

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



Proyecto Especial de Graduación
**Caracterización del sotobosque en bosques mixtos de Liquidámbar y
Pino en la microcuenca Santa Inés, Honduras**

Estudiante

Nahomi de los Ángeles López Umaña

Asesores

Juan Carlos Flores, Ph.D.

Juan Ramón Licona, Mtr.

Honduras, agosto 2022

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

ERIKA TENORIO MONCADA

Directora Departamento de Ambiente y Desarrollo

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros	4
Índice de Figuras	5
Índice de Anexos	6
Resumen	7
Abstract.....	8
Introducción.....	9
Materiales y Métodos.....	13
Ubicación del Estudio.....	13
Toma de Muestras	14
Caracterización de Especies.....	15
Análisis de Datos	15
Resultados y Discusión.....	16
Caracterización de Especies.....	16
Riqueza y Abundancia de Especies	16
Abundancia Entre Sitios.....	20
Conclusiones	21
Recomendaciones.....	22
Referencias	23
Anexos.....	25

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Rumbos para la distribución de parcelas en cada uno de los estratos	15
Cuadro 2 Número de individuos por estrato y sitio.....	17

Índice de Figuras

Figura 1 Ubicación geográfica del sitio de estudio	13
Figura 2 Curvas de acumulación de especies arbustivas del bosque afectado y no afectado por el brote de gorgojo con sus intervalos de confianza	18
Figura 3 Curvas de acumulación de especies herbáceas en el bosque afectado y no afectado por el brote de gorgojo con sus intervalos de confianza	19
Figura 4 Curvas de acumulación de especies en bosque afectado y no afectado por el brote de gorgojo con sus intervalos de confianza	20

Índice de Anexos

Anexo A	Especies arbustivas registradas en el bosque afectado por el brote de gorgojo	25
Anexo B	Especies herbáceas registradas en el bosque afectado por el brote de gorgojo	26
Anexo C	Especies arbustivas registradas en el bosque no afectado por el brote de gorgojo	27
Anexo D	Especies herbáceas registradas en el bosque no afectado por el brote de gorgojo.....	28

Resumen

El sotobosque juega un rol muy importante como indicador del estado de regeneración de los bosques afectados por factores naturales o antropogénicos. En la presente investigación se evaluó la dinámica de regeneración existente en el sotobosque luego de un brote de gorgojo. Para ello se realizó una caracterización de las especies arbustivas y herbáceas presentes en el área afectada y no afectada en el bosque de Raspa Raspa, Santa Inés, Honduras. Asimismo, se evaluó la riqueza y abundancia de especies mediante la implementación de 12 parcelas de forma rectangular, ubicando 3 parcelas en cada uno de los estratos definidos. En total se encontraron 21 especies de arbustos y 16 herbáceas en el bosque afectado. De igual forma, se registraron 13 especies arbustivas y 10 herbáceas en el bosque no afectado por el brote de gorgojo. La riqueza de especies se calculó mediante curvas de acumulación de especies, las cuales en ambas zonas de estudio demostraron tener diferencias significativas, presentando mayor riqueza en el área afectada por el brote de gorgojo. En términos de riqueza, se obtuvieron un total de 363 individuos de origen arbustivo, siendo 284 los individuos encontrados en el bosque afectado y únicamente 79 los ubicados en el bosque no afectado. Dichos resultados pudieron deberse a que las condiciones en el bosque afectado favorecieron la regeneración de las especies. Además, se determinó que existe diferencia en términos de abundancia entre los sitios de estudio, siendo el bosque afectado el que presentaba mayor abundancia.

Palabras claves: Arbustivas, Dinámica, Gorgojo, Herbáceas, Regeneración.

Abstract

Undergrowth plays a very important role as an indicator of the state of restoration of forests affected by natural or anthropogenic factors. In the present investigation, the restoration dynamics existing in the undergrowth after a weevil outbreak was evaluated. For this, a characterization of the shrub and herbaceous species present in the affected and unaffected area in the Raspa Raspa forest of Santa Inés, Honduras, was carried out. Likewise, the richness and abundance of species were evaluated through the implementation of 12 nested rectangular plots, locating 3 plots in each of the defined strata. A total of 21 species of shrubs and 16 herbaceous plants were obtained in the affected forest. Additionally, 13 shrub species and 10 herbaceous species were recorded in the forest not affected by the weevil outbreak. Species richness was calculated using species accumulation curves, which in both study areas showed significant differences, presenting greater richness in the area affected by the weevil outbreak. In terms of richness, a total of 363 individuals of shrubby origin were obtained, with 284 individuals found in the affected forest and only 79 were in the unaffected forest. These results could be due to the facilitation of conditions in cases of the affected forest. Withal, it was determined that there is a difference in terms of abundance between the study sites, with the affected forest being the one with the highest abundance.

Keywords: Shrubs, Dynamic, Weevil, Herbaceous, Restoration.

Introducción

Los bosques son considerados los ecosistemas terrestres más extensos, ya que estos ocupan alrededor del 30% de la superficie del planeta (FAO, 2005). Asimismo, son los encargados de albergar gran parte de la biodiversidad mundial. Se estima que los ecosistemas forestales contienen más del 75% de todas las especies continentales (Hengeveld y Heywood, 1996). América Latina y el Caribe poseen alrededor del 22% de los bosques de todo el mundo, predominando principalmente en América del Sur, en la cuenca amazónica, comprendiendo gran diversidad de especies y hábitats. Los bosques primarios en América Latina y el Caribe cubren alrededor de 663 millones de hectáreas (Cordero, 2011). Los bosques mixtos en Honduras representan una cobertura del 5.3% (285,469 ha) y están constituidos por especies de coníferas, latifoliadas y herbáceas (Instituto Nacional de Estadística, 2017). Sin embargo, estos bosques se han visto constantemente amenazados por diversas problemáticas, como la alta tasa de deforestación e incidencia de plagas como el gorgojo.

Se considera bosque mixto, a aquel que presenta gran abundancia de especies angiospermas y gimnospermas en proporciones equilibradas. Está formado por estratos verticales, dentro de los cuales se encuentra el dosel y el sotobosque, asimismo, estos pueden definirse de manera horizontal cómo es el caso de los rodales (Bravo-Oviedo et al., 2014). El sotobosque se caracteriza por poseer especies de hierbas, arbustos, subarbustos, helechos y musgos. La principal característica del sotobosque es el pequeño tamaño de las plantas y abundancia de materia orgánica (Juárez, 2003). El sotobosque juega un papel indispensable en el ciclo de nutrientes, ciclo regenerativo y es fuente de alimentos para muchos vertebrados e invertebrados (Antos, 2017).

El sotobosque se caracteriza por ser heterogéneo y dinámico, dependiendo de las características del dosel y los recursos presentes. En los bosques de coníferas el sotobosque se caracteriza por tener una elevada humedad, poca luz, viento y elevada materia orgánica (Candan et al., 2006). Las especies herbáceas en los bosques son una de las más abundantes, pues comprenden alrededor del 40% del total de especies encontradas en bosques tropicales. Estas juegan un rol muy

importante en la dinámica de regeneración de los bosques, dado que comprenden una estrecha relación con el funcionamiento de los ecosistemas, procesos productivos, de estabilidad y lo relacionado a las modificaciones antropogénicas (Vargas y Sánchez de Stapf, 2019).

Centroamérica posee alrededor de 3.8 millones de hectáreas de pinos nativos. Debido a que Honduras cuenta con la extensión de pino más grande en toda Centroamérica, este es constantemente atacado por el gorgojo descortezador. Se estima que más de medio millón de hectáreas se han visto afectadas por la incidencia de esta plaga (Thunes et al., 2005).

En Honduras existe gran diversidad de tipos de bosques, siendo uno de los más importantes el bosque de Pino y Liquidámbar. El *Pinus oocarpa*, especie siempre verde, con un rango promedio de 18 – 30 m de altura, es el árbol nacional de Honduras. Por su lado, el *Liquidámbar styraciflua* consiste en un árbol caducifolio perteneciente a la familia Altingiaceae. Es de rápido crecimiento, corteza estriada y copa piramidal que alcanza los 35 m de altura. Consta de 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, sin embargo, es poco tolerante a los suelos salinos (Loewe Muñoz y González Ortega, 1997).

El gorgojo descortezador de pino es considerado parte fundamental del ecosistema de los bosques, sin embargo, los aumentos en las poblaciones de este insecto han generado grandes consecuencias para los bosques de pinos nativos a lo largo de los años (López, 2015). Se estima que los brotes de gorgojo en Honduras suceden cada 20 a 30 años debido a la dinámica natural del bosque. Sin embargo, en el 2014 inició el segundo mayor brote registrado en el país (López, 2015). Esto genera severas consecuencias en el ámbito económico y ecológico. Dichas consecuencias se ven intensificadas por la falta de métodos o herramientas para el monitoreo y control de la plaga, así como planes de regeneración y conservación de los bosques afectados, además de la falta de apoyo financiero para su control e investigación (Carías et al., 2018).

Se han realizado diversas investigaciones en torno a la evaluación de la dinámica de regeneración de bosques atacados por gorgojo. Sin embargo, son pocos los que han evaluado la dinámica de regeneración del sotobosque, a pesar de ser un excelente indicador del proceso de regeneración del bosque. Por su parte Mejía Canales et al., 2018, realizaron una caracterización del sotobosque en dos tipos de bosques densos (pino y oyamel) en el Nevado de Toluca, México. En dicha investigación se obtuvo como resultado un total de 33 especies en el sotobosque, 25 géneros y 14 familias agrupadas en 24 herbáceas y 8 arbustos en el bosque de *Abies religiosa*. Por otro lado, el bosque de *Pinus hartwegii* reportó un total de 18 especies, 16 géneros y 9 familias, agrupándose en 15 herbáceas y 2 arbustos. Siendo el bosque de *Abies religiosa* el que presenta mayor diversidad frente al bosque de *Pinus hartwegii*. Así mismo, Vargas et al., (2019) realizaron una cuantificación de la diversidad de plantas herbáceas y subarborescentes en el cerro Chucantí. En esta investigación se obtuvo como resultado un total de 54 especies de hierbas y subarborescentes a lo largo de 7 km en la Reserva Biológica Cerro Chucantí.

El conocimiento de la taxonomía de un lugar en específico es esencial para comprender la biodiversidad existente y por consiguiente su conservación. La taxonomía por lo general da referencia a la teoría y práctica de describir, denominar y poder clasificar seres vivos. La importancia que tiene la taxonomía para el cuidado y manejo de un sitio radica en que permite unir las diferentes especies con el fin de poder facilitar el estudio de estas. A su vez organizar la información acerca de las características que posee cada una de las especies de los seres vivos de interés.

Al saber que los bosques de pino se encuentran constantemente amenazados por la incidencia directa de los brotes de gorgojo descortezador debido a los aumentos en su población, con esta investigación se pretende caracterizar las especies herbáceas y arbustivas del sotobosque, las cuales juegan un rol muy importante en la dinámica de regeneración de los bosques de Pino y Liquidámbar luego de un ataque de gorgojo. Con esta investigación se está generando información valiosa, la cual podrá ser utilizada en la definición de estrategias para la restauración de las áreas afectadas por los

brotos de gorgojo. De igual manera, la presente investigación sirve de base para evaluaciones futuras del proceso de regeneración del bosque, puesto que es de suma importancia tomar en cuenta la dinámica que desempeña el sotobosque en el proceso de regeneración. Asimismo, servirá como una base de datos y una guía para el desarrollo de nuevas investigaciones en otros países centroamericanos que se han visto severamente afectados por la incidencia de la plaga de gorgojo.

Considerando los beneficios que se pueden obtener a partir del estudio del sotobosque y el impacto que esto puede tener en el bosque y en el país, se pretende caracterizar las especies del sotobosque luego de un brote de gorgojo en bosques mixtos de pino y liquidámbar. Para lo cual, se plantearon los siguientes objetivos para el desarrollo de esta investigación:

Caracterizar las especies herbáceas y arbustivas del sotobosque en sitios afectados y no afectados por el gorgojo descortezador.

Comparar la abundancia y riqueza de las especies en el sotobosque afectado y no afectado por el brote de gorgojo.

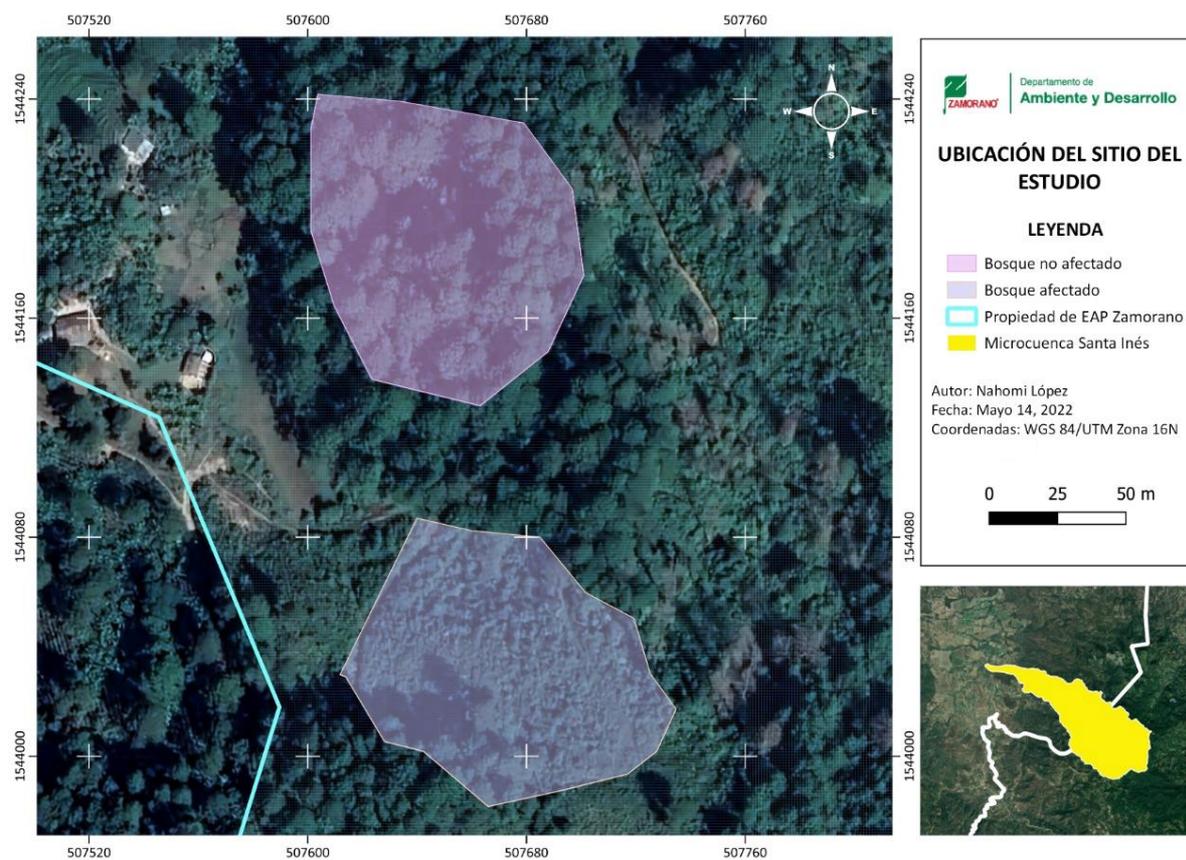
Materiales y Métodos

Ubicación del Estudio

El estudio se llevó a cabo durante la época seca durante los meses de febrero y marzo, en el bosque de Raspa Raspa ubicado en la microcuenca Santa Inés, la cual está situada en los municipios de San Antonio de Oriente, Yuscarán y Güinope, Honduras. Comprende una extensión territorial de 19.10 km² y altitud que varía desde los 755 a 1,765 msnm (Cisneros, 2016). La microcuenca cuenta con una precipitación promedio anual de 1,000 mm en las partes bajas y 4,000 mm para las partes altas (Huezo, 2011).

Figura 1

Ubicación geográfica del sitio de estudio



Toma de Muestras

Para definir la dinámica de regeneración de las especies herbáceas y arbustivas en los bosques mixtos de liquidámbar y pino que fueron atacados por el gorgojo descortezador, se implementó un muestreo sistemático estratificado. En el proceso de estratificación se tomaron en cuenta las áreas que se encontraban en proceso de regeneración debido al brote de gorgojo y las que no habían sido afectadas por el mismo. Asimismo, se consideraron las áreas donde predominaba la especie de liquidámbar y de pino. Por lo tanto, los estratos se definieron de la siguiente manera:

Estrato APP: bosque afectado donde predomina pino.

Estrato APL: bosque afectado donde predomina liquidámbar.

Estrato PP: bosque no afectado donde predomina pino.

Estrato PL: bosque no afectado donde predomina liquidámbar.

Se realizaron un total de 12 parcelas de forma rectangular, contando con un error de muestreo del 28% y un nivel de confianza del 95%. Se ubicaron 3 parcelas en cada uno de los estratos para obtener un total de 6 parcelas en el área afectada por el brote de gorgojo y 6 en el área no afectada. La parcela donde se llevó a cabo la recolección de datos consistió en una parcela de 5 x 4 m. Dentro de la parcela de estudio se realizó la recolección de las muestras correspondientes a las especies de interés, siendo estas las especies arbustivas y herbáceas, donde únicamente se cuantificaron las especies arbustivas. Asimismo, durante la toma de muestras únicamente se recolectaron muestras vegetales de las nuevas especies encontradas, donde se documentaron con fotos las especies repetidas.

Los rumbos de las unidades de muestreo fueron seleccionados en campo posterior a la estratificación tomando en cuenta la accesibilidad a los sitios (Cuadro 1). En cada uno de los estratos identificados se seleccionaron rumbos para la ubicación de las parcelas. Cabe recalcar que, en algunos estratos, los rumbos establecidos fueron los mismos en el resto de las parcelas del mismo estrato.

Cuadro 1

Rumbos para la distribución de parcelas en cada uno de los estratos

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

Caracterización de Especies

Las muestras vegetales se marcaron en el sitio de estudio y se recolectaron para su posterior identificación utilizando diversas obras florísticas de la región (Flora Mesoamericana, Flora de Nicaragua, Guía de Identificación de Helechos de El Salvador) (Davidse et al., 1995; Monterrosa et al., 2009; Stevens et al., 2001). Dichas identificaciones fueron comparadas con material del herbario Paul C. Standley (EAP) y a través de consulta con especialistas. La mayoría de las muestras fueron identificadas a nivel de especie, pero algunos especímenes fueron clasificados como morfoespecies, es decir, que únicamente fue posible su identificación a nivel de familia y para el caso de la especie se le asignó un nombre.

Análisis de Datos

Se utilizaron curvas de acumulación para mostrar el número total de especies de acuerdo con el esfuerzo de muestreo realizado (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Se utilizó el programa "EstimateS 9.1.0" para generar las curvas de acumulación de especies arbustivas y herbáceas en el área afectada y no afectada por el brote de gorgojo. En cuanto al análisis estadístico se realizó una prueba de Shapiro Wilk para determinar normalidad en los datos. Posteriormente, se ejecutó una prueba no paramétrica de Friedman, utilizando "Real Statistics", versión 8.2; contando con un nivel de significancia del 5%, con el fin de evaluar la dispersión de los datos de un grupo con respecto a otro.

Resultados y Discusión

Caracterización de Especies

La caracterización realizada en el área afectada por el brote de gorgojo registró un total de 21 especies de arbustos, pertenecientes a 14 familias (Anexo A). De igual forma, se registraron 16 especies de herbáceas agrupadas en 10 familias (Anexo B). La familia más representativa, con el mayor número de especies corresponde a Asteraceae en ambos casos, con 5 especies diferentes en arbustivas y 3 especies en herbáceas. Cabe recalcar, que algunos de los individuos encontrados no han sido identificados a nivel de especie, sin embargo, se reconocen como una morfoespecie diferente de las demás especies identificadas.

En el área no afectada por el brote de gorgojo se contabilizaron un total de 13 especies de arbustos y 11 familias (Anexo C), para las especies herbáceas se contabilizaron un total de 10 especies pertenecientes a 8 familias (Anexo D). Al igual que en el área afectada, algunas no lograron ser identificadas a nivel de especie y fueron catalogadas como morfoespecies. Es importante mencionar que realizar una caracterización a nivel de morfoespecies puede generar errores, ya que se puede estar considerando una especie en diferentes edades. De igual manera, ciertas especies pudieron no haber sido identificadas por la similitud con alguna morfoespecie.

Luego de obtener los resultados, se logró identificar que existe mayor diversidad de especies en el bosque afectado, puesto que se registraron un total de 21 especies diferentes de arbustos y 16 especies de herbáceas. Contrarrestando con el bosque no afectado donde únicamente se registraron 13 especies de arbustos y 10 especies de herbáceas. Cabe recalcar que a nivel de familias no existe mayor variabilidad, debido a que en ambos bosques se obtuvieron resultados similares.

Riqueza y Abundancia de Especies

Se registraron un total de 363 individuos de origen arbustivo, distribuidos en 23 especies y 15 familias en las 6 parcelas establecidas. Las familias con mayor abundancia a nivel de parcelas fueron Asteraceae con 6 especies (26%), seguida de Dennstaedtiaceae, Fabaceae y Fagaceae con 2 especies

cada una (9% cada una). Por otro lado, el resto de las familias (11), corresponden a un 47%, con una especie cada una. La alta abundancia de la familia Asteraceae puede deberse a que como menciona Rodríguez (2018), esta familia es considerada el grupo de plantas más grande encontrándose en la mayoría de los ambientes, principalmente en los márgenes de los ríos, bosques y lugares donde la vegetación se ha visto afectada por diversos factores de origen natural o antropogénicos.

Para las especies arbustivas, la familia que demostró mayor número de especies e individuos fue Asteraceae en el estrato APL. Los presentes resultados pueden ser comparados con los obtenidos en la investigación realizada por Fortanelli-Martínez et al. (2014) donde se evaluó la estructura y composición de la vegetación del bosque de niebla de Copalillos, San Luís Potosí, México; siendo el *Liquidambar styraciflua* una de las especies dominantes a nivel de estrato arbóreo. Dicha investigación obtuvo como resultado un total de 91 familias, siendo Asteraceae la que presentaba mayor número de especies.

A nivel de estratos, en el bosque afectado se encontraron un total de 284 individuos distribuidos en 21 especies. El estrato APP cuenta con 86 individuos de 14 especies y el APL, 198 individuos de 14 especies. Por otro lado, en el bosque no afectado se encontraron 79 individuos distribuidos en 13 especies. Dentro de las cuales, en el estrato PP se encontraron 51 individuos distribuidos en 10 especies, y en el estrato PL se obtuvieron un total de 28 individuos en 6 especies (Cuadro 2).

Cuadro 2

Número de individuos por estrato y sitio

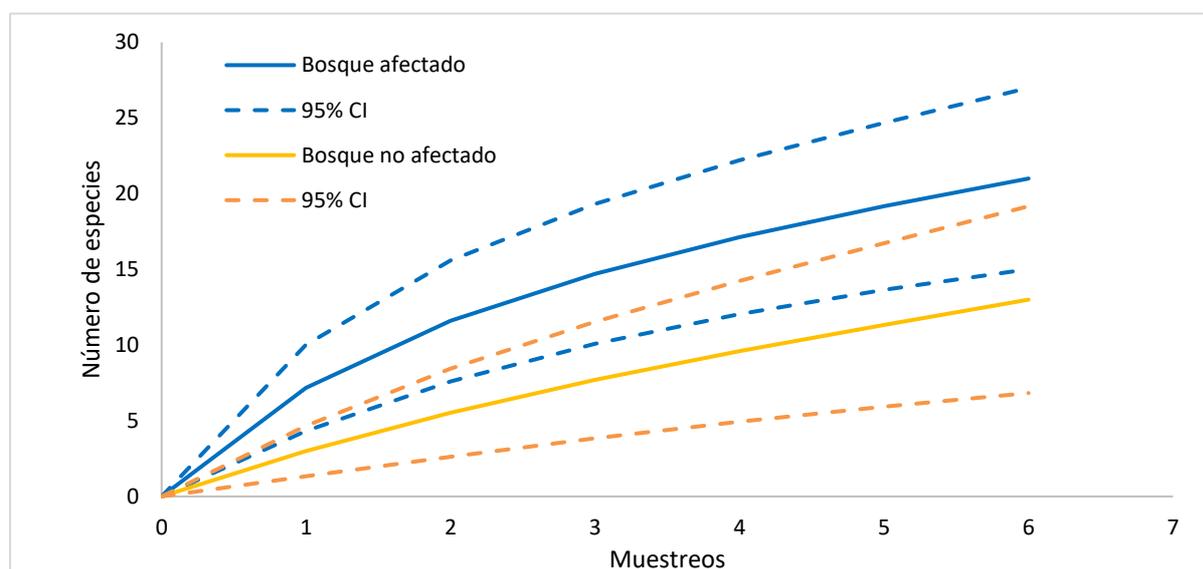
	Sitios			
	Bosque afectado		Bosque no afectado	
Estratos	APP	APL	PP	PL
Número de individuos	86	198	51	28

De las 23 especies muestreadas en los sitios, únicamente *Perymenium ghiesbreghtii* y *Bunchosia montana* se encontraron en todas las parcelas. Por su parte, *Perymenium ghiesbreghtii* tuvo mayor presencia en el estrato APL con 85 individuos, seguido por el estrato APP con 20 individuos, el PL con 13 y, por último, el estrato PP con solo 2 individuos. De igual forma, *Bunchosia montana* tuvo mayor presencia en el estrato APL con 12 individuos, seguido por el PP con 8 individuos, el APP con 6 individuos, y por último el estrato PL con solamente 3 individuos.

Con relación a las curvas de acumulación de especies arbustivas (Figura 2) se demuestra que existe una diferencia significativa en la riqueza de especies encontradas. Esto debido a que las curvas de acumulación tanto del bosque afectado como no afectado se encuentran fuera de los intervalos de confianza de la otra.

Figura 2

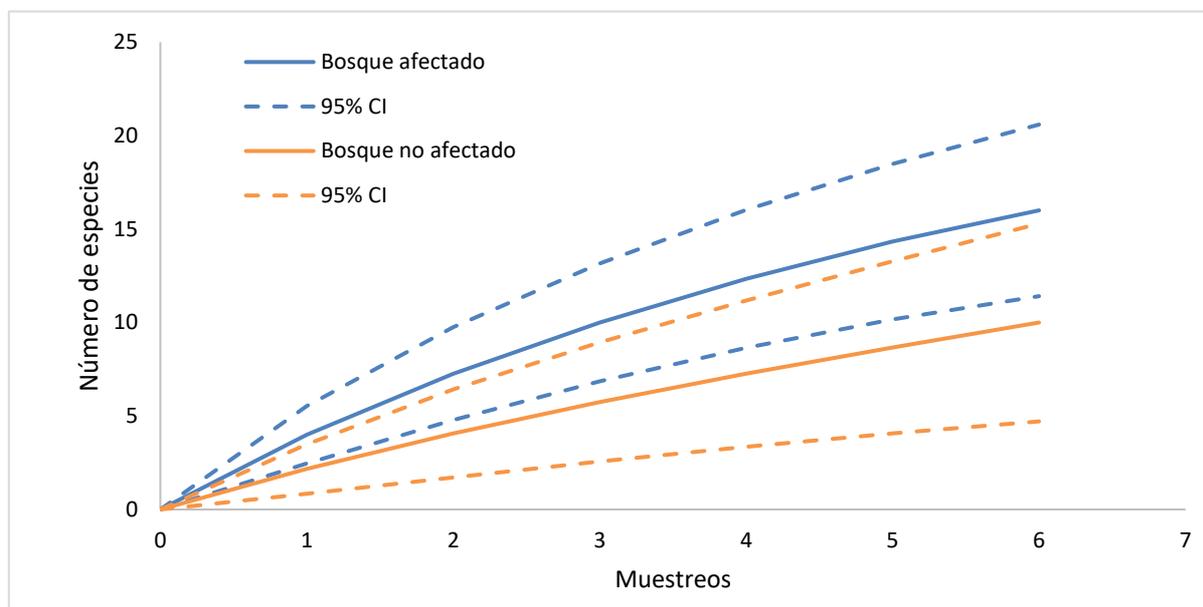
Curvas de acumulación de especies arbustivas del bosque afectado y no afectado por el brote de gorgojo con sus intervalos de confianza.



Las curvas de acumulación correspondientes a las especies herbáceas igualmente presentan una diferencia significativa en la riqueza de especies (Figura 3) puesto que al igual que las especies arbustivas, ambas curvas de acumulación se encuentran fuera de los límites de confianza de la otra.

Figura 3

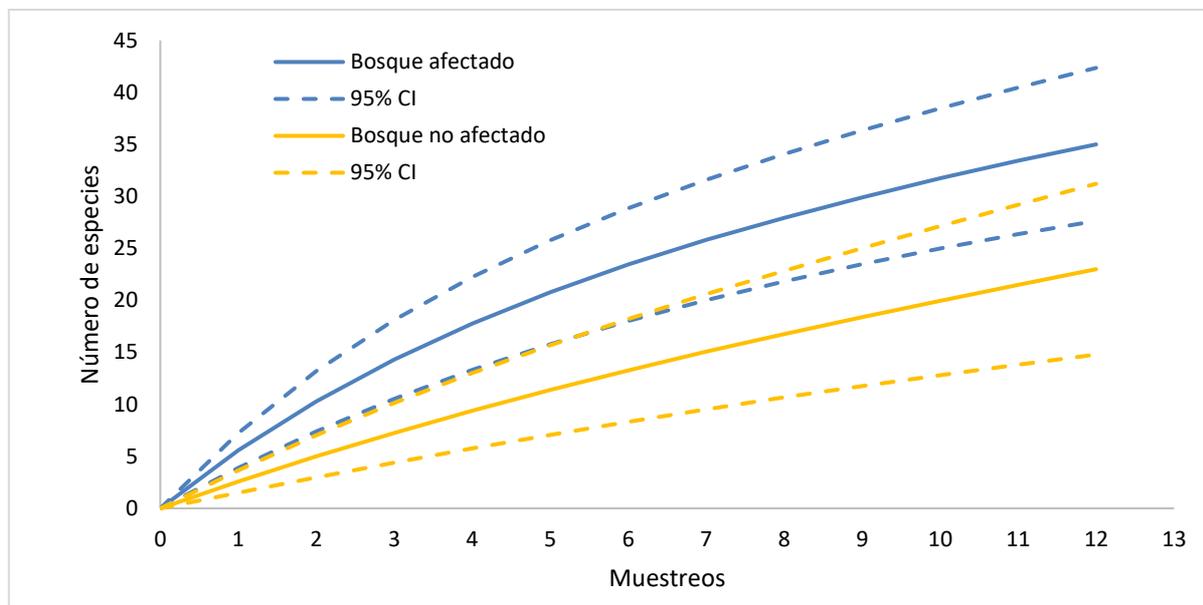
Curvas de acumulación de especies herbáceas en el bosque afectado y no afectado por el brote de gorgojo con sus intervalos de confianza.



Asimismo, las curvas de acumulación de todo el bosque muestreado incluyendo especies herbáceas y arbustivas, mostraron diferencia significativa en cuanto a la riqueza de especies (Figura 4), predominando el mayor número de especies en el área afectada por el brote de gorgojo. Cabe recalcar que los resultados obtenidos mediante las curvas de acumulación son una demostración de la dinámica natural del bosque. Esto se debe a que el sotobosque en sitios que han sido afectados o perturbados por factores naturales, como es el caso de los brotes de gorgojo, o factores antropogénicos, tiende a ser más diverso que el sotobosque en sitios que no han sufrido ningún tipo de alteración (Al-Amin et al., 2004). Dicha dinámica sucede debido a que en el sotobosque se encuentran todas aquellas especies de pequeños tamaños en proceso de crecimiento. Asimismo, al realizarse prácticas de sanidad como es la eliminación de los árboles afectados por los brotes de gorgojo existe mayor disponibilidad de luz, lo cual propicia el crecimiento de muchas especies del sotobosque.

Figura 4

Curvas de acumulación de especies en bosque afectado y no afectado por el brote de gorgojo con sus intervalos de confianza



Abundancia Entre Sitios

Al comparar los valores de abundancia de especies arbustivas del bosque afectado y no afectado por el brote de gorgojo, se encontró que la abundancia es considerablemente mayor en el bosque afectado. Al compararlos se obtuvo un valor $P < 0.05$, por lo que, se infiere que existe una diferencia significativa entre ambos estratos. Este resultado puede deberse a que no existe igualdad de condiciones en ambos sitios para el crecimiento de las plantas, ya que en el bosque afectado la incidencia de luz será mayor que en el bosque no afectado, por lo que las plantas inhiben su crecimiento por un determinado tiempo hasta que los árboles mueren y caen o son podados, permitiéndole así desarrollarse sin problemas (Vega et al., 2008).

Conclusiones

Se caracterizó un mayor número de especies en el área afectada por el brote de gorgojo. Esto debido a que en el bosque afectado las condiciones pueden impactar positivamente al desarrollo de especies.

La riqueza de especies arbustivas y herbáceas es considerablemente mayor en el bosque afectado por la plaga, ya que presenta el mayor número de especies. Asimismo, se encontró dominancia de la familia Asteraceae en cuanto a especies e individuos.

En el bosque afectado por el brote de gorgojo existe mayor abundancia de especies arbustivas, lo cual fue esperado debido a que las condiciones en el bosque afectado son óptimas para el desarrollo y crecimiento del sotobosque.

Recomendaciones

Realizar un estudio similar en diferentes zonas donde han ocurrido brotes de gorgojo, debido a que actualmente, existe poca información acerca de la diversidad de especies presente en el sotobosque como un indicador de regeneración de los bosques.

Desarrollar la misma investigación en una época diferente del año, para poder identificar las morfoespecies descritas en la investigación para poder estimar las especies presentes, así como la riqueza del bosque.

Realizar un estudio luego de 4 – 6 años para determinar el estado de desarrollo del sotobosque a medida que las especies forestales vayan ganando espacio dentro del bosque.

Establecer parcelas permanentes de monitoreo, con el fin de observar el cambio periódico que se vaya generando en el sotobosque debido al proceso de regeneración.

Referencias

- Al-Amin, M., Alamgir, M. y Patwary, M. (2004). Composition and Status of Undergrowth of a Deforested Area in Bangladesh. *Asian Journal of Plant Sciences*, 3(5), 651–654. <https://doi.org/10.3923/ajps.2004.651.654>
- Antos, J. (2017). Understory plants in temperate forests, 1, 1–18.
- Bravo-Oviedo, A., Pretzsch, H., Ammer, C., Andenmatten, E., Barbati, A., Barreiro, S., Brang, P., Bravo, F., Coll, L., Corona, P., Ouden, J. den, Ducey, M. J., Forrester, D. I., Giergiczny, M., Jacobsen, J. B., Lesinski, J., Löf, M., Mason, W. L., Matovic, B., . . . Zlatanov, T. (2014). European Mixed Forests: Definition and research perspectives. *2171-9845*, 23(3), 518. <https://doi.org/10.5424/fs/2014233-06256>
- Candan, F., Broquen, P. y Pellegrini, V. (2006). Understory changes associated with the replacement of natural vegetation by *Pinus ponderosa* Dougl. under different plantation management (SW Neuquén, Argentina). *Investigación Agraria: Sistemas Y Recursos Forestales*, 15(1), 50. <https://doi.org/10.5424/srf/2006151-00953>
- Carías, A., 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>
- Cisneros, Y. (2016). *Proyección de escenarios futuros utilizando el modelo hidrológico WEAP en la microcuenca Santa Inés, Honduras* [Tesis de pregrado]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Cordero, D. (2011). *Los bosques en América Latina*. Friedrich-Ebert-Stiftung. <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/quito/08364.pdf>
- Davidse, G., Sánchez, M. y Knapp, S. (1995). *Flora mesoamericana*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Fao. (2005). *Situación de los bosques del mundo, 2005*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Fortanelli-Martínez, J., García-Pérez, J. y Castillo-Lara, P. (2014). Estructura y composición de la vegetación del bosque de niebla de Copalillos, San Luis Potosí, México. *Acta Botánica Mexicana* (106), 161–186.
- Hengeveld, R. y Heywood, V. H. (1996). Global Biodiversity Assessment. *Biodiversity Letters*, 3(3), 115. <https://doi.org/10.2307/2999726>
- Huezo, L. (2011). *Caracterización hidrológica y balance hídrico de la microcuenca Santa Inés, Honduras* [Tesis de pregrado]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Instituto Nacional de Estadística. (2017). *Cobertura forestal 2013-2017*. Honduras. Instituto Nacional de Estadística.
- Jiménez-Valverde, A. y Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica De Aracnología*, 8, 151–161.

- Juárez, M. (2003). *Ecología y análisis estructural de los bosques mixtos de la Sierra de San Carlos, Tamaulipas* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León, México]. RIS. <http://eprints.uanl.mx/5374/1/1020149229.pdf>
- Loewe Muñoz, V. F. y González Ortega, M. P. (1997). *Liquidambar. Liquidambar styraciflua. Monografía*. INFOR. <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/3993>
- López, E. (2015). *El Gorgojo Descortezador, entre los efectos del cambio climático y la débil gobernanza forestal del Estado de Honduras*. Honduras. Centro de estudio para la Democracia.
- Mejía Canales, A., Franco-Maass, S., Endara Agramont, A. R. y Ávila Akerberg, V. (2018). Caracterización del sotobosque en bosques densos de pino y oyamel en el Nevado de Toluca, México. *Madera Y Bosques*, 24(3). <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2431656>
- Monterrosa, J., Del Peña, M. C., Escobar, R. y Knapp, S. (2009). *Guía de identificación de helechos de El Salvador* (1. ed.). Jardín Botánico La Laguna; Natural History Museum.
- Rodríguez, N. (2018). *La importancia de la familia Asteraceae (Magnoliopsida: Asterales)* [Monografía]. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México.
- Stevens, W. D., Ulloa, C., Pool, A. y Montiel, O. (2001). *Flora de Nicaragua* (Vol. 1). Missouri Botanical Garden Press. <http://www.mobot.org/mobot/research/nicaragua/fitogeografia.shtml>
- Thunes, K., Midtgaard, F., Kirkendall, L. y Espino, V. (2005). *Los Gorgojos de Pino de Honduras: Descripciones de Especies, Asociaciones de Hospederos y Métodos de Monitoreo y Control*. https://www.researchgate.net/profile/karl-thunes/publication/297688412_los_gorgojos_de_pino_de_honduras_descripciones_de_especies_asociaciones_de_hospederos_y_metodos_de_monitoreo_y_control
<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4661.9281>
- Vargas, M. y Sánchez de Stapf, M. (2019). Diversidad de plantas herbáceas y subarborescentes en cerro chucantí, provincia de darién. *Tecnociencia*, 21(2), 69–91. <https://www.revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/article/view/573>
- Vega, M., Gallardo, M., Hernani, L., Aldave, M., Huaman, A., Luza, M., Ureta, M., Mendoza, V. y Porras, D. (2008). Análisis de la variación de la diversidad de las comunidades de arbustos de sotobosque entre tres localidades al interior del Parque Nacional Yanachaga Chemillen (Pasco-Perú). *Ecología Aplicada*, 7(1-2), 29–42.

Anexos

Anexo A

Especies arbustivas registradas en el bosque afectado por el brote de gorgojo

Familia	Especies
	<i>Asteraceae 2</i>
	<i>Eupatorium sp.</i>
Asteraceae	<i>Perymenium ghiesbreghtii</i>
	<i>Perymenium sp.</i>
	<i>Vernonia leiocarpa</i>
Clethraceae	<i>Clethra suaveolens</i>
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>
	<i>Pteridium sp.</i>
	<i>Fabaceae</i>
Fabaceae	<i>Mimosa albida</i>
	<i>Quercus aff. Salicifolia</i>
Fagaceae	<i>Quercus sp.</i>
Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i>
Malpighiaceae	<i>Bunchosia montana</i>
Melastomataceae	<i>Melastomataceae 1</i>
Myrtaceae	<i>Psidium sp.</i>
Pteridaceae	<i>Adiantum sp.</i>
Rosaceae	<i>Rubus adenotrichus</i>
Rubiaceae	<i>Psychotria L</i>
Solanaceae	<i>Solanum toruum</i>
Verbenaceae	<i>Lippia substrigosa</i>

Anexo B

Especies herbáceas registradas en el bosque afectado por el brote de gorgojo

Familia	Especie
	<i>Ageratum conyzoides</i>
Asteraceae	<i>Asteraceae 1</i>
	<i>Lepidaploa salzmännii</i>
Blechnaceae	<i>Blechnum appendiculatum</i>
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum mexicanum</i>
Fabaceae	<i>Mimosa albida</i>
Heliconiaceae	<i>Heliconia subulata</i>
Lamiaceae	<i>Hyptis capitata</i>
	<i>Salvia mocinoi</i>
	<i>Miconia sp.</i>
Melastomataceae	<i>Miconia sp. 2</i>
	<i>Tibouchina longifolia</i>
Poaceae	<i>Poaceae 3</i>
	<i>Poaceae 4</i>
Rosaceae	<i>Rubus adenotrichus</i>
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris sp</i>

Anexo C

Especies arbustivas registradas en el bosque no afectado por el brote de gorgojo

Familia	Especie
	<i>Asteraceae 3</i>
Asteraceae	<i>Perymenium ghiesbreghtii</i>
	<i>Vernonia leiocarpa</i>
Clethraceae	<i>Clethra suaveolens</i>
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium sp.</i>
Fagaceae	<i>Quercus sp.</i>
Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i>
Lamiaceae	<i>Lamiaceae</i>
Malpighiaceae	<i>Bunchosia montana</i>
Melastomataceae	<i>Melastomataceae 1</i>
Myrtaceae	<i>Psidium sp.</i>
Rosaceae	<i>Rubus adenotrichus</i>
Verbenaceae	<i>Lippia substrigosa</i>

Anexo D

Especies herbáceas registradas en el bosque no afectado por el brote de gorgojo

Familia	Especie
Blechnaceae	<i>Blechnum appendiculatum</i>
Fabaceae	<i>Calliandra houstoniana</i>
Lamiaceae	<i>Mesosphaerum asperifolium</i> <i>Salvia kellermanii</i> donn. Sm
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp. 2
Poaceae	<i>Poaceae</i> 1 <i>Poaceae</i> 2
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris</i> sp
Vitaceae	<i>Vitis tiliifolia</i>