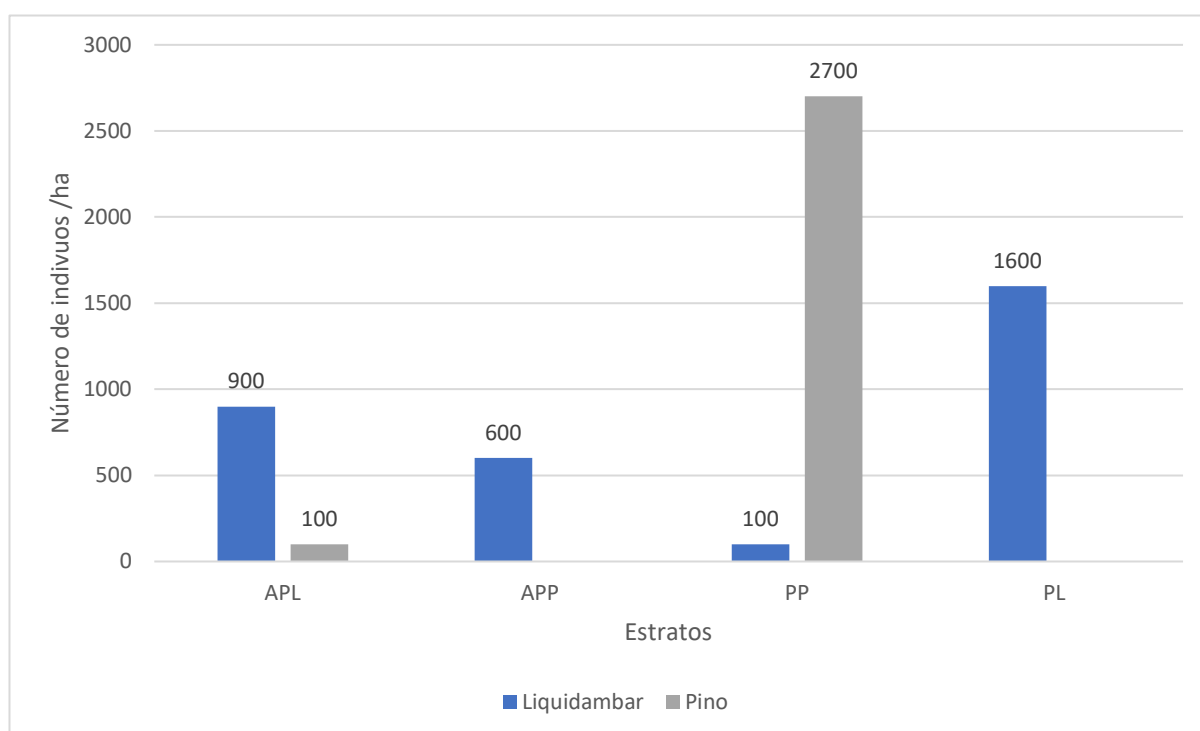
Se determinó que, en los sitios afectados donde predomina el pino y donde predomina el liquidámbar, hay mayor presencia de individuos juveniles (latizales) de liquidámbar (Figura 6). Esto quiere decir que la población de liquidámbar en el área afectada ha venido en crecimiento después

del brote del gorgojo descortezador y la del pino pudo haber disminuido. De acuerdo con Ormeño (2017), el liquidámbar tiene crecimiento diferente de otras especies, debido a las características fenotípicas del liquidámbar.

En las áreas no afectadas donde predomina pino y donde predomina liquidámbar (PP Y PL), los individuos juveniles de cada especie predominan en sus estratos. Es decir que, en el área no afectada donde predomina el pino la regeneración es mayormente de pino y en el área no afectada donde predomina liquidámbar, seguirá la regeneración de esta especie.

### Figura 6

*Arboles/ha de latizales de pino y liquidámbar para el total de estratos.*



*Nota.* APL: área afectada donde predomina liquidámbar. APP: área afectada donde predomina pino. PP: área no afectada donde predomina pino. PL: área no afectada donde predomina liquidámbar.

### Resultados para Brinzales

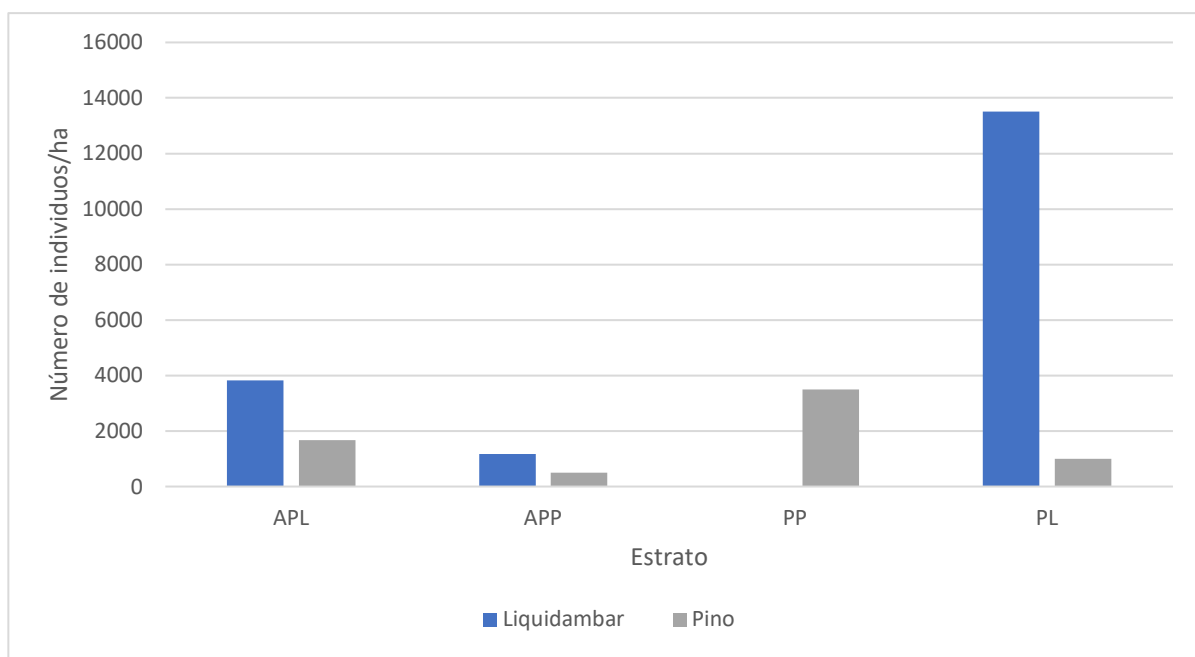
Para los brinzales de liquidámbar, se encontró evidencia de regeneración y abundancia de este estado de desarrollo en los diferentes estratos identificados. Como se muestra en la Figura 7, en el estrato APL (área afectada donde predomina el liquidámbar) se encuentra un poco más del doble de individuos de regeneración de liquidámbar con respecto al pino. En el estrato afectado donde

predomina pino (APP), se puede observar que hay el doble de individuos de liquidámbar con respecto al pino. Esto indica una tendencia de que, en los dos estratos mencionados anteriormente, la regeneración del liquidámbar es más notoria que la del pino. En el estrato PP (sitio que no fue afectado donde predomina el pino), se observa que hay indicios de regeneración de esta especie. Sin embargo, no se encontró regeneración de liquidámbar en este estrato.

Por último, en el estrato donde predomina liquidámbar que no fue afectado por el gorgojo descortezador, se encontró evidencia de regeneración de ambas especies. Sin embargo, la abundancia de la especie liquidámbar es casi catorce veces mayor que la del pino. Esto indica que la abundancia del liquidámbar es mayor a la del pino en casi todos los estratos, lo que quiere decir que el liquidámbar podría ser la especie que predomine en el bosque Raspa Raspa en el futuro en los sitios que fueron afectados por el brote del gorgojo descortezador. Incluso en los sitios de este bosque mixto en donde predominaba el pino, el liquidámbar predominaría y tendría una mayor abundancia.

### Figura 7

*Arboles/ha de brinzales de pino y liquidámbar en el total de estratos.*

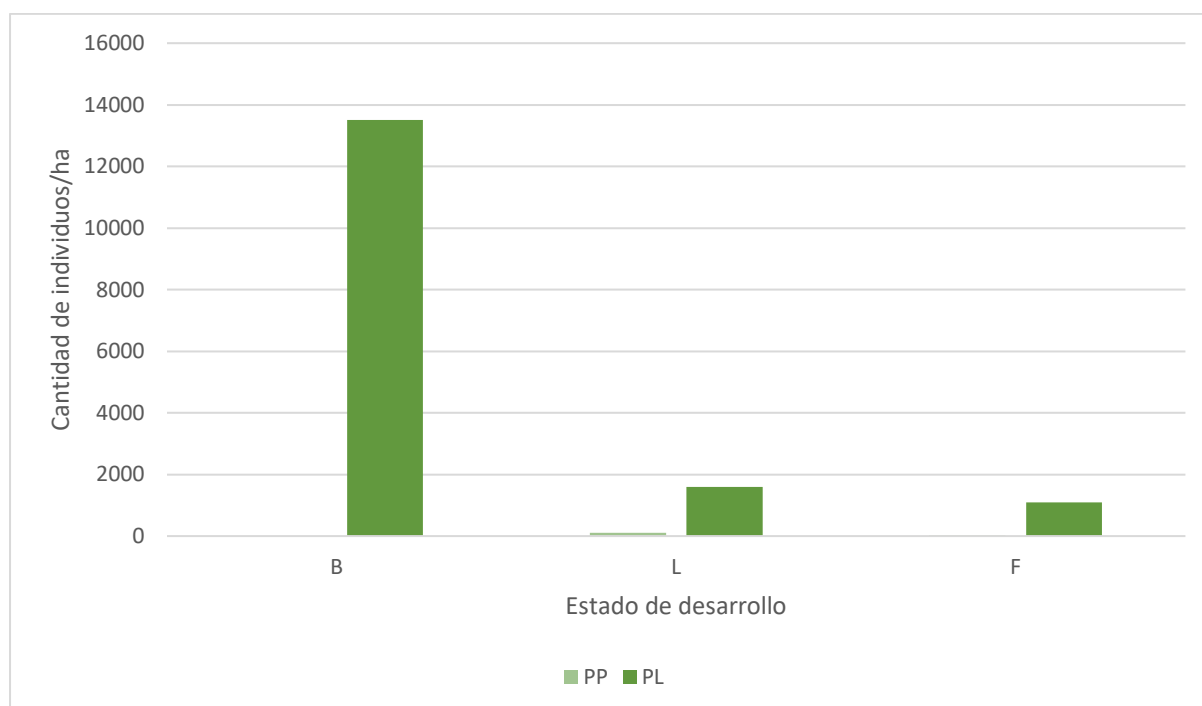


*Nota.* APL: área afectada donde predomina liquidámbar. APP: área afectada donde predomina pino. PP: área no afectada donde predomina pino. PL: área no afectada donde predomina liquidámbar.

Para el área no afectada donde predomina el liquidámbar, se observó que en el estrato donde predomina esta especie tiene un alto número de individuos de brinzales (Figura 8). En su etapa juvenil, donde se encuentran los latizales, estos disminuyen su población. Al observar los fustales, los individuos de la población siguen disminuyendo. Las dinámicas de la población mencionadas podrían indicar que hay una alta regeneración natural. En el estrato donde predomina el pino que no ha sido afectado por el brote del gorgojo, el liquidámbar tuvo ausencia de regeneración. Esta distribución indica que la abundancia del liquidámbar cada vez que pasa de un estado de desarrollo a otro es menor.

### Figura 8

*Testigo de la dinámica de regeneración del liquidámbar en estratos no afectados por el brote del gorgojo descortezador.*



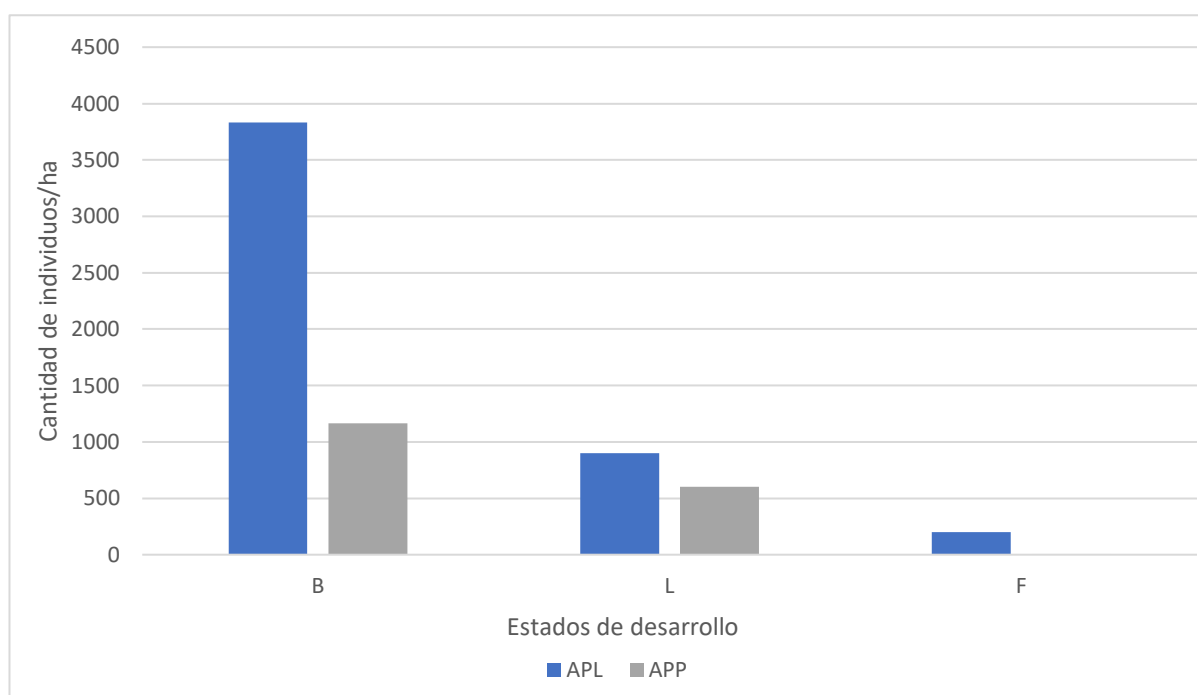
*Nota:* Las letras B, L y F representan los estados de madurez de la especie, donde B es para brinzales, L para latizales y F para fustales. PP: área no afectada donde predomina pino. PL: área no afectada donde predomina liquidámbar.

Al analizar la Figura 9, se puede determinar que existe regeneración de liquidámbar en los estratos donde afectó el brote del gorgojo descortezador. En el estrato APL (sitio afectado donde predomina el liquidámbar), la dinámica de regeneración es que, al llegar a la etapa juvenil (latizales),

la población de esta especie disminuye en comparación con su primer estado de desarrollo (brinzales). Al observar los fustales, se puede observar que hay una menor cantidad de individuos por hectárea en comparación con los dos estados de desarrollo anteriores. Esto indica que los brinzales pasan a ser latizales en menor cantidad y los latizales pasan a ser fustales, teniendo una menor población. En el caso del estrato afectado donde predomina el pino, se puede observar que la dinámica es similar a la del estrato APL. También, esto confirma que el bosque donde predomina pino que fue afectado por el gorgojo podría ser en unos años un bosque donde predomine el liquidámbar, ya que la regeneración de esta especie en el sitio donde predomina pino es alta.

**Figura 9**

*Dinámica de regeneración del liquidámbar en los sitios afectados por el gorgojo descortezador.*



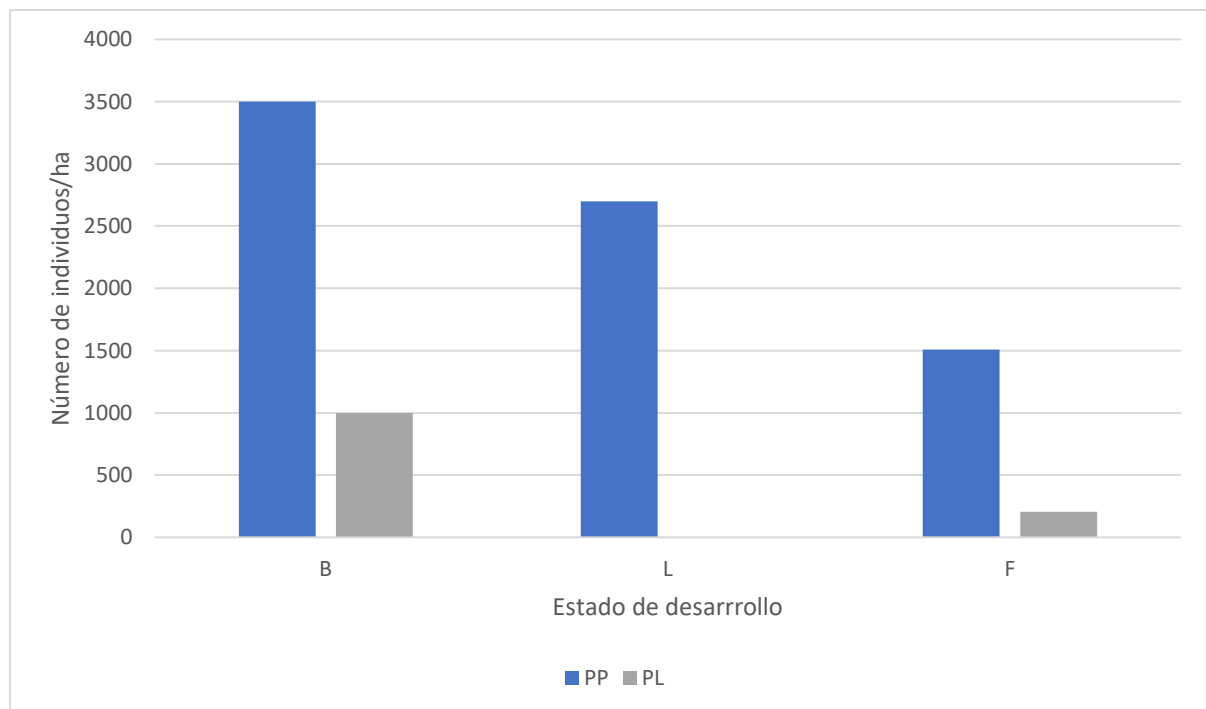
*Nota:* Las letras B, L y F representan los estados de madurez de la especie, donde B es para brinzales, L para latizales y F para fustales. APL: área afectada donde predomina liquidámbar. APP: área afectada donde predomina pino.

En la Figura 10 se presentan los tres estados de desarrollo de la especie pino y los estratos PL y PP que representan los sitios no afectados donde predomina pino (PP) y el sitio no afectado donde predomina liquidámbar (PL). Para el área no afectada donde predomina pino, se puede observar que, en el estrato donde predomina liquidámbar, existe regeneración de pino, pero muy limitada y no existen individuos juveniles. Existen fustales de pino donde predomina el liquidámbar, pero su

abundancia es mínima. Es decir, en este estrato, el pino no representa una competencia para el liquidámbar. Por su parte, para el estrato PP (sitio no afectado donde predomina pino) hay evidencia de que existe una regeneración natural y también una alta población juvenil y una menor cantidad de individuos de fustales/ha. Es decir, que en este estrato hay regeneración, pero es baja.

**Figura 10**

*Testigo de la dinámica de regeneración del pino en estratos no afectados por el brote de *Dendroctonus frontalis*.*



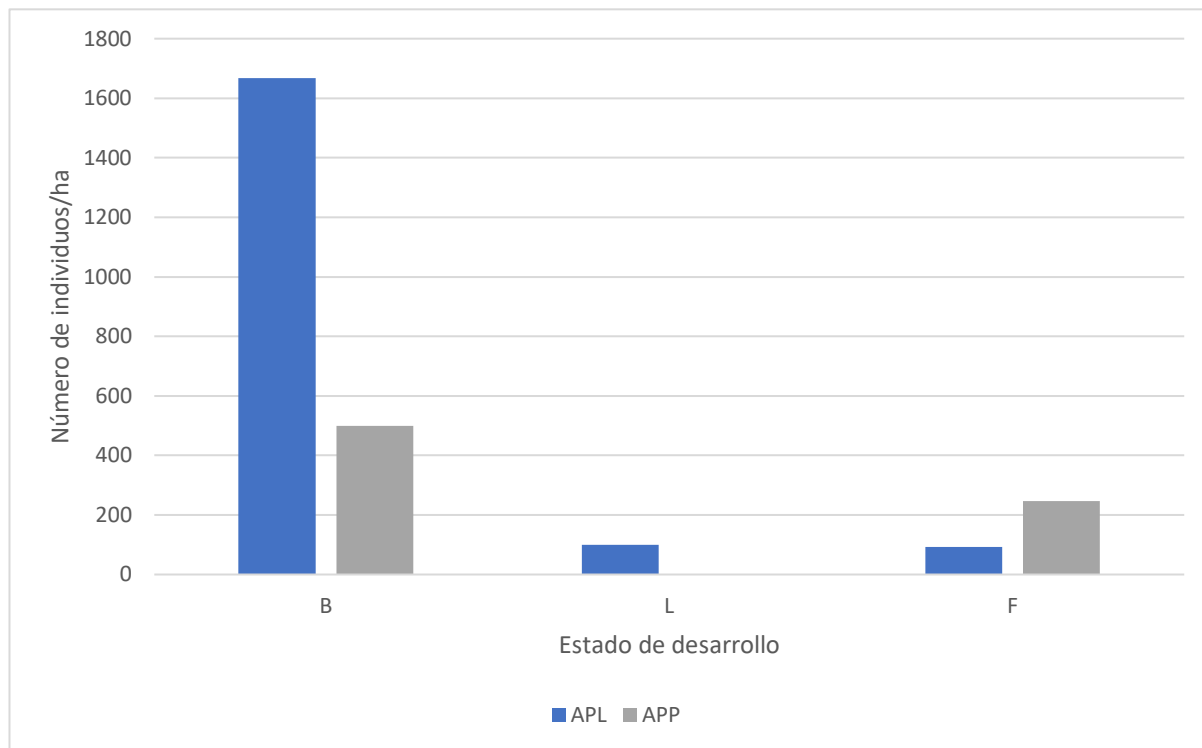
*Nota:* Las letras B, L y F representan los estados de madurez de la especie, donde B es para brinzales, L para latizales y F para fustales. PL: área no afectada donde predomina liquidámbar. PP: área no afectada donde predomina pino.

La regeneración del pino en el estrato afectado por el gorgojo donde predomina esta misma especie es baja. Para latizales, se observó que no existen individuos y para fustales existe una abundancia menor de individuos, a diferencia de brinzales. Cabe resaltar que los individuos de fustales son individuos que quedaron de pie después del paso del gorgojo descortezador y algunos otros que se sumaron a los que ya estaban cuando pasaron de un estado de desarrollo a otro superior. En el caso de la regeneración natural del pino en el estrato donde predomina el liquidámbar, existe una mayor tasa de regeneración. Sin embargo, al cambiar de estado de desarrollo a los latizales, hay una notable disminución en la población y, al llegar a fustales, se ve un número menor al de brinzales,

siendo esto debido a que eran fustales que ya se encontraban en el estrato y no fueron dañados por el paso del gorgojo descortezador (Figura 11).

**Figura 11**

*Dinámica de regeneración del pino en los sitios afectados por el gorgojo descortezador.*



*Nota:* Las letras B, L y F representan los estados de madurez de la especie, donde B es para brinzales, L para latizales y F para fustales. APL: área afectada donde predomina liquidámbar. APP: área afectada donde predomina pino.

### **Conclusiones**

En los tres sitios evaluados se evidencia regeneración de pino luego de un brote de gorgojo descortezador, sin embargo, en el área evaluada de liquidámbar se observó la mayor cantidad de individuos en el estadio de brinzales; más aún que en el sitio de pino no afectados por gorgojo.

La población de fustales de liquidámbar es menor en sitios afectados por gorgojo que en sitios no afectados, Dicha disminución pudo deberse al control que se realizó en el bosque al momento del ataque.

Existe una visible regeneración de liquidámbar, en comparación con la de pino, en los estratos afectados y en el estrato no afectado donde predomina liquidámbar. Es decir que la dinámica regeneración del pino y su abundancia es muy baja en todos los estratos afectados, si se compara con la del liquidámbar.

### **Recomendaciones**

Replicar el estudio en un periodo de 4-6 meses, para determinar el estado de desarrollo de las dos especies estudiadas, pero con parcelas permanentes de desarrollo para disminuir el error del muestreo.

El estudio se debe llevar a cabo en una época diferente del año, para observar si la dinámica de regeneración y la abundancia de liquidámbar y pino podrá ser afectada por factores de clima y especies que compitan por luz y terreno.

Realizar un control del brote en bosque netamente puros, es decir que sea de pino, no se recomienda un control del gorgojo en bosques mixtos de liquidámbar y pino.

Abarcar el área del sotobosque en un próximo estudio, para tener la dinámica de regeneración natural completa del bosque después del ataque del gorgojo descortezador y así proponer estrategias para el manejo del bosque.

## Referencias

- BID. (2019). *Honduras un enfoque territorial para el desarrollo*. [https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Honduras\\_Un\\_enfoque\\_territorial\\_para\\_el\\_desarrollo.pdf](https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Honduras_Un_enfoque_territorial_para_el_desarrollo.pdf)
- Carías Arias, A. B., Antonio Barrios, J., Espino, V. y Oqueli, R. O. (2018). Estrategias de mitigación del ataque del gorgojo descortezador de Pino en Honduras Periodo 2014 - 2016. *Ciencias Espaciales*, 10(1), 198–215. <https://doi.org/10.5377/ce.v10i1.5821>
- Ecología Verde. (2020). *Bosque Mixto: Características, Flora y Fauna*. <https://www.ecologiaverde.com/bosque-mixto-caracteristicas-flora-y-fauna-2581.html>
- Flores, E. y Mairena, R. (2005). *Diagnosticos de la situación forestal en bosques de pino en Honduras*. Rainforest Alliance. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.bionica.info/Biblioteca/Fl%C3%83%C2%B3rez2005PinosHonduras.pdf>
- Gutierrez, Y. (2021). Claves para entender el potencial de la regeneración natural en la restauración de los paisajes forestales. *Center for International Forestry Research*. <https://forestsnews.cifor.org/74318/claves-para-entender-el-potencial-de-la-regeneracion-natural-para-la-restauracion-de-los-paisajes-forestales?fnl=>
- Huezo, L. (2011). *Caracterización hidrológica y balance hídrico de la microcuenca Santa Inés, Honduras* [Tesis de pregrado]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- ICF. (2021). *Plan Nacional de Protección Contra Plagas y Enfermedades Forestales*. Honduras. Insitituto de Conservación Forestal. <https://icf.gob.hn/wp-content/uploads/2021/08/PNPCPEF-2021.pdf>
- INE. (2017). *Cobertura-Forestales*. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ine.gob.hn/publicaciones/Boletines\\_Servicios/2018/Cobertura-Forestales.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ine.gob.hn/publicaciones/Boletines_Servicios/2018/Cobertura-Forestales.pdf)
- Karl Thunes, Fred Midtgaard, Lawrence R. Kirkendall y Vicente Espino. (2005). *Los Gorgojos de Pino de Honduras: Descripciones de Especies, Asociaciones de Hospederos y Métodos de Monitoreo y Control*. NFG. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4661.9281>
- López, E. (2015). *El Gorgojo Descortezador, entre los efectos del cambio climático y la débil gobernanza forestal del Estado de Honduras: Monitoreo del contexto de los recursos naturales y la resistencia comunitaria*. Centro de estudio para la democracia. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://cespad.org.hn/wp-content/uploads/2017/06/Monitoreo-RRNN-oct-1.pdf>
- Muñoz, J. (2018). Regeneración Natural: Una revisión de los aspectos ecológicos en el bosque tropical de montaña del sur del Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 7(2), 326. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/326>
- Ormeño, L. A. (2017). *Propuesta de estratos de poblaciones en el bosque natural mixto de Liquidámbar y coníferas para su uso en la norma técnica para la elaboración de planes de manejo en bosque de Liquidámbar* [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.ine.gob.hn/publicaciones/Boletines\\_Servicios/2018/Cobertura-Forestales.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.ine.gob.hn/publicaciones/Boletines_Servicios/2018/Cobertura-Forestales.pdf)

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6180/3/IAD-2017-027.pdf

- Polanco, Z. (2017). Pinos (pinus): características, reproducción, tipo de hoja y especies: Características generales de los pinos. *Naturaleza Y Ecología*. <https://naturaleza.animalesbiologia.com/plantas/arboles/pinos-pinus>
- Sediles, A. y Álvarez, R. (2001). *Determinación premilinar de daños causados por gorgojos descortezadores en bosque de pino el municipio de Jalapa, Nueva Segovia, primer trimestre del año 2001* [Tesis]. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.bionica.info/biblioteca/Sediles2001GorgojosDescortezadores.pdf
- Sunderland, T. (2012). Porqué la taxonomía es importante para la ciencia que estudia la biodiversidad. *Center for International Forestry Research*. <https://forestsnews.cifor.org/9509/que-la-taxonomia-es-importante-para-la-ciencia-que-estudia-la-biodiversidad?fnl=>
- Thompson (2011). Biodiversidad, umbrales ecosistémicos, resiliencia y degradación forestal. *Unasyva: Revista Internacional De Silvicultura E Industrias Forestales*, 62(238), 25–30. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3925424>
- Vázquez, J. Y. (2019). Liquidambar styraciflua: características, hábitat, cultivo, cuidados. *Lifeder*. <https://www.lifeder.com/liquidambar-styraciflua/>
- Zelaya, M. M. (2022, 2 de junio). *Gorgojos de los pinos*. <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/gorgojos-de-los-pinos>