



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

**Diversidad de escarabajos ambrosiales
(Coleoptera, Curculionidae) asociados a
bosques de pino (*Pinus* spp.) Nueva Segovia,
Nicaragua**

Autor

Br. Gerardo Rosendo González Mendoza

Asesores

MSc. Oswaldo Rodríguez-Flores

MSc. Alberto Sediles Jaen

Managua, Nicaragua

Junio, 2023



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Diversidad de escarabajos ambrosiales (Coleoptera, Curculionidae) asociados a bosques de pino (*Pinus* spp.) en Nueva Segovia, Nicaragua

Autor

Br. Gerardo Rosendo González Mendoza

Asesores

MSc. Oswaldo Rodríguez-Flores
MSc. Alberto Sediles Jaen

Presentado a la consideración del honorable comité
evaluador como requisito final para optar al grado de
Ingeniero en Sanidad Vegetal.

Managua, Nicaragua
Junio, 2023



Hoja de aprobación del tribunal examinador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la decanatura de la facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero en Sanidad Vegetal

Miembros del Comité evaluador

MSc. Eliezer Lanuza Rodríguez
Presidente

MSc. Markelyn Rodríguez
Secretario

MSc. Jorge Gómez Martínez
Vocal

Lugar y Fecha: Facultad de Agronomía, Sala Magna, 16 de junio de 2023.

DEDICATORIA

En la palabra de Dios se lee: “Encomienda tus obras a Yahveh y tus proyectos se llevarán a cabo” (Pr. 16,3). Dedico este trabajo a Dios, quien durante toda mi vida a guiado mi camino, me ha llevado de su mano y me ha moldeado como un barro en las manos del alfarero. A la virgen María, la humilde esclava del señor que con su manto y amor maternal me acompaña siempre.

A mis padres Vicente González Mondoy y Sorayda del Socorro Mendoza Ramírez que me dieron la vida, educación académica y formación en valores humanos y religiosos. A todos y cada uno de mis hermanos ya que con ellos aprendí el valor del compartir y vivir en comunidad y en general, a toda mi familia.

Al Pbro. Lic. Fernando Israel Zamora Silva, mi tutor, pastor y amigo, que durante estos años de formación académica universitaria me ha brindado su apoyo incondicional y con su ejemplo me ha enseñado que el sacrificio y la perseverancia tienen un fruto incalculable.

A todas las personas que he encontrado en mi camino y me han animado a seguir adelante, en especial a mis amigos Ing. Heddler Francisco García Zeledón y Kevin Jesús Medina Robles.

Br. Gerardo Rosendo González Mendoza

AGRADECIMIENTO

A Dios: Padre, creador del universo, a Jesucristo mi salvador y al Espíritu Santo mi consolador por regalarme el don de la inteligencia y la sabiduría, para concluir estos años académicos universitarios y poner mi servicio al bien de los demás.

Agradezco a mi familia porque en cada momento de mi vida han estado presente con su apoyo incondicional y me han dado ánimo para concluir esta fase tan importante de mi vida. Especialmente a mis padres Vicente González Mondoy y Sorayda del Socorro Mendoza Ramírez que siempre confiaron en mi en este proyecto de formación universitaria.

Mi agradecimiento al Pbro. Lic. Fernando Israel Zamora Silva que no dudó en extenderme su mano amiga y apoyarme en cada etapa de mi formación, gracias por aceptar ser mi tutor y estar pendiente de mis necesidades durante estos años. Su acompañamiento y ejemplo fueron vitales en esta etapa de mi vida.

A la Universidad Nacional Agraria, recinto de sabiduría para el bien de los productores que con su trabajo transforman la sociedad nicaragüense. Por eso, como estudiante en esta alma mater, he aprendido que nos debemos a ellos y que nuestro esfuerzo es para llevar esta ciencia al beneficio de nuestra sociedad. A todos y cada uno de mis maestros que compartieron conmigo sus conocimientos universitarios y fueron firmes en valores como el esfuerzo y el sacrificio. Mención especial merecen mis asesores, los Maestros en Ciencias: Oswaldo Rodríguez Flores y Alberto José Sediles Jaén.

Y cómo no hacer mención en estos agradecimientos a cada uno de mis compañeros de clase, con ellos aprendí innumerables lecciones entre ellas la tolerancia, la amistad, el respeto y el cariño. A mis amigos, a los que he encontrado en mi caminar y me han brindado su apoyo y su cariño incondicional, a los que siempre me dieron ánimo para seguir adelante en los momentos de tristeza, pero que también estuvieron conmigo en los momentos de alegría, son muchos por eso no los menciono a cada uno. A ti amigo va este mi agradecimiento sincero.

Br. Gerardo Rosendo González Mendoza

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2. 1 Objetivo general	3
2. 2 Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3. 1 Importancia de los bosques de pino en Nicaragua	4
3. 2 Importancia ecológica de los escarabajos ambrosiales	4
3. 3 Importancia económica de los escarabajos ambrosiales en los bosques de pinos	5
3. 4 Estado del conocimiento de la diversidad de los escarabajos ambrosiales de Nicaragua	6
3. 5 Estado del conocimiento de los escarabajos ambrosiales en los bosques de pinos de Nicaragua	6
3. 6 Conocimiento de aspectos ecológicos de la comunidad de escarabajos ambrosiales en los bosques de pinos neotropicales	7
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	9
4. 1 Ubicación del estudio	9
4. 2 Caracterización de sitios de estudio	9
4. 3 Diseño metodológico	9
4. 4 Procesamiento de muestras	10
4. 5 Variables evaluadas	11
4. 6 Recolección de datos	11
4. 7 Análisis de datos	12
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
5. 1 Escarabajos ambrosiales capturados.	13

5. 2	Diversidad por sitio de muestreo (diversidad alfa)	14
5. 3	Diversidad entre sitios de muestreo (diversidad beta)	18
5. 4	Distribución temporal de la comunidad de escarabajos ambrosiales en el bosque de pino.20	
VI.	CONCLUSIONES	23
VII.	RECOMENDACIONES	24
VIII.	LITERATURA CITADA	25
IX.	ANEXOS	32

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Especies de escarabajos ambrosiales registradas en los pinares de Nicaragua	7
2.	Especies de Scolytinae y Platypodinae xilemicetofagos (ambrosiales) capturados con trampas Lindgren cebadas con Alfa-pineno + Etanol instaladas en cuatro localidades con bosque de pino en Nueva Segovia, Nicaragua	13
3.	Parámetros encontrados y estimados (riqueza, índices de dominancia y de equidad) en los muestreos de Scolytinae y Platypodinae, xilemicetofagos (ambrosiales) capturados en cuatro localidades con bosque de pino en Nueva Segovia, Nicaragua	15
4.	Comparaciones pareadas de la diversidad entre los sitios de muestreo en Nueva Segovia Nicaragua	20
5.	Comparaciones pareadas de los parámetros de la diversidad entre las estaciones del año (invierno y verano) en los sitios de muestreo en Nueva Segovia Nicaragua	22

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Curvas de acumulación de especies capturas y estimadas con los estimadores Chao 1 y Chao 2 en los sitios de muestreo en Nueva Segovia, Nicaragua	17
2.	Diagrama de cluster basado en distancias euclidianas para las capturas obtenidas en los sitios de muestreo en Nueva Segovia Nicaragua	18
3.	Diagrama de cluster para la similitud (basado en el índice de Jaccard) de especies encontradas en los sitios de muestreo en Nueva Segovia Nicaragua	20

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Scolytinae y Platypodinae capturados con trampas Lindgren cebadas con trementina y etanol instaladas en cuatro localidades con plantaciones de pino en Nueva Segovia, Nicaragua	32
2.	Prueba de bondad de ajuste bajo la distribución de ji cuadrado	33
3.	Análisis de Correspondencia Simple (ACS)	33
4.	Pruebas de t-Student para comparaciones de variables entre estaciones	34
5.	Pruebas Wilcoxon para comparaciones de variables entre estaciones (datos transformados)	34

RESUMEN

La importancia de los escarabajos ambrosiales es principalmente ecológica, son uno de los grupos dominante en los bosques tropicales. Algunas especies son de importancia fitosanitaria para los sistemas forestales, esto por los daños directos o indirectos que ocasiona. En la región centroamericana pocos estudios ecológicos se han realizado sobre estos insectos. De Nicaragua se conocen un total de 62 especies de escarabajos ambrosiales, de estas, solo nueve especies se han registrado en los bosques de pino del país. Por consiguiente, en Nicaragua el conocimiento de las especies de escarabajos ambrosiales en los bosques de pino es reducido. Esta investigación es con el objetivo de caracterizar la diversidad de la comunidad de escarabajos ambrosiales en cuatro bosques de pino del departamento de Nueva Segovia y estudiar si la comunidad en el bosque de pino es más diversa en el periodo lluvioso. Se revisaron muestras entomológicas capturadas en los sitios de Dipilto, Mozonte, San Fernando y Jícaro, durante el periodo de mayo de 2010 a febrero 2011. En cada sitio, se instalaron cuatro trampas Lindgren cebadas con los semioquímicos: esencia de trementina y etanol (1:1), utilizándose 16 trampas en el estudio. La mezcla de semioquímicos era remplazada cada 15 días, momento en el cual se retiraban las capturas. Las muestras se depositaron en bolsas plásticas con alcohol 98% con la etiqueta de datos de registro. Posteriormente se procesaron y depositaron en el Museo de Entomología de la Universidad Nacional Agraria. Se encontró por primera vez para Nicaragua y para los pinares del país, seis especies de escarabajos ambrosiales: *Premnobius cavipennis*, *Sampsonius dampfi*, *Corthylocurus mexicanus*, *Corthylus sanguineus*, *Xyleborus spinulosus* y *Tricolus nodifer*. El valor de la riqueza fue mayor en el Jícaro. Se encontraron diferencias estadísticas significativas en el índice de Shannon para Mozonte con los demás sitios, siendo este el sitio con menor diversidad y riqueza. En mediciones de capturas, riqueza, diversidad y equidad, de la estación de verano e invierno para San Fernando y Jícaro no mostraron diferencias estadísticas entre las estaciones, tampoco se encontraron diferencias estadísticas entre San Fernando y Jícaro para cada estación.

Palabras clave: *Scolytinae*, *Platypodinae*, comunidad, distribución temporal, ecología.

ABSTRACT

The importance of ambrosia beetles is mainly ecological, they are one of the dominant groups in tropical forests. Some species are of phytosanitary importance for forest systems, due to the direct or indirect damage they cause. In Central American region, few ecological studies have been carried out on these insects. A total of 62 species of ambrosia beetles are known from Nicaragua; of these, only nine species have been recorded in the country's pine forests. Consequently, in Nicaragua the knowledge of ambrosial beetle species in pine forests is low. This research aims characterize the diversity of the ambrosia beetle community in four pine forests in the department of Nueva Segovia and to study whether the community in the pine forest is more diverse in the rainy season. Entomological samples captured at Dipilto, Mozonte, San Fernando and Jícaro sites were reviewed, during the period from May 2010 to February 2011. Four Lindgren traps baited with the semiochemicals were installed at each site: turpentine essence and ethanol (1 :1), using a total of 16 traps in the study. The semiochemical mixture was replaced every 15 days, at which time the catches were removed. The samples were deposited in plastic bags with 98% alcohol with the registration data label. Subsequently, they were processed and deposited in the Entomology Museum of the Universidad Nacional Agraria. Six species of ambrosial beetles are reported for the first time for Nicaragua and for the country's pine forests: *Premnobius cavipennis*, *Sampsonius dampfi*, *Corthylocurus mexicanus*, *Corthylus sanguineus*, *Xyleborus spinulosus* y *Tricolus nodifer*. The value of richness was higher in the Jícaro. Significant statistical differences were found in the Shannon index for Mozonte with the other sites, this being the site with the least diversity and richness. In measurements of catches, richness, diversity and equity, of the summer and winter season for San Fernando and Jícaro did not showed statistical differences between the stations, neither were statistical differences found between San Fernando and Jícaro for each season.

Keywords: *Scolytinae*, *Platypodinae*, *community*, *temporal distribution*, *ecology*.

I. INTRODUCCIÓN

En Nicaragua los bosques de pino se encuentran distribuidos en la zona norte y en la región autónoma de la costa caribe norte. Estos “desempeñan funciones sobre la tierra y sobre el sistema natural, y se agrupan en: protectivas, reguladoras y productivas, las cuales adquieren un valor económico de acuerdo con el uso y valor que le asigne” (Programa Socioambiental y Desarrollo Forestal [POSAF], 2006, p.10). Los pinos en Nicaragua son importante fuente de madera y resina, además, son un recurso natural y las semillas son muy apreciadas para la reforestación de los trópicos (Steven *et al.*, 2001).

Los escarabajos ambrosiales son un grupo ecológico de insectos de las subfamilias Scolytinae y Platypodinae de la familia Curculionidae, del orden Coleoptera. Atkinson (2017) afirma que estos insectos coexisten con sus plantas hospedantes donde se reproducen en plantas o troncos dañados, caídos o severamente debilitados por otros factores. En los ecosistemas naturales estables, son insectos de suma importancia para mantener el balance de nutrientes, debido a que ellos son generalmente los primeros en llegar al material dehiscente o recientemente muerto, iniciando así el proceso de reciclaje (Coulson y Witter, 1990; Jordal, 2015).

En los bosques de pino estos insectos cumplen estas funciones, las que contribuyen al desarrollo y mantenimiento de la masa forestal y, por consiguiente, aportan a la Salud Forestal del bosque. Según Saavedra (2017) salud forestal es la condición en la que el bosque tiene una alta capacidad de resiliencia y vitalidad, y donde los agentes abióticos y bióticos no amenazan los objetivos de manejo.

Una revisión general de los escarabajos de las subfamilias Scolytinae y Platypodinae en Nicaragua, indica que se encuentra un total de 62 especies registradas en diferentes estudios (Maes y Equihua-Martínez, 1988; Maes, 1998; Nunes y Dávila, 2004; Jiménez *et al.*, 2005; Jiménez, 2008; Atkinson, 2018; Rodríguez-Flores, 2019). En comparación con algunos países vecinos de la región centroamericana esta cantidad es baja (Wood, 1982; Atkinson y Equihua- Martínez, 1988; Wood *et al.*, 1991a; Wood *et al.*, 1991b; Wood *et al.*, 1992). Esto se debe a pocos estudios realizados en Nicaragua. Hay investigadores que afirman que la cantidad de especies puede llegar a 500.

Hasta ahora, de los bosques de pinos de Nicaragua, se conocen nueve especies de escarabajos ambrosiales, estas son: *Gnathotrichus perniciosus*, *Xyleborus affinis*, *X. ferrugineus*, *X. intrusus*, *X. pubescens*, *X. volvulus*, *Xyleborus* sp., *Euplatypus parallelus* y *E. pini* (Maes y Téllez, 1988; Maes, 1992; Nunes y Dávila, 2004; Jiménez *et al.*, 2005; Jiménez, 2008; INAFOR *et al.*, 2020). Estos registros se han obtenido de investigaciones dirigidas, principalmente, a los escarabajos descortezadores, utilizando semioquímicos específicos para estos tipos de escarabajos (Jiménez *et al.*, 2005; Jiménez, 2008; Jiménez-Martínez y Ordoñez, 2021). En otros países de la región Centroamericana no se han publicado investigaciones relacionadas con escarabajos ambrosiales asociados a los pinares, con excepción de Panamá, donde Guerra-Rodríguez (2011) realizó estudios en parches de pino de este país.

Además del escaso conocimiento de la diversidad de escarabajos ambrosiales en los bosques de pinos neotropicales, también existen pocos estudios que aborden aspectos ecológicos, como la distribución temporal, de esta comunidad biótica en los ecosistemas de pino. Las pocas investigaciones ecológicas de escarabajos Scolytinae en Centroamérica se han enfocado en las especies descortezadores que afectan los bosques y plantaciones de pinos (Jiménez *et al.*, 2005; Jaén, 2013; Jiménez-Martínez y Ordoñez, 2021). No existen trabajos relacionados con la distribución temporal de los ambrosiales en bosques de pino, que, por las características de los ecosistemas tropicales, se espera que sea favorecida por la temperatura y la humedad relativa (Leach *et al.*, 1940; Wood, 1982; Hulcr *et al.*, 2008; Pérez de la Cruz *et al.*, 2011; Abreu *et al.*, 2002; Macedo-Reis *et al.*, 2016; Rodríguez y Barrios, 2017).

Tomando como referencia el poco conocimiento taxonómico de los escarabajos ambrosiales asociados a los bosques de pinos en Nicaragua, así como los pocos estudios ecológicos de este grupo de insectos en los bosques de pinos neotropicales, se propone el presente estudio. Cuyo propósito es caracterizar la comunidad de escarabajos ambrosiales asociados en los bosques de pino del norte de Nicaragua desde dos aspectos: diversidad y distribución temporal. Con este estudio se espera obtener nuevos registros de especies para los bosques de pino y para la entomofauna nicaragüense, así como documentar la distribución temporal de los escarabajos ambrosiales en los bosques de pinos nativos de la región neotropical.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Caracterizar la diversidad de la comunidad de escarabajos ambrosiales (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae y Platypodinae) en bosques de pino del departamento de Nueva Segovia, Nicaragua.

2.2 Objetivos específicos

Determinar nuevos registros taxonómicos de escarabajos ambrosiales asociados a los pinares de Nicaragua.

Comparar la diversidad específica (diversidad alfa) por sitio de muestreo.

Determinar la diversidad beta (similitud) entre los sitios de muestreo.

Describir la distribución temporal de la comunidad de escarabajos ambrosiales durante los periodos del año (verano e invierno) en los sitios de muestreo.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Importancia de los bosques de pino en Nicaragua

“Los bosques de pino desempeñan diferentes funciones sobre la tierra o sobre el sistema natural y se pueden agrupar en protectoras, reguladoras y productivas, las cuales, adquieren un valor económico de acuerdo con el uso y valor que le asigne” (POSAF, 2006, p.10). Todas las especies del género *Pinus* en Nicaragua son importantes fuentes de madera y resina, además son un recurso natural importante y las semillas son muy apreciadas para los proyectos de reforestación en los trópicos (Steven *et al.*, 2001). Como fuentes para la producción de madera, las especies del género *Pinus* son las que más aportan a la producción de madera de Nicaragua (INAFOR, 2008).

3.2 Importancia ecológica de los escarabajos ambrosiales

Los escarabajos ambrosiales son un grupo ecológico de insectos de las subfamilias Scolytinae y Platypodinae, que pertenecen a la familia Curculionidae del orden Coleoptera (Alonso-Zarazaga y Lyal, 2010). El hábito alimenticio de estos escarabajos se le denomina xilomicetofagia (Wood, 1982). Según Tovar (2017) este hábito consiste en que los adultos excavan túneles, o galerías, dentro de troncos y ramas grandes de árboles, en ellos ovipositan sus huevecillos sueltos. Toda la alimentación de los adultos y larvas proviene de hongos simbióticos que ellos introducen y cultivan, no consumen la madera. Por lo general, estas especies no causan daños a hospedantes vivos.

Los Scolytinae y Platypodinae, en ecosistemas naturales estables, son insectos de suma importancia para mantener el balance de nutrientes, debido a que generalmente son los primeros en llegar al material dehiscente o recientemente muerto iniciando así el proceso de reciclaje (Coulson y Witter, 1990). Los Platypodinae se encuentran entre los grupos dominantes de insectos en los bosques tropicales húmedos, que en conjunto con Scolytinae, son importantes descomponedores primarios de la materia vegetal leñosa muerta (Jordal, 2015). Los Platypodinae, casi en su totalidad son de distribución tropical, y pueden igualar o reemplazar a los Scolytinae de este papel en los países tropicales (Wood, 1982).

3.3 Importancia económica de los escarabajos ambrosiales en los bosques de pinos

Atkinson (2017) indica que la mayoría de las especies de Scolytinae y Platypodinae no tienen importancia económica, estas especies coexisten con sus plantas hospedantes donde se reproducen en ramas o troncos dañados, caídos o severamente debilitados por otros factores; de esta manera, hay un balance entre estos coleópteros y las plantas. Este mismo autor indica que en algunos casos, ciertas especies de Platypodinae pueden atacar árboles bajo condiciones de estrés; existiendo un espectro de virulencia o agresividad, pero en este grupo de insectos (Scolytinae y Platypodinae) en lo que se puede apreciar, hay pocas especies con este potencial.

Algunas especies de ambrosiales son capaces de matar una ramita o rama pequeña sin provocar las defensas de la planta, parece que, en algunos casos los adultos de algunas especies bloquean el sistema vascular al introducir su hongo simbiótico provocando la muerte de la rama, de la parte distal al punto de ataque (Atkinson, 2017). Del grupo de los xilomicetofagos o ambrosiales los géneros que presentan especies de importancia económica son: *Xyleborus*, *Euwallacea*, *Xylosandrus* y *Euplatypus*, su importancia radica en que algunas especies de estos géneros se ha reportado como vectores de patógenos que pueden causar marchitez o muerte directa a especies vegetales de importancia agrícola, ornamentales y forestales (Atkinson, 2017). Se ha determinado que la importancia de algunas especies del género *Xyleborus*, radica en los daños estructurales que puede producir en la madera de uso comercial por las galerías que construyen (Rangel *et al.*, 2012). Algunos escarabajos ambrosiales pueden llegar a reducir el valor de mercado hasta un 50% en maderas almacenadas de coníferas (Livingston, 2004).

La importancia de los escarabajos ambrosiales es principalmente ecológica, ellos se encuentran entre los grupos dominantes de insectos en los bosques tropicales húmedos (Jordal, 2015). En los bosques, mantienen el balance de nutrientes, porque inician el proceso de reciclaje de los tejidos vegetales muertos (Coulson y Witter, 1990), siendo por lo tanto importantes descomponedores primarios de la materia vegetal leñosa muerta (Jordal, 2015).

3.4 Estado del conocimiento de la diversidad de los escarabajos ambrosiales de Nicaragua

En Nicaragua se encuentra un total de 62 especies de escarabajos ambrosiales registrados en diferentes publicaciones científicas (Maes y Equihua-Martínez 1986; Maes, 1998; Nunes y Dávila, 2004; Jiménez *et al.*, 2005; Jiménez, 2008; Atkinson, 2018; Rodríguez-Flores, 2019). Esta cantidad de especies conocidas del país es baja en comparación a los países vecinos, Costa Rica y Honduras, que cuentan con 415 y 250 especies respectivamente (Wood, 1982; Atkinson y Equihua-Martínez, 1988; Wood *et al.*, 1991a; Wood *et al.*, 1991b; Wood *et al.*, 1992). La riqueza real de escarabajos ambrosiales Nicaragua seguramente es mayor a la registrada a la fecha. Rodríguez-Flores y Barrios (2020) en un ecosistema insular de Panamá de 1500 hectáreas de extensión registraron 92 especies de escarabajos ambrosiales. Según Rodríguez-Flores (comunicación personal, 23 de septiembre de 2021) “la poca cantidad de especies conocidas de Nicaragua, en comparación de otros países de la región Centroamérica, no se debe a que exista una baja riqueza de especies si no a los pocos estudios realizados en el país dedicados a este grupo ecológico y taxonómico de insectos. De hecho, este investigador estima que la cantidad de especies en el país puede llegar a superar las 500”.

3.5 Estado del conocimiento de los escarabajos ambrosiales en los bosques de pinos de Nicaragua

De los bosques de pino de Nicaragua se conocen nueve especies de escarabajos ambrosiales (cuadro 1) (Maes y Téllez, 1988; Maes, 1992; Nunes y Dávila, 2004; Jiménez *et al.*, 2005; Jiménez, 2008; INAFOR *et al.*, 2020). Nicaragua tiene la distribución natural más sureña de los pinos americanos (Steven *et al.*, 2001). Los escarabajos ambrosiales de los pinares de los países vecinos (Honduras, Guatemala, El Salvador y Belice) no están documentados. No se ha evidenciado apropiadamente, pero, al parecer, la riqueza de especies de escarabajos ambrosiales se reduce hacia al norte del continente americano y se enriquece hacia el sur. Tres estudios realizados en bosques de pino de México registran cantidades de entre 11 a 5 especies (Thomas, 1966; Pérez *et al.*, 2020; Pérez *et al.*, 2015), mientras que en Panamá (Guerra-Rodríguez, 2011) registro 48 especies de escarabajos ambrosiales en sitios con predominio de pino. Atkinson (2013) indica que el 21.4% de los Scolytinae de México son de hábitos alimenticios ambrosiales, sin embargo, los estudios de Guerra-Rodríguez (2011) y Rodríguez (2016) indican que esto cambia en el continente porque encontraron

proporciones de 74 y 86.1% de especies ambrosiales en sus muestreos en bosques de pino y bosques de tierras bajas de Panamá, respectivamente.

Cuadro 1. Especies de escarabajos ambrosiales registradas en los pinares de Nicaragua

Especie	Subfamilia	Fuente
<i>Gnathotrichus perniciosus</i> (Wood, 1967)	Scolytinae	Maes, 1988; Maes, 1992.
<i>Xyleborus affinis</i> (Eichhoff, 1868)	Scolytinae	INAFOR <i>et al.</i> , 2020
<i>Xyleborus ferrugineus</i> (F. 1801)	Scolytinae	Maes, 1988; Maes, 1992.
<i>Xyleborus intrusus</i> (Blandford, 1898)	Scolytinae	Maes, 1988; Maes, 1992.
<i>Xyleborus pubescens</i> (Zimmermann, 1868)	Scolytinae	Maes, 1988; Maes, 1992.
<i>Xyleborus volvulus</i> (F.,1775)	Scolytinae	Maes, 1988; Maes, 1992.
<i>Xyleborus</i> sp.	Scolytinae	Jiménez <i>et al.</i> , 2005; 2008
<i>Euplatypus parallelus</i> (F., 1801)	Platypodinae	Maes, 1988; Maes, 1992; Nunes y Dávila, 2004.
<i>Euplatypus pini</i> (Hopkins, 1905)	Platypodinae	Maes, 1988; Maes, 1992.

3. 6 Conocimiento de aspectos ecológicos de la comunidad de escarabajos ambrosiales en los bosques de pinos neotropicales

Estudios realizados en bosques templados indican que los Scolytinae presentan variaciones poblacionales y en la estructura de la comunidad según la estacionalidad (Leksono *et al.*, 2005). En los ecosistemas tropicales pocos estudios ecológicos de Scolytinae y Platypodinae se han realizado. Los pocos estudios realizados en la región centroamericana se han realizado en Panamá principalmente, en este país, González (2005) y Salgado (2008) estudiaron la abundancia poblacional de Scolytinae, ambos autores encontraron una mayor abundancia de Scolytinae en los periodos lluviosos. Rodríguez y Barrios (2017) encontraron que los Platypodinae, un grupo casi exclusivamente ambrosial, presentan variaciones en su comunidad según la estacionalidad y el estrato vertical que habitan, las variaciones encontradas fueron que la abundancia de los Platypodinae que habitan en el dosel de un bosque tropical de Panamá es menor en los meses de verano.

Se ha identificado que los principales factores ambientales asociados a la dinámica de Scolytinae y Platypodinae son la temperatura y la humedad relativa (Leach *et al.*, 1940; Wood, 1982; Hulcr *et al.*, 2008; Pérez-de la Cruz *et al.*, 2016; Abreu *et al.*, 2002; Macedo-

Reis *et al.*, 2016; Rodríguez y Barrios, 2017). Los valores altos o bajos de la temperatura causan fluctuaciones en las poblaciones de Scolytinae (Wood, 1982). De igual forma, varias investigaciones asocian la humedad del ambiente y en el hospedero, así como las temperaturas adecuadas, como factores que influyen positivamente en la abundancia de los Scolytinae y Platypodinae en los ecosistemas (Leach *et al.*, 1940; Pérez de la Cruz *et al.*, 2011; Macedo-Reis *et al.*, 2016). En las especies xilomicetófagas la humedad es un factor importante especialmente en ecosistemas con alta humedad. Según Atkinson y Equihua (1986), en los bosques secos con larga estación seca los xilomicetófagos se ven limitados por el restringido crecimiento de los hongos simbióticos. Leach *et al.*, (1940) plantea que el contenido del agua de la madera infestada muestra tener influencia para la selección de sustrato por los Scolytinae xilomicetófagos. En Centroamérica los escasos estudios ecológicos de la distribución temporal de Scolytinae se han enfocado en las especies descortezadores (fleófagos) que afectan los bosques y plantaciones de Pino (Jiménez *et al.*, 2005; Jaén, 2013), pero no existen trabajos relacionados con la distribución temporal de ambrosiales (xilomicetófagos).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del estudio

La investigación se realizó en bosques de pinos del norte de Nicaragua exactamente en el departamento Nueva Segovia. “Este departamento se ubica en el extremo noroeste de Nicaragua, el cual limita al sur con el departamento de Madriz, al este con el departamento de Jinotega y al oeste y norte con la Republica de Honduras” (INIDE- MAGFOR, 2013 p.4).

4.2 Caracterización de sitios de estudio

Los sitios donde se muestrearon son: Alcántara, La Leona, El Empalme y El Trapiche, ubicados en los municipios: Dipilto, Mozonte, San Fernando y Jícaro, respectivamente. Alcántara es una localidad ubicada en el municipio de Dipilto, este se localiza entre las coordenadas 13° 43' latitud norte y 86° 30' de longitud oeste (INIDE-MAGFOR, 2013). La Leona está en el municipio de Mozonte, el cual está ubicado entre las coordenadas 13° 39" de latitud norte y 86° 26" de longitud oeste. El Empalme se localiza en el municipio de San Fernando, este se ubica entre las coordenadas 13° 40" latitud norte y 86° 19" longitud oeste. El Trapiche en el municipio de Jícaro, este se localiza entre las coordenadas 13°43' de latitud norte y 86° 08' longitud oeste. La altitud de los lugares donde se ubicaron los sitios de muestreo oscila entre 640 msnm y 822 msnm, los suelos del departamento, según la clasificación de la Soil Taxonomy, tiene diferentes órdenes predominando los Alfisoles, Entisoles e Inceptisoles. El clima de los sitios donde se muestreo es del tipo sabana tropical, con precipitaciones que varían entre los 1000 a 1400 mm y temperaturas que oscilan entre los 23 y 24°C (INIDE-MAGFOR, 2013). El 78.5% del territorio del departamento de Nueva Segovia es de vocación forestal integrada por diferentes especies forestales, las especies de pino presentes en el departamento son *P. oocarpa* y *Pinus caribaeae* Morelet (INIDE-MAGFOR, 2013; Stevens *et al.*, 2001).

4.3 Diseño metodológico

En el presente estudio se revisaron muestras entomológicas (no procesadas), capturadas en cuatro sitios en el departamento de Nueva Segovia utilizando el atrayente Alfa-Pineno + Etanol a relación 1:1. Los muestreos se realizaron de mayo de 2010 a febrero 2011. Los muestreos para ambrosiales formaron parte de un experimento organizado en un diseño de

Bloques Completos al Azar (BCA), integrado por cuatro tratamientos (semioquímicos y testigo) y cuatro replicas, teniendo como replica cada trampa con su respectivo tratamiento. En los cuatro sitios se instalaron cuatro trampas Lindgren cada una con su tratamiento, haciendo un total de 16 trampas para el estudio. Las trampas Lindgren se conformaron de doce embudos con su respectivo vaso colector, las trampas estuvieron dispuestas en forma de un cuadrado con una distancia de 30 metros entre trampa. Los tratamientos utilizados fueron: 1) frontalín + alfa-pineno, 2) Ipsenol + Ipdienol + Cis-Verbenol, 3) Alfa pineno + Etanol y 4) Testigo absoluto (trampa sin atrayente). Los semioquímicos utilizados como tratamiento se ocupan para capturar escarabajos descortezadores y escarabajos ambrosiales (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae y Platypodinae). A cada trampa se le agregó su respectivo atrayente, el cual se cambió por uno nuevo cada 30 días. Los frascos colectores de las trampas contenían agua con detergente, esta mezcla era remplazada cada 15 días. Las trampas se colgaron a una altura de 1.20 metros del suelo, sostenidas con alambre liso no. 16 a una distancia de 10 metros entre árbol. Las capturas se retiraron cada 15 días, los especímenes capturados (muestras) fueron depositados en bolsas plásticas con alcohol 98% como sustancia preservante, además se introdujeron a la bolsa una etiqueta de papel con la información: fecha de captura, colector, coordenadas de la trampa, sitio de ubicación de la trampa y atrayente utilizado.

4. 4 Procesamiento de muestras

Las muestras se llevaron y se depositaron en el Museo de Entomología de la Universidad Nacional Agraria (UNA), donde fueron almacenadas en viales de vidrio con alcohol al 70%. Con las muestras obtenidas se realizó identificación taxonómica a nivel de género y especie, también se realizó el recuento de especímenes de cada especie capturada. Para la identificación taxonómica se utilizaron claves dicotómicas de las siguientes literaturas: Wood (1982), Hulcr y Smith (2010), Wood *et al.*, (1991), Wood (2007) y los recursos de la página web de Altinson (2022). La confirmación taxonómica de las especies fue realizada por el entomólogo Oswaldo Rodríguez-Flores, autor de trabajos taxonómicos de Scolytinae y Platypodinae en Panamá y Nicaragua (Rodríguez y Barrios, 2017; Rodríguez-Flores y Barrios, 2020; Rodríguez-Flores, 2019; Rodríguez, 2016).

4.5 Variables evaluadas

Capturas totales de especímenes de escarabajos ambrosiales: se contabilizó el total de especímenes capturados con los semioquímicos esencia de trementina y alcohol durante los 12 meses de muestro en los sitios seleccionados de Nueva Segovia.

Capturas totales de especies de escarabajos ambrosiales: se contabilizó el total de especies capturadas durante los 12 meses de muestro en los sitios seleccionados de Nueva Segovia.

Capturas por especie de escarabajo ambrosial: se contabilizaron los especímenes de escarabajo ambrosial capturados durante los 12 meses de muestro en los sitios seleccionados de Nueva Segovia.

Capturas de especies por sitios de muestreos: se contabilizó el total de especies capturados por sitio durante los 12 meses de muestro en los sitios seleccionados de Nueva Segovia.

Capturas por especie en los sitios de muestreos: se contabilizaron las especies capturadas durante los 12 meses de muestro en cada uno de los sitios muestreados.

Captura de escarabajos ambrosiales por estación climática (invierno y verano): se contabilizaron las especies capturadas durante los meses de verano y los meses de invierno en los sitios seleccionados.

Cantidad de especies capturadas por periodos climáticos (verano e invierno): se contabilizó la cantidad de especies capturadas durante los meses verano y los meses de invierno en los sitios seleccionados.

4.6 Recolección de datos

En cada sitio, las capturas se realizaron cada 15 días durante 12 meses de muestreo. Basado en la identificación taxonómica a nivel de género y especie se realizó una cuantificación de la representatividad de cada especie. Los registros de la representatividad de cada especie se realizaron en una hoja de Microsoft Excel donde se ingresó la información de fecha de captura (días, mes y año), número de la trampa, coordenadas de la trampa y el nombre del sitio donde estaba instalada la trampa.

4.7 Análisis de datos

Para las variables de capturas totales de especímenes, especies y las capturas de especímenes por especie de escarabajo ambrosial se utilizó estadística descriptiva, calculando valores como sumatorias de especímenes y especies, así como las frecuencias de las especies (general y por sitio). Para calcular estos valores se utilizó el programa IBM SPSS Statistics (IBM, 2020).

Las variables capturas de especies y especímenes por especie fueron utilizadas para determinar la existencia de dependencia entre las especies y el sitio de muestreo donde fueron capturadas, así como para determinar diferencias estadísticas en la abundancia y riqueza entre los sitios. Para determinar esta dependencia se utilizó un Análisis de Correspondencia Simple (ACS), mientras que para determinar diferencias en la abundancia y riqueza se realizó la Prueba de Bondad de Ajuste (PBA) utilizando la distribución Ji Cuadrada; para ambos análisis se utilizó el programa XLSTAT (StatSoft, Inc., 2007). También estas variables fueron utilizadas para estimar la riqueza por sitio, la diversidad alfa y la diversidad beta. El programa utilizado para estimar la riqueza por sitio fue EstimateS versión 9.1.0 (Colwell, 2016). Para estimar los índices de la diversidad alfa y de la diversidad beta se utilizaron los programas BioDiversity Profesional versión 2.0 (McAleece *et al.*, 1997) y Past versión 3.24 (Hammer *et al.*, 2001).

Las variables de captura de escarabajos ambrosiales por estación climática (invierno y verano) y cantidad de especies capturadas por estación climática se emplearon para determinar diferencias estadísticas en la distribución temporal de la abundancia y riqueza de escarabajos ambrosiales en época del año, para analizarlas se realizó una prueba de comparación de muestras independientes. Seleccionando la prueba apropiada según la naturaleza de los datos (normalidad, homogeneidad de varianza y la independencia de las muestras). Las comparaciones estadísticas se realizaron con el programa STATISTICA (StatSoft, Inc., 2007). Para todas las pruebas estadísticas se utilizó un nivel de significancia de 0.05.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5. 1 Escarabajos ambrosiales capturados.

Se revisaron un total de 3,701 especímenes de escarabajos Scolytinae que pertenecían a 16 especies con diferentes hábitos alimenticios (fleofagia, xilomicetofagia y mielofagia) (anexo 1). El grupo con hábito alimenticio xilomicetofagia estuvo representado por 99 especímenes pertenecientes a diez especies, distribuidas en seis géneros (cuadro 2).

Cuadro 2. Especies de Scolytinae y Platypodinae xilemicetofagos (ambrosiales) capturados con trampas Lindgren cebadas con Alfa-pino + Etanol instaladas en cuatro localidades con bosque de pino en Nueva Segovia, Nicaragua.

No.	Nombre científico	Subfamilia	Registro para Nicaragua	
			Pinares	Nacional
1	<i>Premnobius cavipennis</i> Eichhoff, 1878	Scolytinae	No	No
2	<i>Xyleborus volvulus</i> (F.), 1775	Scolytinae	Si	Si
3	<i>Xyleborus intrusus</i> Blandford, 1898	Scolytinae	Si	Si
4	<i>Sampsonius dampfi</i> Schedl, 1940	Scolytinae	No	No
5	<i>Xyleborus affinis</i> Eichhoff, 1868	Scolytinae	Si	Si
6	<i>Corthylocurus mexicanus</i> (Schedl), 1950	Scolytinae	No	No
7	<i>Corthylus sanguineus</i> Schedl, 1935	Scolytinae	No	No
8	<i>Xyleborus spinulosus</i> Blandford, 1898	Scolytinae	No	No
9	<i>Euplatypus parallelus</i> (F.), 1801	Platypodinae	Si	Si
10	<i>Tricolus nodifer</i> Blandford 1905	Scolytinae	No	No

Se encontraron seis especies de escarabajos ambrosiales no conocidos del sistema forestal de pino en Nicaragua, como son: *Premnobius cavipennis*, *Sampsonius dampfi*, *Corthylocurus mexicanus*, *Corthylus sanguineus*, *Xyleborus spinulosus* y *Tricolus nodifer*. Además, de ser reportados por primera vez para los pinares de Nicaragua también son nuevos registros de la fauna de Scolytinae de Nicaragua. De los bosques de pino de Nicaragua se conocen nueve especies de escarabajos ambrosiales como son: *Gnathotrichus perniciosus*, *Xyleborus affinis*, *X. ferrugineus*, *X. intrusus*, *X. pubescens*, *X. volvulus*, *Xyleborus* sp. *Euplatypus parallelus* y *E. pini* (INAFOR *et al.*, 2020; Jiménez *et al.*, 2005; Jiménez, 2008; Maes, 1992; Maes y

Téllez, 1988; Nunes y Dávila, 2004). Previo al presente estudio, en Nicaragua no existían estudios enfocados en conocer las especies de escarabajos ambrosiales asociadas a los pinares, tampoco existen publicaciones en los países vecinos (Honduras, Guatemala, El Salvador y Belice) sobre la fauna de Scolytinae ambrosiales en los pinares. En la región centroamericana el único estudio enfocado en escarabajos ambrosiales fue realizado en Panamá por (Guerra-Rodríguez, 2011). Este autor registro 48 especies de escarabajos ambrosiales en sitios con predominio de pino, dentro de las especies encontradas estaban dos de las especies encontradas en el presente estudio: *Premnobius cavipennis* y *Sampsonius dampfi*. Con respecto a las otras especies solo *Corthylocurus mexicanus* y *X. spinulosus* se ha reportado en especies del género *Pinus* como hospedero en México, mientras que *Corthylus sanguineus* y *Tricolus nodifer* se han reportado en otras especies vegetales, pero no en pino (Atkinson, 2022; Wood, 2007; Wood y Bright, 1992). Por lo tanto, este estudio, además de aportar al conocimiento de la riqueza de los escarabajos ambrosiales en pinares, aporta al conocimiento de la entomofauna nacional; también aporta a la ampliación del conocimiento ecológico de dos especies de Scolytinae, como son: *C. sanguineus* y *T. nodifer*.

5. 2 Diversidad por sitio de muestreo (diversidad alfa)

En el presente estudio, la diversidad alfa fue calculada utilizando las variables de: captura de especies por sitios de muestreo y captura de especímenes por especies en los sitios de muestreos. Estos parámetros fueron estimados a través de curvas de acumulación de especies, estimadores de riqueza, índices de dominancia y de equidad (cuadro 3). En los muestreos se encontraron un total de 10 especies, sin embargo, esta cantidad no se registró en un solo sitio de muestreo. La riqueza o cantidad de especies se distribuyó de la siguiente manera: ocho especies en Jícaro, siete especies en San Fernando, cinco en Dipilto y tres en Mozonte (cuadro 3).

A través de los índices para calcular la riqueza esperada (Chao 1 y Chao 2), se estimaron cantidades de especies de 6.5, 11.33, 4 y 10 para Dipilto, Jícaro, Mozonte y San Fernando respectivamente, para el índice de Chao 1. Con respecto al índice de Chao 2 se estimaron cantidades de especies de 10.5, 11.06, 3.92 y 9.75 para Dipilto, Jícaro, Mozonte y San Fernando respectivamente. La calidad del muestreo se mide comparando el porcentaje de aproximación de la cantidad observada y estimada por los índices de estimación (Chao1 y

Chao2). La aproximación de la riqueza real y la de los estimadores de riqueza oscilaron entre 47.62-76.9 para Dipilto, 70.6-72.33 para Jícaro, 75.0-76.53 para Mozonte y 70.0-71.79 para San Fernando.

Cuadro 3. Parámetros encontrados y estimados (riqueza, índices de dominancia y de equidad) en los muestreos de Scolytinae y Platypodinae, xilemicetofagos (ambrosiales) capturados en cuatro localidades con bosque de pino en Nueva Segovia, Nicaragua

Riqueza de escarabajos ambrosiales encontrados	Sitios de muestreo			
	Dipilto	Jícaro	Mozonte	San Fernando
<i>Premnobius cavipennis</i>	1	11	6	1
<i>Xyleborus volvulus</i>	1	1	0	17
<i>Xyleborus intrusus</i>	4	1	1	11
<i>Sampsonius dampfi</i>	0	1	0	16
<i>Xyleborus affinis</i>	1	1	0	15
<i>Corthylocurus</i>	0	2	0	1
<i>Corthylus sanguineus</i>	0	1	0	1
<i>Xyleborus spinulosus</i>	0	2	0	0
<i>Euplatypus parallelus</i>	2	0	0	0
<i>Tricholus nodifer</i>	0	0	1	0
Ec	9	20	8	62
R (S)	5 a	8 a	3 a	7 a
Ee (Chao-1)	6.5	11.33	4	10
Ee (Chao-2)	10.5	11.06	3.92	9.75
Prcm	47.62-76.9	70.6-72.33	75.0-76.53	70.0-71.79
D	0.284	0.335	0.5938	0.2326
1-D	0.716	0.665	0.4063	0.7674
H'	1.427 a	1.538 a	0.7356 a, b	1.554 a, c
e ^{H'} /S	0.8333 a	0.5821 a	0.6956 a	0.6759 a

^a Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

Ec: Especímenes capturados, R (S): Riqueza, Ee (Chao-1): Especies esperadas o estimadas (índice Chao-1), Ee (Chao-2): Especies esperadas o estimadas (índice Chao-2), Prcm: Porcentaje de riqueza capturada en muestreos, D: Índice de dominancia, 1-D: Índice de Simpson (1-D), H': Índice de Shannon (H'), e^{H'}/S: Índice de equitatividad.

La riqueza de los sitios de muestreos fue mayor en Jícaro seguido de San Fernando, con 7 y 8 especies respectivamente. Mientras que los sitios con menor riqueza fueron Dipilto y

Mozonte con 5 y 3 respectivamente. Los estimadores de riqueza indican que los sitios de Jícaro, Mozonte y San Fernando presentaron una proximidad entre la riqueza real y la riqueza estimada superando un 70% de proximidad, no así en el sitio de Dipilto donde osciló entre 47 y 76% (Figura 1). Los resultados encontrados relacionados a la riqueza y los cálculos estimados nos indican que los sitios de Jícaro, Mozonte y San Fernando a través de la técnica de muestreo utilizado se obtuvieron las cantidades de especies permitidas, contrario al sitio de Dipilto que fueron bajas, esto se fundamenta en los trabajos de Jiménez-Valverde y Hortal (2003) quienes indican que aproximaciones porcentuales entre la riqueza real y estimada que supera el 70% son estimaciones estables. Por consiguiente, el sitio de Dipilto requería mayor esfuerzo de muestreo.

El índice de dominancia mostró los sitios de Dipilto, Jícaro y San Fernando con menor dominancia, mientras que Mozonte es el sitio con mayor dominancia (Cuadro 3), esto puede deberse a la sensibilidad del índice cuando la representación de especies es baja, ya que en este solo se encontraron tres especies, siendo *Premnobius cavipennis* la que presenta una mayor abundancia, mientras las otras dos están representadas con una sola especie (singleton) (Cuadro 3). De acuerdo con el análisis estadístico no existen diferencias significativas entre los sitios con respecto a la dominancia. Se puede notar que el género *Xyleborus* está presente en los 4 sitios de muestreo, y en San Fernando tres de las especies que registran una mayor abundancia pertenecen a este género. Las especies de *Xyleborus* más capturadas en este estudio se consideran especies comunes, abundantes, polífagas, con amplia distribución geográfica (Pérez- De La Cruz *et al.*, 2016). Los estudios, de Sanders (2011) y Jiménez *et al.*, (2005), realizados en el municipio de Nueva Segovia, reportan la presencia del género *Xyleborus* en Dipilto, el Jícaro y San Fernando, con abundancias por debajo de los 14 individuos. Uno de los géneros de mayor importancia en áreas tropicales es el género *Xyleborus* (Pérez-Silva *et al.*, 2015), es un grupo grande con aproximadamente 534 especies a nivel mundial, aunque los cambios taxonómicos, hacen que el número de especies varíe constantemente (Hulcr *et al.*, 2007). Las altas poblaciones de *Xyleborus* se asocian con la disponibilidad de recursos vegetales y las condiciones ambientales que les permiten una mejor adaptación y por ende ser más dominantes (Estrada- Pérez *et al.*, 2012).

De acuerdo con el índice inverso de Simpson (1-D), los sitios que presentaron una mayor diversidad son San Fernando, Jícaro y Dipilto. El sitio que presenta la más baja diversidad es Mozonte, este valor bajo esta influenciado por la baja riqueza de especies encontradas y la alta abundancia de una de las tres especies encontradas.

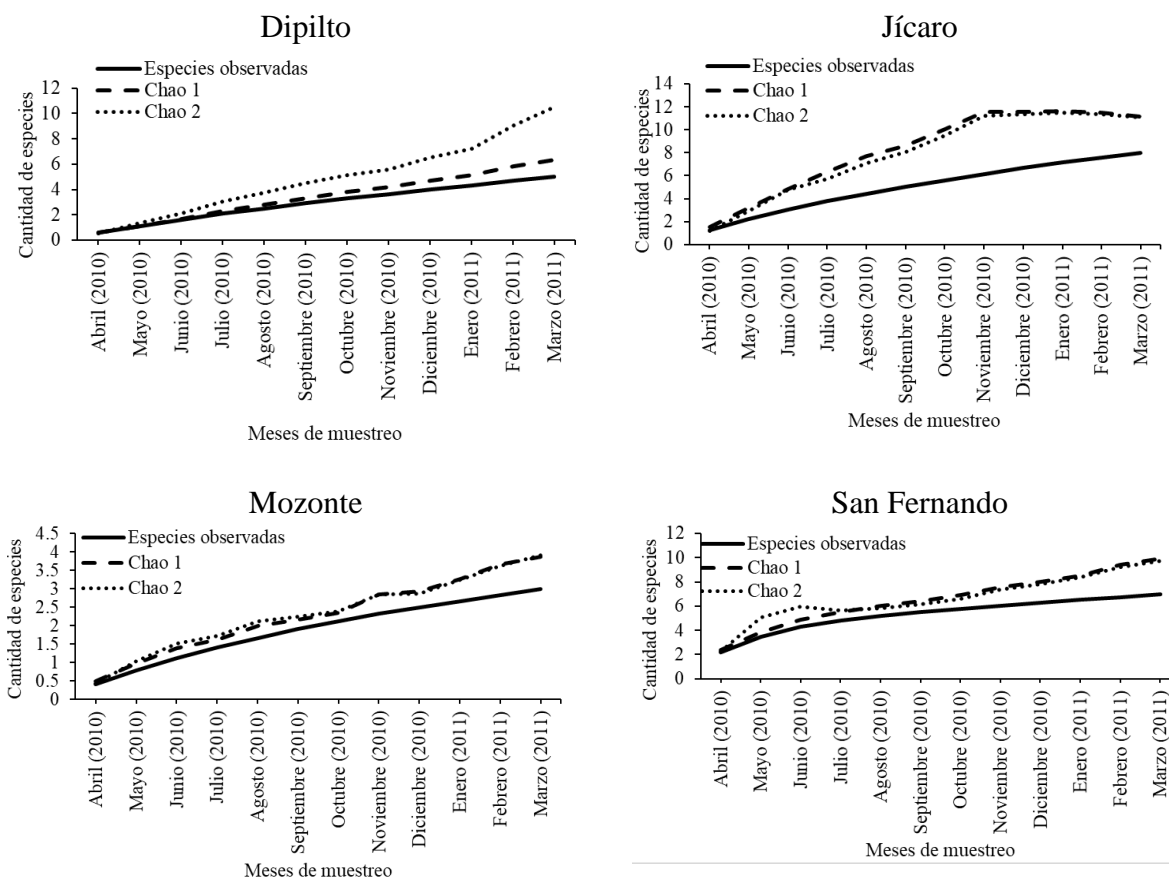


Figura 1. Curvas de acumulación de especies capturas y estimadas con los estimadores Chao 1 y Chao 2 en los sitios de muestreo en Nueva Segovia, Nicaragua.

En cuanto al índice de Shannon (H') el sitio que presenta una mayor diversidad es San Fernando. Se realizó una comparación estadística con el programa Past, el cual indicó que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre Mozonte y San Fernando, de estos, Mozonte es el que presenta el valor más bajo en diversidad, viéndose también reflejado en el índice inverso de Simpson (Cuadro 3). La diversidad incluye dos aspectos de los muestreos: especies y sus abundancias relativas, entonces San Fernando fue el sitio con alta cantidad de especies y estas, todas, estaban bien representadas sin evidenciarse la prevalencia de ninguna. Contrario a Mozonte, donde había pocas especies y había dominancia de una, la cual fue *P*.

cavipennis. Este patrón se debe a que existen diferencias ecológicas en entre los sitios, que favorecen a unas especies y restringen a otras.

5.3 Diversidad entre sitios de muestreo (diversidad beta)

Las capturas obtenidas en los sitios de muestreos fueron diferentes estadísticamente. La Prueba de Bondad de Ajustes ($X^2= 78.3333$, $gl= 3$, $p= 0.000000$) para las capturas y el Análisis de Correspondencia Simple ($X^2= 105.588$, $gl= 27$, $p= 0.0001$) indicaron que existen diferencias en las capturas de ambrosiales en los sitios de muestreo y una dependencia de las capturas entre las especies y los sitios muestreados (anexo 2 y 3). El Análisis de Conglomerados realizado para establecer la relación entre las capturas en los sitios de muestreo indico dos grupos, uno integrado de Dipilto-Jicaro-Monzonte y otro representado con San Fernando, este último con mayor número de capturas en comparación del otro grupo.

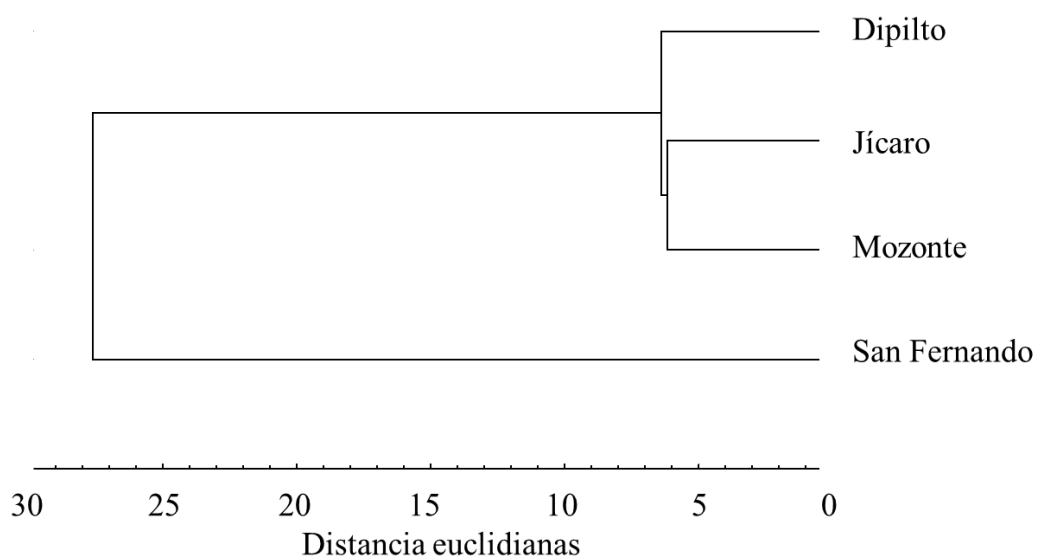


Figura 2. Diagrama de cluster basado en distancias euclidianas para las capturas obtenidas en los sitios de muestreo en Nueva Segovia Nicaragua.

En cuanto al índice de Jaccard, el valor más alto es entre Jicaro-San Fernando ($J= 0.87$) indicando una mayor similitud ya que ambos sitios comparten casi el mismo número de especies, no así en igual abundancia de estas. En estos mismos sitios, evaluados con el índice de Morisita- Horn, se observa menor similitud (Cuadro 4) debido a las abundancias presentadas por cada especie.

El sitio que comparte menor similitud en la composición de especies con los demás sitios de acuerdo al índice de Jaccard, es Mozonte, mostrando valores debajo del 33% (Cuadro 4), esto es concordante con la cantidad de especies registradas, siendo este el sitio donde se capturaron solo tres especies. Este mismo sitio analizado con el índice de Morisita-Horn, se observan valores diferentes, mostrando que si existe una mayor similitud con el Jícaro (90%), a pesar de que estos dos sitios difieren tanto en abundancia como en riqueza de especies, comparten la especie *Premnobius cavipennis* que es la más abundante en ambos sitios. Dado que el índice de Morisita-Horn es sensible a las abundancias de las especies, podría tener relación con la alta similitud mostrada entre Jícaro-Mozonte. Mientras que, para los sitios de El Jícaro y San Fernando, el valor del índice es bajo a pesar de que estos comparten la mayoría de las especies no así la abundancia de las mismas, esta última mayor en San Fernando. La abundancia y composición de especies de escarabajos ambrosiales está asociada a diversos factores como los tipos de bosque de pino, edad en pie, manejo del bosque, temperatura y humedad relativa (Tarno *et al.*, 2022). Las prácticas de manejo impactan en la riqueza de insectos, ya sea de forma directa afectando los recursos o indirectamente al crear cambios micro climáticos y cambios en los conjuntos de especies (Perry *et al.*, 2016). Los insectos logran su mayor diversidad en los bosques primarios debido a que la temperatura y la humedad relativa son moderadas y estables, así como la complejidad estructural de la variedad de recursos vegetales disponibles (Schowalter, 2017). Para los escarabajos ambrosiales las condiciones adecuadas de estos factores propician el óptimo establecimiento y desarrollo de los hongos simbióticos dando como resultado que las poblaciones de ambrosiales alcancen su máximo desarrollo (Pérez de la Cruz *et al.*, 2011).

Las diferencias en las abundancias de individuos entre los sitios evaluados podrían estar asociadas con la elevación de estos, Tovar (2017) evaluando diferentes tipos de bosques de pino afirma que la elevación del sitio es un factor que tiene influencia sobre la abundancia de individuos, pero no así sobre la cantidad de especies. De acuerdo a Rodríguez (2016) “las comunidades de Scolytinae y Platipodinae están conformadas según el estrato donde se encuentran”.

Sin embargo, para poder profundizar en los aspectos ecológicos que permitan brindar información más precisa y confiable sobre la ecología de los escarabajos ambrosiales en un

determinado ecosistema, es necesario hacer uso de herramientas de medición ambiental en los hábitats, así como la caracterización vegetal del ecosistema.

Cuadro 4. Comparaciones pareadas de la diversidad entre los sitios de muestreo en Nueva Segovia Nicaragua

Sitios de muestreo	Índices de similitud	
	Jaccard (cualitativo)	Morisita-Horn (cuantitativo)
Dipilto-Jícaro	0.44	0.30
Dipilto-Mozonte	0.33	0.31
Dipilto-San Fernando	0.50	0.53
Jícaro-Mozonte	0.22	0.90
Jícaro-San Fernando	0.87	0.20
Mozonte-San Fernando	0.25	0.08

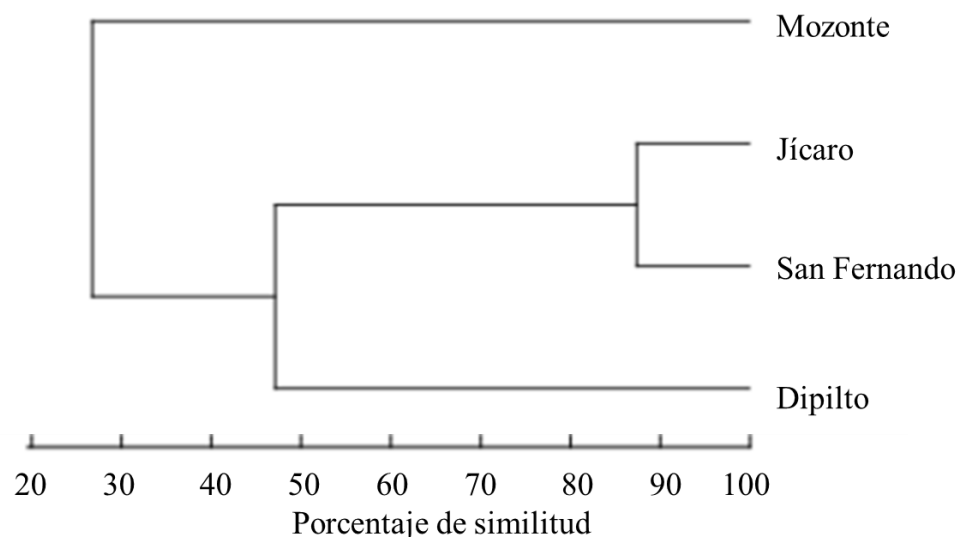


Figura 3. Diagrama de cluster para la similitud (basado en el índice de Jaccard) de especies encontradas en los sitios de muestreo en Nueva Segovia Nicaragua.

5. 4 Distribución temporal de la comunidad de escarabajos ambrosiales en el bosque de pino.

Se realizó una comparación de los parámetros de comunidad en cada sitio según las estaciones del año identificadas en los sitios de muestreo.

En Dipilto no se registraron capturas en la estación de invierno, por lo tanto, la riqueza y los índices para la diversidad para las estaciones no se pueden comparar estadísticamente. En

Mozonte en la estación de invierno solo se registró una captura por lo tanto no presenta varianza ni rango.

Los sitios El Júcaro y San Fernando, fueron evaluados con la prueba estadística t de student y la prueba de rangos de Wilcoxon (anexo 4 y 5). Los parámetros evaluados en cada sitio fueron: capturas, riqueza, diversidad y equidad. No se encontraron diferencias estadísticas significativas ($T=0.27$, $p=0.812$, $gl=2$; $T=1.00$, $p=0.499$, $gl=2$) entre las estaciones del año en ambos sitios (Cuadro 5), por lo que la comunidad de escarabajos ambrosiales en el bosque de pino no es más diversa en el periodo lluvioso por las condiciones ambientales que se producen durante este periodo climático.

Estos resultados no corresponden a estudios similares de Scolytinae y Platypodinae que se han realizado en ecosistemas tropicales. Estudios realizados en Panamá, por Gonzales (2005) y Salgado (2008) abordaron la abundancia poblacional de Scolytidae y ambos autores encontraron una mayor abundancia en la estación de invierno. Otro estudio más reciente realizado en un bosque tropical de Panamá, por Rodríguez y Barrios (2017) encontraron que los Platypodinae, un grupo casi exclusivamente ambrosial, presentan variaciones en su comunidad según la estacionalidad y el estrato vertical que habitan, siendo menor la abundancia en los meses de verano.

La diferencia en el presente estudio con otros estudios en ecosistemas tropicales podría deberse a factores ambientales propios de los sitios de muestreo durante el desarrollo del estudio, ya que existen evidencias científicas que los xilomicetofagos (ambrosiales) son más abundantes en la estación lluviosa por las condiciones de humedad que favorecen el desarrollo de su hongo simbionte. Algunos autores han identificado que los principales factores ambientales asociados a la dinámica de Scolytinae y Platypodinae son la temperatura y la humedad relativa (Leach *et al.*, 1940; Wood, 1982; Hulcr *et al.*, 2008; Pérez de la Cruz *et al.*, 2011; Abreu *et al.*, 2002; Macedo-Reis *et al.*, 2016; Rodríguez y Barrios, 2017). Según Atkinson y Equihua (1986), en los bosques secos con larga estación seca los xilomicetófagos se ven limitados por el restringido crecimiento de los hongos simbióticos. Leach *et al.*, (1940) plantea que el contenido del agua de la madera infestada muestra influencia para la selección de sustrato por los Scolytinae xilomicetófagos. En este estudio no fue posible contar con las variables abióticas de temperatura, humedad relativa y precipitación durante los meses del

estudio, debido la ubicación de las estaciones meteorológicas, de las cuales no se puede obtener resultados específicos sobre los sitios.

Cuadro 5. Comparaciones pareadas de los parámetros de la diversidad entre las estaciones del año (invierno y verano) en los sitios de muestreo en Nueva Segovia Nicaragua

Parámetros	Sitios de muestreo y capturas por estaciones del año (V: verano; I: invierno).							
	Dipilto		Jícara		Mozonte		San Fernando	
	V	I	V	I	V	I	V	I
ETC	11.00	0.00	9.00	8.00	5.00	4.00	25.00	35.00
PECM	2.20	0.00	2.25a	2.67a	1.67	0.67	6.25a	8.75a
EPTC	9.00	0.00	6.00	5.00	3.00	2.00	12.00	12.00
PSPM	1.80	0.00	1.50a	1.67a	1.00	0.33	3.00a	3.00a
DPM	0.49	0.00	0.33a	0.55a	0.00	0.09	0.89a	0.84a
EPM	0.99	0.00	0.99a	0.95a	1.00	0.15	0.95a	0.88a
PSRE	0		20		50		80	

^a Letras diferentes en la misma fila de cada sitio de muestreo indican diferencias significativas ($p=0.05$). ETC: especímenes totales capturados, PECM: promedio de especímenes capturados mes, SPTC: especies totales capturadas, PSPM: promedio de especies encontradas mes, DPM: Diversidad promedio por mes-1 (índice de Shannon, H'), EPM Equidad promedio por mes (índice de equitatividad, eH'/S), PSRE: porcentaje de similitud de riqueza entre estaciones (Índice de Jaccard)

VI. CONCLUSIONES

Se encontraron 10 especies de escarabajos ambrosiales en los sistemas forestales muestreados de las cuales seis no se conocían ni tampoco se habían registrado en la fauna entomológica nacional. Las especies, considerados nuevos registros, son: *Premnobius cavipennis*, *Sampsonius dampfi*, *Corthylocurus mexicanus*, *Corthylus sanguineus*, *Xyleborus spinulosus* y *Tricolus nodifer*.

Los sitios de San Fernando, Júcaro y Dipilto presentaron una mayor diversidad alfa, siendo estos más heterogéneos en la comunidad biológica de escarabajos ambrosiales, tampoco se evidenció la dominancia de ninguna especie de escarabajo ambrosial. El sitio de Mozonte tiene la diversidad alfa más baja, siendo este sitio menos heterogéneo en la comunidad de escarabajos ambrosiales y presentando una dominancia de la especie *Premnobius cavipennis*.

La diversidad beta, muestra que de los cuatro sitios únicamente Júcaro y Mozonte comparten una mayor similitud (90%) en la comunidad biológica de escarabajos ambrosiales, esto se debe a que los sitios presentan condiciones que favorecen el óptimo establecimiento de las especies de escarabajos ambrosiales.

Las mediciones de capturas, riqueza, diversidad y equidad, de la estación de verano e invierno para San Fernando y Júcaro no mostraron diferencias estadísticas entre las estaciones. Siendo esto un patrón atípico en las comunidades de escarabajos ambrosiales de la región neotropicales.

VII. RECOMENDACIONES

Es necesario realizar más estudios enfocados en conocer la diversidad de la fauna de escarabajos ambrosiales ya que se permitiría ampliar los registros de la fauna entomológica de los ecosistemas de pinos en Nicaragua y de igual manera los registros de distribución en el territorio nacional.

Realizar un nuevo estudio en los mismos sitios de muestreo tomando en cuenta las variables de temperatura, humedad relativa y precipitación, en cada sitio de muestreo para poder establecer la correlación de estos factores abióticos con las variables de abundancia y diversidad de los escarabajos ambrosiales durante la estación de verano e invierno.

Desarrollar un estudio en San Fernando, debido a que fue el sitio más diverso en el presente estudio, este estudio debe incorporar mayor representatividad del bosque, además de identificar los factores bióticos y abióticos que influyen en la comunidad de escarabajos ambrosiales existentes.

VIII. LITERATURA CITADA

- Abreu, R. L. S. D., Sales-Campos, C., Hanada, R. E., Vasconcellos, F. J. D. y Freitas, J. A. D. (2002). *Avaliação de danos por insetos em toras estocadas em indústrias madeireiras de Manaus, Amazonas, Brasil*. *Revista Árvore*, 26, 789-796.
- Alonso-Zarazaga, M. A. y Lyal, C. H. (2010). *A catalogue of family and genus group names in Scolytinae and Platypodinae with nomenclatural remarks (Coleoptera: Curculionidae)*. *Zootaxa*, 2258(1), 1-134.
- Atkinson, T. H. (2013). *Estado de conocimiento de la taxonomía de los escarabajos descortezadores y ambrosiales de México (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae)*. En *XVI Simposio Nacional de Parasitología Forestal* (pp. 13-27). México: Comisión Nacional Forestal.
- Atkinson, T. H. (2017). *Familia Curculionidae: Subfamilia Scolytinae y Subfamilia Platypodinae*. En *Fundamentos de Entomología Forestal* (pp: 239-241). México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Atkinson, T. H. (2018). *A new species, new synonymy and new records of Mexican and Central American Xyleborini (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae)*. *Zootaxa*, 4442(2), 345-350.
- Atkinson, T. H. y Equihua M. A. (1986). *Biology of the Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera) in a tropical deciduous forest at Chamela, Jalisco, Mexico Florida*. *Entomologist*, 69(2), 303-310.
- Atkinson, T. H. y Equihua-Martínez, A. (1988). *Notes on the biology the scolytids and platypodids (Coleoptera) from Mexico and Central America*. *Folia Entomológica Mexicana*, 76, 83-105.
- Atkinson, T. (28 de julio de 2022). *Bark and Ambrosia Beetles of the Americas*. <https://barkbeetles.info/index.php>
- McAlece, N., Gage, J. D. G., Lambhead, P. J. D. y Paterson, G. L. J. (1997). *BioDiversity Professional statistics analysis software*. Jointly developed by the Scottish

- Association for Marine Science and the Natural History Museum. (version 2.0) [Software]. <http://www.sams.ac.uk>
- Colwell, R. K. (2016). *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples*. (Version 9.1.0) [Software]. <https://www.robertkcolwell.org/pages/1407-estimates>
- Coulson, R. N. y Witter, J. A. (1990). *Entomología forestal: ecología y control*. México: LIMUSA.
- Estrada-Pérez, N., Pérez-De La Cruz, M. y Hernández-May, M. (2012). *Fluctuación poblacional de Cortihylus spp (Coleoptera: Curculionidae) en Tabasco, México* *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 13, 16-24.
- González T, M. A. (2005). *Estratificación vertical, diversidad y estacionalidad de Coleoptera: Curculionoidea en la Isla Barro Colorado*. Tesis Maestría. Universidad de Panamá.
- Guerra-Rodríguez, L. (2011). *Las comunidades de Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) asociadas a cinco sitios con predominio de Pino en la República de Panamá*. *Scientia*, 21(2), 85-94.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., y Ryan, P. D. (2001). *Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis*. (version 3.24) [Software]. https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Hulcr, J., Dole, S. A., Beaver, R. A. y Cognato, A. I. (2007). *Cladistic review of generic taxonomic characters in Xyleborina (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae)*. *Systematic Entomology*, 32: 568-584.
- Hulcr, J., Beaver, R. A., Puranasakul, W., Dole, S. A. y Sonthichai, S. (2008). *Una comparación de las comunidades de escarabajos de la corteza y ambrosía en dos tipos de bosques en el norte de Tailandia (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae y Platypodinae)*. *Entomología Ambiental*, 37 (6), 1461-1470.
- Hulcr, J. y Smith, S. (2010). *Xyleborini ambrosia beetles: an identification tool to the world genera*. <http://itp.lucidcentral.org>

- IBM. (2020). IBM SPSS *Statistics (Statistical Package for the Social Sciences)*, (version 27.0) [Software]. <https://www.ibm.com/products/spss-statistics>.
- Instituto Nacional Forestal. (2008). *Programa Forestal Nacional del Poder Ciudadano*. Managua, Nicaragua: Autores.
- Instituto Nacional de Información de Desarrollo y Ministerio Agropecuario y Forestal. (2013). *IV Censo Nacional Agropecuario: Departamento de Nueva Segovia y sus municipios uso de la tierra y el agua en el sector agropecuario*. Autoedición.
- Instituto Nacional Forestal; Universidad Nacional Agraria; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2020). *Manual de plagas y enfermedades en viveros y bosques de pinos*. Managua, Nicaragua.
- Jaén L, D. A. (2013) *Monitoreo de la dispersión de la población de Ips calligraphus en las plantaciones forestales de Pinus caribaea var hondurensis en el proyecto bosque siglo XXI, en Río Hato, provincia de Coclé, República de Panamá*. *Scientia*, 23(1) 87-102
- Jiménez Martínez, E. (2008). *Guía de identificación de los principales insectos coleópteros asociados a los pinares de Nicaragua*. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- Jiménez-Martínez, E. y Ordoñez R, J. A. (2021). *Fluctuación poblacional de principales insectos descortezadores asociados al pino (Pinus oocarpa, L.) en Matagalpa, Nicaragua*. *Revista Universitaria del Caribe*, 27(02), 41-47.
- Jiménez Martínez, E., López Zeledón, L. B., Marín, T. y Zelaya Obregón, M. (2005). *Dinámica poblacional e identificación de (Dendroctonus frontalis Zimm) y otros insectos descortezadores de pino en Nueva Segovia, Nicaragua*. *La Calera*, 5(6), 22-27.
- 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.

- Jordal, B. H. (2015). *Molecular phylogeny and biogeography of the weevil subfamily Platypodinae reveals evolutionarily conserved range patterns. Molecular Phylogenetics and Evolution*, 92, 294-307.
- Leach, J. G., Hodson, A. C., Chilton, S. J. y Christensen, C. M. (1940). *Observations on two ambrosia beetles and their associated fungi. Phytopathology*, 30(3), 227–236.
- Leksono, A. S., Takada, K., Koji, S., Nakagoshi, N., Anggraeni, T., y Nakamura, K. (2005). *Vertical and seasonal distribution of flying beetles in a suburban temperate deciduous forest collected by Water Pan Trap. Insect Science*, 12(3), 199-206.
- Livingston, R L. (2004). *Management guide for ambrosia beetles En Forest insect and decease management guide for the northern and central Rocky Mountains*. Estados Unidos: Forest Service.
- Macedo-Reis, L.E., De Novais, S.M.A., Monteiro, G.F., Flechtmann, C.A.H., De Faria, M.L. y De Siqueira Neves, F. (2016). *Spatio-Temporal Distribution of Bark and Ambrosia Beetles in a Brazilian Tropical Dry Forest. Journal of Insect Science*, 16(1), 1-9.
- Maes, J. M. (1992). *Plagas insectiles de Nicaragua I. Coleópteros asociados con Pinus oocarpa Schiede. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, 23, 13-16.
- Maes, J. M. (1998). *Catálogo de los insectos y artrópodos terrestres de Nicaragua*.
- Maes, J. M., y Equihua-Martínez, A. (1988). *Catálogo de Scolytidae y Platypodidae (Coleoptera) de Nicaragua. Revista Nicaragüense de Entomología*, 3, 1-43.
- Maes, J. M., y Téllez R, J. (1988). *Catálogo de los insectos y artrópodos terrestres asociados a las principales plantas de importancia económica en Nicaragua. Revista Nicaragüense de Entomología*, 5, 1-95.
- Nunes Zuffo, C., y Dávila Arce, M. L. (2004). *Guía para la identificación de gorgojos descortezadores del pino e insectos asociados*. Estelí, Nicaragua: Universidad Agropecuaria Católica del Trópico Seco.
- Pérez, S. M., Equihua, M. A., Estrada, V. E. G., Muñoz, V. A. L., Valdez, C. J. M., Sánchez, E. J. y Atkinson, T. H. (2015). *Sinopsis de especies mexicanas del género Xyleborus*

- eichhoff, 1864 (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). Acta Zoológica Mexicana (ns), 31, 239-250.*
- Pérez-de la Cruz, M., Hernández-May, M.A., De La Cruz-Pérez, A. y Sánchez-Soto, S. (2016). *Scolytinae y Platypodinae (Coleoptera: Curculionidae) de dos áreas de conservación en Tabasco, México. Revista de Biología Tropical, 64(1), 335-342*
- Pérez de la Cruz, M., Valdéz carrasco, J.M., Romero Nápoles, J., Equihua Martínez, A., Sánchez Soto, S. y Pérez, C. (2011). *Fluctuación poblacional, plantas huéspedes, distribución y clave para la identificación de Platypodinae (Coleoptera: Curculionidae) asociados al agroecosistema cacao en Tabasco, México. Acta Zoológica Mexicana, 27(1), 129-143.*
- Pérez, A. E. C., Martínez, A. E., Peláez, E. J. J., Cervantes, L. E. R., y Guzmán, R. C. (2020). *Scolytinae y Platypodinae (Coleoptera: Curculionidae) de un bosque mixto de pino-latifoliadas de la Sierra de Manantlán, Jalisco, México. Dugesiana, 27(2), 83-90.*
- Pérez-Silva, S. M., Equihua, M. A., Estrada, V. E. G., Muñoz, V. A. L., Valdez, C. J. M., Sánchez, E. J. y Atkinson, T. H. (2015). *Sinopsis de especies mexicanas del género Xyleborus eichhoff, 1864 (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). Acta Zoológica Mexicana (ns), 31, 239-250.*
- Perry, J., Lojka, B., Quinones Ruiz, L. G., Van Damme, P., Houška, J. y Fernandez Cusimamani, E. (2016). *How natural forest conversion affects insect biodiversity in the Peruvian Amazon: can agroforestry help?. Forests, 7(4), 82.*
- Programa Socioambiental y Desarrollo Forestal. (2006). *Manejo del Bosque de pino en Nicaragua. Managua, Nicaragua.*
- Rangel, R., Pérez, M., Sánchez, S. y Capello, S. (2012). *Fluctuación poblacional de Xyleborus ferrugineus y X. affinis (Coleoptera: Curculionidae) en ecosistemas de Tabasco, México. Revista de Biología Tropical, 60(4), 1577-1588.*
- Rodríguez Flores, O. R. (2016). *Scolytinae y Platypodinae (Coleoptera: Curculionidae): ecología de la comunidad en la Isla Barro Colorado y aportes al conocimiento de su*

- composición faunística en el Área del Canal de Panamá*. Tesis Maestría. Universidad de Panamá.
- Rodríguez-Flores, O (2019). New records of Scolytinae from Nicaragua (Coleoptera, Curculionidae) with description of male genitalia of *Taurodemus sharpi* (Blandford, 1898). *Revista Nicaragüense de Entomología*. 166, 1-12.
- Rodríguez, O. R. y Barrios, H. (2017). *Diversidad, distribución vertical y temporal de los escarabajos ambrosiales Platypodinae (Coleoptera: Curculionidae) en la Isla Barro Colorado, Panamá*. *Scientia*, 27(2), 69-85.
- Rodríguez-Flores, O. y Barrios, H. (2020). *Scolytinae y Platypodinae (Coleoptera: Curculionidae) de la Isla Barro Colorado, Panamá*. *Scientia*, 30(1), 15-52.
- Saavedra R, L. L. (28 de abril de 2017). *Prevención, control y combate de plagas y enfermedades en ecosistemas forestales y zonas urbanas*. Foro de Transferencia de Tecnología de Sanidad Forestal: Xalapa, Veracruz, México.
- Salgado Lizardo, C. A. (2008). *Análisis de abundancia y diversidad de Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) en la Zona del Canal de Panamá*. Tesis Maestría. Universidad de Panamá.
- Sanders Jarquin, S. E. (2011). *Evaluación de tres compuestos simuladores de alfa pineno y sinérgicos de frontalín para la captura de gorgojos descortezadores de pino y fauna asociada en trampas de embudo múltiple en el municipio de San Fernando, Nueva Segovia* (Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Agraria, UNA).
- Schowalter, T. (2017). *Arthropod diversity and functional importance in old-growth forests of North America*. *Forests*, 8(4), 97.
- StatSoft, Inc. (2007). *STATISTICA (data analysis software system)*, (version 8.0) [Software]. <https://www.statsoft.com>.
- Stevens, W. D., Ulloa, C., Pool, A., y Montiel, O. M. (2001). *Flora de Nicaragua* (Vol. 85, No. 1, p. 943). St. Louis: Missouri Botanical Garden Press.

- Tarno, H., Setiawan, Y., Putri, R. A. A., Nardo, A., Tsamarah, F. G., Asri, J. y Wang, J. (2022). *Effect of Pine Forest Management on the Diversity of Ambrosia Beetles (Curculionidae: Platypodinae and Scolytinae) in East Java, Indonesia. Diversity, 14(6), 484.*
- Thomas, J. B. (1966). *Some Scolytidae from the Sierra Madre Occidental in Mexico. The Canadian Entomologist, 98(8), 871-875.*
- Tovar, D. C. (Ed.). (2017). *Fundamentos de entomología forestal.* Universidad Autónoma Chapingo.
- Wood, S. L. (1982). *The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae), a taxonomic monograph.* Utah: Brigham Young University.
- Wood, S. L. (2007). *Bark and ambrosia beetles of South America (Coleoptera: Scolytidae).* Bean Life Science Museum. Provo, UT, USA.
- Wood, S. L y Bright, D. E. (1992). *A catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera), Part 2. Taxonomic Index (Volumes A,B). Great Basin Nat. Mem. 13: 11553.*
- Wood, S. L., Stevens, G. C. y Lezama, H. J. (1991a). *Los Scolytidae de Costa Rica: clave de géneros y de la subfamilia Hylesinae (Coleoptera). Revista de Biología Tropical, 39, 125-148.*
- Wood, S. L., Stevens, G. C. y Lezama, H. J. (1991b). *Scolytidae (Coleoptera) de Costa Rica II. Clave para la subfamilia Scolytinae, tribus: Scolytini, Ctenophorini, Micracini, Ipini, Dryocoetini, Xyleborini y Cryphalini. Revista de Biología Tropical, 39, 279-306.*
- Wood, S. L., Stevens, G. C. y Lezama, H. J. (1992). *Los Scolytidae (Coleoptera) de Costa Rica: Clave de la subfamilia Scolytinae, Tribu Corthylini. Revista de Biología Tropical, 40, 247-286.*

IX. ANEXOS

Anexo 1. Scolytinae y Platypodinae capturados con trampas Lindgren cebadas con trementina y etanol instaladas en cuatro localidades con plantaciones de pino en Nueva Segovia, Nicaragua

No.	Nombre científico	Subfamilia	Hábitos alimenticios			Total
			Fleofagia	Xilomicetofagia	Mielofagia	
1	<i>Coccotrypes cyperi</i> (Beeson), 1929	Scolytinae	1			1
2	<i>Cryptocarenum</i> sp.	Scolytinae			56	56
3	<i>Pityophthorus</i> sp.	Scolytinae	18			18
4	<i>Corthylocurus mexicanus</i> (Schedl), 1950	Scolytinae		3		3
5	<i>Corthylus sanguineus</i> Schedl, 1935	Scolytinae		2		2
6	<i>Dendroctonus mesoamericanus</i> Armendariz-Toledano & Sullivan, 2015	Scolytinae	36			36
7	<i>Dendroctonus valens</i> Le Conte, 1860	Scolytinae	94			94
8	<i>Hypothenemus</i> sp.	Scolytinae			13	13
9	<i>Ips apache</i> Lanier, 1991	Scolytinae	3381			3381
10	<i>Premnobius cavipennis</i> Eichhoff, 1878	Scolytinae		19		19
11	<i>Sampsonius dampfi</i> Schedl, 1940	Scolytinae		17		17
12	<i>Tricholus nodifer</i> Blandford 1905	Scolytinae		1		1
13	<i>Xyleborus affinis</i> Eichhoff, 1868	Scolytinae		17		17
14	<i>Xyleborus intrusus</i> Blandford, 1898	Scolytinae		17		17
16	<i>Xyleborus spinulosus</i> Blandford, 1898	Scolytinae		2		2
17	<i>Xyleborus volvulus</i> (F.), 1775	Scolytinae		19		19
18	<i>Euplatypus parallelus</i> (F.), 1801	Platypodinae		2		2
Total			3530	99	69	3698

Anexo 2. Prueba de bondad de ajuste bajo la distribución de ji cuadrado

Casos	Frecuencias observadas vs. frecuencias esperadas			
	$X^2= 78.33333$; grados de libertad=3; p valor= 0.000000			
	Abundancias observadas	Abundancias esperadas	O-E	(O-E)**2/E
C1	9.00000	24.75000	-15.7500	10.02273
C2	20.00000	24.75000	-4.7500	0.91162
C3	8.00000	24.75000	-16.7500	11.33586
C4	62.00000	24.75000	37.2500	56.06313
Suma	99.00000	99.00000	0.0000	78.33333

Anexo 3. Análisis de Correspondencia Simple (ACS)

Chi-cuadrado (Valor observado)	105.588
Chi-cuadrado (Valor crítico)	40.113
GL	27
valor-p	<0.0001
alfa	0.050

Anexo 4. Pruebas de t-Student para comparaciones de variables entre estaciones

Variable	Media	Desviación estándar	N	Diferencia	Desviación estándar de la diferencia	t	Grados de libertad	Valor p
Capturas San Fernando	6.333333	6.110101	3	-1.00000	9.848858	-0.175863	2	0.876596
Riqueza San Fernando	2.666667	1.527525	3	0.333333	3.511885	0.164399	2	0.884530
Índice de Shannon San Fernando	0.674100	0.586950	3	0.205567	1.317683	0.270211	2	0.812327
Índice de Shannon Jícaro	0.346550	0.490096	2	-0.346550	0.490096	-1.00000	1	0.500000

Anexo 5. Pruebas Wilcoxon para comparaciones de variables entre estaciones (datos transformados)

Variable	Número de casos validos	t	Valor Z	Valor p
Capturas Jícaro entre estaciones	4	3.000000	0.00	1.000000
Índice de equidad San Fernando entre estaciones	3	33.33333	0.000000	1.000000
Índice de equidad Jícaro entre estaciones	4	3.000000	0.00	1.000000