

Evaluación de la estrategia de reproducción de las especies con más alto Índice de Valor de Importancia en el bosque Masicarán, Honduras

Ada Camila Montoya Gómez

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2020

ZAMORANO
CARRERA DE AMBIENTE Y DESARROLLO

Evaluación de la estrategia de reproducción de las especies con más alto Índice de Valor de Importancia en el bosque Masicarán, Honduras

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniera en Ambiente y Desarrollo en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Ada Camila Montoya Gómez

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2020

Evaluación de la estrategia de reproducción de las especies con más alto Índice de Valor de Importancia (IVI) en el bosque Masicarán, Honduras

Ada Camila Montoya Gómez

Resumen. El conocimiento de las sucesiones ecológicas en los bosques secos es un aspecto fundamental para orientar procesos de restauración en este ecosistema. El estudio se realizó en el bosque seco de Masicarán en donde se manifiestan procesos de regeneración natural debido a perturbaciones antropogénicas y naturales que han ocurrido previamente. El objetivo del estudio fue identificar que especies arbóreas representan una mayor importancia en la estructura del bosque y verificar las estrategias de reproducción de las mismas mediante gráficas de distribuciones diamétricas. Se establecieron 10 parcelas de 500 m² que representaban como las unidades de muestreo del estudio. Durante la toma de datos, un total de 18 especies fueron identificadas. Se analizaron los individuos que habitaban en el sitio mediante la aplicación del Índice de Valor de Importancia (IVI), para definir cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura del ecosistema. Este valor fue obtenido mediante el análisis de la dominancia relativa, abundancia relativa y frecuencia relativa para cada especie identificada. *Quercus oleoides* y *Quercus sapotifolia* fueron las especies con mayor dominancia, abundancia y frecuencia determinando sus importancias en la estructura del bosque. Ambos *Quercus* presentaron un comportamiento heliófita, ya que sus curvas de sus respectivas gráficas de distribución se aproximaban a forma de una campana con diferentes grados de asimetría determinando una competencia para el aprovechamiento de luz solar entre las mismas. Se recomienda mantener a Masicarán como un área de investigación para estudiar su proceso regenerativo.

Palabras clave: Abundancia, dominancia, esciófita, frecuencia, heliófita, índice de valor de importancia.

Abstract. Understanding ecological succession in dry forests is key to guiding restoration in this ecosystem. This study was carried out in the dry forest of Masicarán where natural regeneration processes are underway due to anthropogenic and natural disturbances that have previously occurred. The study objective was to identify the dominant tree species in the forest and verify their reproduction strategies through graphs of diametric distributions. A total of 10 plots of 500 m² were established as the sampling units of the study. During the data collection, a total of 18 species were identified. The tree species were analyzed by calculating the Importance Value Index (IVI), to define which most contributed to the character and structure of the ecosystem. This index is derived from the relative dominance, relative abundance, and relative frequency for each identified species. *Quercus oleoides* and *Quercus sapotifolia* were the species that presented the highest dominance, abundance, and frequency. Both *Quercus* showed a heliophytic behavior since the curves of their respective distribution graphs approximated a bell shape with different degrees of asymmetry, indicating competition between them for sunlight. It is recommended to maintain Masicarán as a research area to study forest regeneration.

Key words: Abundance, dominance, frequency, heliophytes, importance value index, sciophytes.

ÍNDICE GENERAL

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen.....	iii
Índice General	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexo	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
4. CONCLUSIONES.....	22
5. RECOMENDACIONES	23
6. LITERATURA CITADA	24
7. ANEXO	27

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXO

Cuadros	Página
1. Distribución de parcelas establecidas en los senderos seleccionados de cada sector.....	6
2. Suma total de área basal (m ² /ha).	11
3. Error de muestreo.	11
4. Especies encontradas dentro del límite de la propiedad.	12
5. Dominancia relativa de las especies del cerro Masicarán.....	12
6. Abundancia relativa de las especies del cerro Masicarán.....	13
7. Frecuencia relativa de las especies de Masicarán.	14
8. Índice Valor de Importancia de las especies.	15
9. Regresión polinomial de todo el bosque Masicarán.....	20
10. Regresión polinomial del roble.	21
11. Regresión polinomial del encino.	21

Figuras	Página
1. Sectores ubicados en la propiedad limitada perteneciente a Zamoran.....	6
2. Mapa del área con la actividad desarrollada de marcación de senderos	7
3. Visualización de las parcelas continuas	8
4. Comportamiento de crecimiento de las especies del bosque Masicarán.....	16
5. Distribución diamétrica de <i>Quercus oleoides</i> (roble).....	16
6. Distribución diamétrica de estrato joven del <i>Quercus oleoides</i>	17
7. Distribución diamétrica de estrato maduro de <i>Quercus oleoides</i>	18
8. Distribución diamétrica del <i>Quercus sapotifolia</i>	18
9. Distribución diamétrica de estrato joven del <i>Quercus sapotifolia</i>	19
10. Distribución diamétrica de estrato maduro del <i>Quercus sapotifolia</i>	20

Anexo	Página
1. Cuento de individuos con sus DAP pertenecientes en estrato joven y estrato maduro ...	27

1. INTRODUCCIÓN

Un bosque es una asociación natural o plantada de árboles que cubre una superficie mínima de una hectárea con capacidad de producir madera, bienes y servicios ecosistémicos para el beneficio de la población (Instituto de Conservación Forestal [ICF], 2016). Los bosques han sido un elemento vital para la vida de los seres vivos ya que es un medio de subsistencia y son el hogar del 80% de la biodiversidad terrestre y la protección de las fuentes abastecedoras de agua (ICF, 2016). Aportan externalidades positivas en el medio ambiente como calidad de agua, nichos para los animales, humedad en el suelo, entre otros. Asimismo, proporciona beneficios económicos y servicios ecosistémicos para las personas al nivel mundial (Domínguez, Medina y Medina de la Rosa, 2017).

Los árboles que componen los bosques proveen distintos tipos de frutos y semillas que contienen una cantidad de proteínas y minerales para el consumo humano. Un terreno con cobertura forestal puede categorizarse como bosque primario o como bosque secundario. Un bosque primario es toda vegetación leñosa que no ha sido intervenida por actividades humanas o actividades causadas por fenómenos naturales (Delgado, Serrano, Vilchez y Morales, 2018). Mientras que un bosque secundario es una vegetación leñosa que se regenera en tierras abandonadas en las que se desarrollan proceso de sucesión ecológica que llevan a la recuperación de una cobertura forestal previamente habitada (Delgado et al., 2018).

Muchos de los ecosistemas forestales están dominados por bosques secundarios. Delgado et al. (2018) discuten que existen 106 países con bosques de clima tropical en el mundo. De estos, solamente 19 de los 106 (18%) tienen bosques primarios. Luego en 87 países (82%), los bosques secundarios cubren más área que los bosques primarios (Delgado et al., 2018). Los bosques secundarios pueden ser más productivos que un bosque primario, con tasas de desarrollo comparables a las de plantaciones con especies de rápido crecimiento (Smith, Sabogal, Jong y Kaimowitz, 1997). Los bosques secundarios se constituyen en fuente de frutas, plantas medicinales, materiales de construcción, forraje para animales y madera de valor (Smith et al., 1997). En cuanto a su importancia ecológica, se consideran fundamental para el medio ambiente en términos de crecimiento forestal, acumulación de biomasa, beneficios hidrológicos y de la biodiversidad (National Research Council, 1993). Debido a que los bosques secundarios acumulan biomasa rápidamente durante los primeros 20 a 30 años, también son un reservorio importante de carbón atmosférico.

El porcentaje de tierras forestales con respecto a la superficie terrestre mundial paso de 31.6% en 1990 a 30.6% el 2015 (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2018). Honduras cuenta con una cobertura forestal de 5,398,137 ha lo cual representa el 48% del territorio hondureño. El 57.5% pertenece a bosque latifoliado, siguiéndole con 36.3% de bosque de conífera, 5.3% bosque mixto y 1.0% bosque de mangle (ICF,2014). Los bosques de Honduras han sufrido de constantes incendios forestales y extracción masiva de madera que representa un 15% del área total de bosque (Díaz y Herrera, s.f.).

El género *Quercus* se considera como el más abundante de la familia Fagaceae en cuanto a número ya que posee aproximadamente 400 especies (Flores, 2011). El *Quercus* ha desarrollado mecanismos de resistencia al estrés hídrico en combinación con caracteres morfológicos que evitan

la deshidratación de los tejidos aéreos, y esto las hace especies muy tolerantes a temporadas de sequía (Aranda, Ramírez-Valiente y Rodríguez-Calcerrada, 2014). De igual manera, tienen la habilidad de desarrollarse con mayor efectividad al haber incendios forestales de baja intensidad y frecuencia, ya que presenta características de especies pirófitas. La temperatura generada por los incendios estimula las semillas para una mayor germinación (Bannister, Donoso y Mujica, 2016). Tiene una amplia distribución geográfica que abarca desde las zonas templadas de Europa o Norte América, hasta las zonas tropicales de Centro y Sur América (Aranda et al., 2014). En México, el encino representa uno de los componentes florísticos notables en una gran variedad de comunidades tropicales.

La madera del encino es categorizada de medio a bajo valor económico, ya que sus principales usos son para leña, carbón y elaboración de postes (Luna-Jose, Montalvo-Espinosa y Rendón-Aguilar, 2003). Así mismo, los marineros antiguos utilizaban la madera para la construcción de barcos debido a su dureza y firmeza. Thyroff, Burney, Mickelbart y Jacobs (2019) discutieron que las especies que pertenecen al género *Quercus* varían entre crecimiento rápido y regular, además las catalogan como especies heliófitas. Esto significa que deben de estar expuesta a la luz solar para un mejor desarrollo.

La intensidad de luz necesaria varía con las especies. Morales (2016), señala que todo árbol que necesita vivir con exposición a la luz solar directa y generalmente no son tolerantes a la sombra se clasifican como heliófitas. Morales revela que el *Pinus* spp (pino), *Tectona grandis* (teca), *Quercus oleoides* (roble) y *Eucalyptus* spp. (eucalipto) son considerados especies heliófitas. Muchas de las especies pertenecientes a este tipo de comportamiento tienen una copa poco densa. Esto se manifiesta con una menor cantidad y abundancia de ramas y follaje. Se afirma que todas las hojas y ramas inferiores de los árboles heliófitas van muriendo y cayendo al suelo cuando dejan de tener acceso a la luz, por eso se les considera intolerante a la sombra. Entre mayor sombra, mayor desprendimiento de las ramas (Morales, 2016).

Como dato fisiológico de las especies heliófitas, el follaje demanda de radiación solar para maximizar la fotosíntesis. Si las ramas y hojas no están expuestos a la luz de forma directa, no tendrán la capacidad de fotosintetizar y generar suficientes nutrientes como para autoabastecerse. Como resultado el follaje se tornará a amarillo y caerán (Morales, 2016). Por otro lado, O. Cuya, Cuya y José (2014), señalan que la estructura o distribución diamétrica es un parámetro importante para el reconocimiento de la dinámica de regeneración o recuperación de un bosque. La forma de la distribución indica los requerimientos o respuestas a la luz. Las curvas que tienen forma de una campana con diferentes grados de asimetría o cuyas pendientes se aproximan a cero, son especies heliófitas (Cuya et al., 2014).

Un árbol o planta que tiene la habilidad de vivir bajo el dosel de un bosque o a la sombra y que generalmente no se desarrollan de la mejor manera si están expuestas a la radiación solar se les denominan especies esciófitas (Morales, 2016). Como ejemplos se pueden citar *Juglans insularis* (nogal), *Carapa guianensis* (carapa) y *Acacia collinsi* (cachito) (Morales, 2016). Especies semitolerantes (esciófitas parciales) contienen características intermedias en cuanto a la exposición de luz y sombra para sobrevivir, crecer y desarrollarse. Ejemplo: *Cedrela odorata* (cedro), *Swietenia macrophylla* (caoba de Honduras) y *Grevillea robusta* (roble de Australia) (Morales, 2016). En contraste al comportamiento de la copa de las heliófitas, las esciófitas contienen una

copa densa y el interior de ellas está bien provista de hojas de sombra (Cuya et al., 2014). Por esta razón las especies tolerantes a la sombra retienen sus ramas y el diámetro es proporcional a la altura. En cambio, en las heliófitas, los árboles crecen derechos y con mucha altura en relación con el diámetro (Morales, 2016). La distribución diamétrica muestra los requerimientos o respuestas a la luz solar (Manta, 1988). Las especies esciófitas tienen una distribución diamétrica que se aproximan a una J invertida (Cuya et al., 2014). Especies arbóreas que representan una curva de J invertida corresponden a bosques secundarios de mayor edad o incluso bosques maduros (Cuya et al., 2014.) Aquellas especies que obtienen una forma de curva de campana con diferentes asimetrías son especies que no toleran sombra para su estado de desarrollo (Ángeles 2003).

Es importante conocer las características biofísicas y comportamiento de una masa boscosa o cobertura forestal para obtener información cuantitativa y características sobre su distribución. Esto permite determinar intervenciones técnicas que se pueden realizar en ella con el propósito de mantener un equilibrio en el ecosistema. Existe una medida de cuantificación llamada Índice de Valor de Importancia (IVI) el cual tiene como propósito asignar a cada especie estudiada su categoría de importancia y estructura en un bosque (Leyva et al.; 2005). En otras palabras, el IVI mide cuáles de las especies a estudiar contribuyen en el carácter y estructura de un bosque. Se obtiene de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia y la dominancia relativa. La abundancia es la proporción porcentual de cada especie entre el número total de los árboles por 100. La frecuencia relativa es la distribución porcentual de cada especie entre el número total de unidades muestreadas por 100. La dominancia relativa es la suma total de área basal de cada especie entre la suma total de área basal de todas las especies a estudiar por 100 (Campo y Duval, 2014).

Quercus oleoides (roble) es monoica, polinizada por el viento y perennifolia que habita en bosques tropicales estacionalmente secos de América Central (Ramírez-Valiente y Cavender-Bares, 2017). El roble es un árbol alto, de crecimiento lento con un rango de altura de 8 a 35 m con hojas oblongas que miden entre 4 – 11 cm de largo y 2 – 5 cm de ancho (Cordero y Boshier, 2003). Es considerada una especie duradera, pero debido a que es de crecimiento lento, no se utiliza regularmente para madera comercial. Los principales usos comerciales son: producción de carbón, leña, líneas de ferrocarril y postes (Gallagher, 2018). A pesar de que su crecimiento es lento, suele ser muy dominante en los bosques que habita. Morales (2016) argumenta que el roble es una especie heliófita por lo que requiere de luz solar para un mejor crecimiento y desarrollo.

Quercus sapotifolia (encino) tiene una amplia distribución, abarcando desde el sur de México hasta Panamá. Esta especie es dominante y es común encontrarla en asociaciones con el pino (Jerome, 2018). Su interés comercial es para la leña y carbón debido a su no tan acelerado crecimiento. Habita de igual manera en bosques tropicales secos al igual que el *Quercus oleoides*. Es considerado un árbol de tamaño mediano y habitan altitudes entre 800 a 2,000 msnm (Jerome, 2018). Su exposición a luz es muy importante por lo que se considera como una especie heliófita.

Masicarán se encuentra en fase III de regeneración natural en donde la estructura de la reiniciación del bosque comienza a parecerse a un bosque maduro (Bloomfield, 2012). En estudios previos, Garcés (2004); Illescas (2005) y Perez (2004) dieron a conocer la composición florística de Masicarán y su estado evolutivo de la misma. Sin embargo, se desconocen estudios que definan cuáles de las especies presentes contribuyen en la estructura del ecosistema y un análisis de las estrategias de reproducción en las que se encuentran. Por tanto, los objetivos de estudio fueron:

- Analizar la estructura horizontal del bosque seco de Mascarán mediante el uso del Índice de Valor de Importancia.
- Verificar la estrategia de reproducción de las especies para el *Quercus oleoides* y *Quercus sapotifolia*.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio

Masicarán es un bosque secundario ubicado a 15 minutos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano y abarca un área de más de 200 ha (Flores, 2018). Según Perez (2004) señala que a simple vista es un bosque de encino. Se caracteriza por ser un bosque natural latifoliado de clima tropical seco. Las temperaturas se encuentran entre 17 y 24 °C y precipitaciones entre 250 y 2,000 mm (Perez, 2004). Asimismo, su altitud es aproximadamente de 951 msnm. Se ubica al sur de Zamorano, en 14°00' de la latitud norte y 87°02' de longitud oeste (Perez, 2004).

Masicarán es catalogado como un bosque secundario, en donde el estado de desarrollo de las especies se encuentra en fase de crecimiento compitiendo por espacio abiertos para aprovechar luz solar. De acuerdo con estudios previos realizado por Perez (2004), señala que los géneros más destacados en Masicarán son *Quercus*, *Acacia* y *Lonchocarpus*. Este ecosistema ha sufrido de diversas intervenciones antropogénicas durante los tiempos previos (Perez, 2004). En años anteriores, la vegetación en esta zona ha sido perturbada por incendios forestales, extracción de leña y áreas utilizadas para plantaciones de maíz por parte de los aledaños (Illescas, 2005).

Los usos de la tierra que se identifican en Masicarán son matorrales altos, matorrales bajos, bosques secundarios y usos agrícolas. Según Ayanz, Roig y Cañellas (2004) señalan que la generación de matorrales en bosques se da debido a intervención humana para actividades diarias como ser la siembra de cultivos, quema de vegetación, entre otros. Los matorrales que se generan en coberturas boscosas que han sido perturbadas, son considerados la etapa previa para ser bosques secundarios (Avella, García, Fajardo-Gutierrez y González-Melo, 2019). Estos matorrales se ubican en la parte baja del bosque, donde los vecinos del sitio extraen leña.

Diseño muestral

Se realizó un muestreo sistemático estratificado. Un total de 10 parcelas de 10 × 50 m fueron establecidas. Cada parcela contuvo cinco subparcelas continuas para la toma de datos morfológicos de cada especie arbórea que se encontrara. El levantamiento de datos fue realizado por estudiantes de 3er año de Zamorano, en el módulo de Ordenamiento Forestal en el año 2018. Toda la información generada fue supervisada por el Ing. Juan Ramon Licon, de la Unidad Forestal de Zamorano.

Previo al levantamiento de los datos, se identificó el límite de la propiedad que le pertenece a la Escuela Agrícola Panamericana. Un total de 54.12 ha fueron identificadas como propiedad de Zamorano. Una vez teniendo el límite, se procedió a establecer tres sectores donde se encontraban los bosques secundarios. El sector 1 obtuvo un total de 19.59 ha, el sector 2 de 23.02 ha y sector 3 de 11.51 ha. Al trazar los sectores se rodalizaron entre estrato joven y maduro para establecer un conjunto de 25 senderos. Los tres sectores fueron los puntos de referencia para la instalación de 10 parcelas representadas como las unidades de muestreo del estudio (Figura 1).

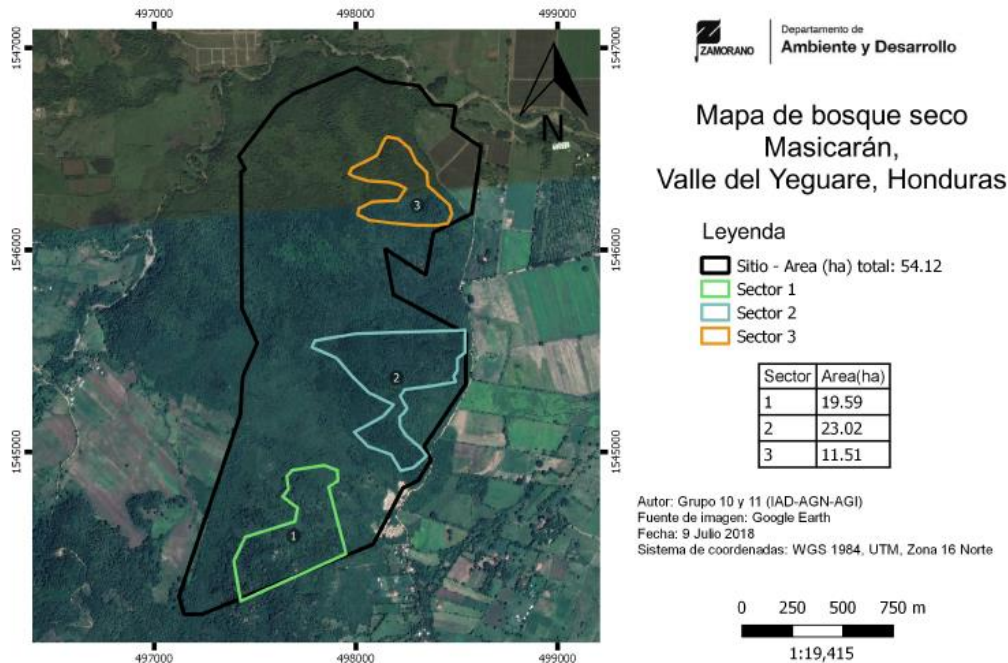


Figura 1. Sectores ubicados en la propiedad limitada perteneciente a Zamorano.
Fuente: (Licona, 2018).

Los senderos 1 al 6 se ubicaron en el sector 1. Los senderos 7 al 18 se encontraron en el sector 2 y los senderos 19 al 25 se establecieron en el sector 3. Sin embargo, no se establecieron parcelas en todos los senderos debido a que muchos no cumplían con los requisitos como ser el ancho y largo de área para la construcción de las unidades de muestreo. En el Cuadro 1 se explica la distribución de las parcelas establecidas en los senderos seleccionados de cada sector.

Cuadro 1. Distribución de parcelas establecidas en los senderos seleccionados de cada sector.

Sector	Sendero	Parcela	Distancia (m)
I	2	1	150
I	5	2	130
II	9	3	110
II	13	4	10
II	15	5	400
II	17	6	40
II	18	7	10
III	20	8	450
III	23	9	170
III	25	10	130

Los senderos se ubicaron desde un extremo del bosque estableciéndolos con el uso de una brújula. Las coordenadas de los puntos de inicio y final fueron ubicadas con el uso de un GPS para poder lograr la longitud de cada sendero. Se marcó un árbol vivo cerca de los senderos como punto de referencia que indicaban el inicio y final de estos (Figura 2).

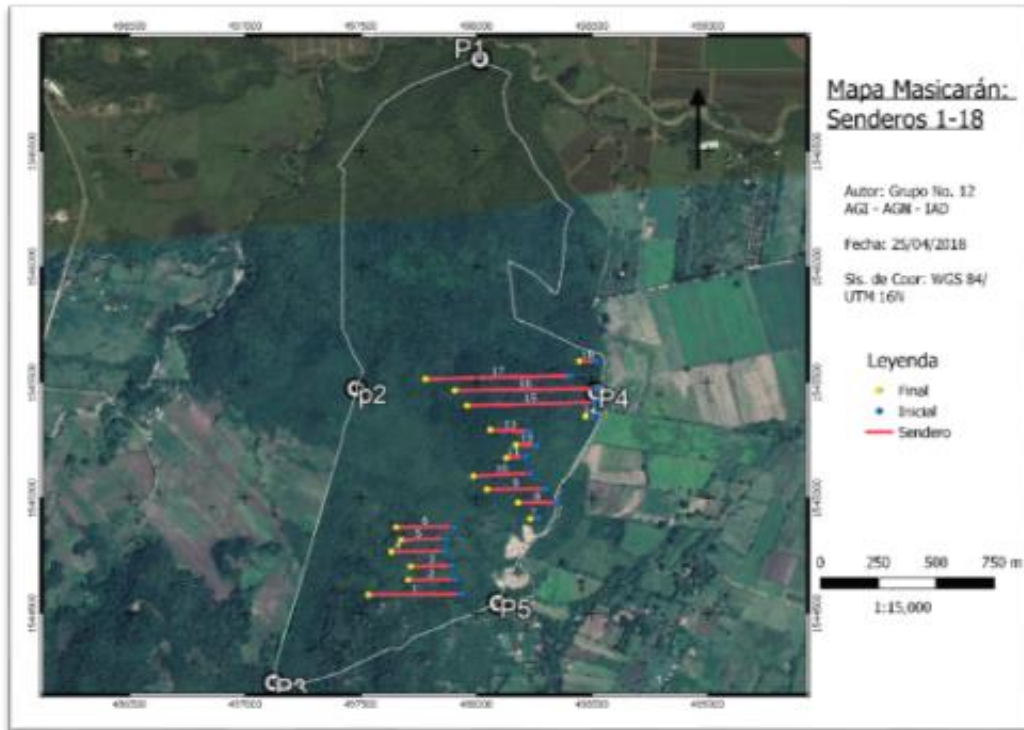


Figura 2. Mapa del área con la actividad desarrollada de marcación de senderos.
Fuente: (Licona, 2018).

Mediciones

Se establecieron 10 parcelas en distintos senderos de los tres sectores. Cada parcela contenía cinco subparcelas de 10×10 m (Figura 3) y un área total de 500 m^2 . Al ser 10 unidades de muestreo, el total de área de estudio fue de $5,000 \text{ m}^2$.

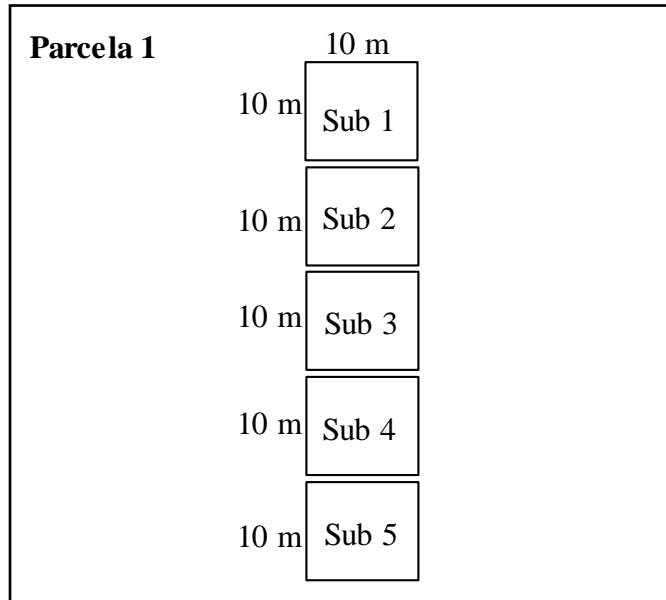


Figura 3. Visualización de las parcelas continuas.

Recolección de datos

Se tomaron datos para árboles en pie por medio de la altura de medición del diámetro de los individuos a 1.3 m denominada como diámetro a la altura del pecho (DAP). Estos datos fueron tomados para aquellos individuos con DAP mayor o igual a 5 cm. Asimismo se recolectó información como la altura y evaluación de la forma e iluminación de la copa. La altura se estimó mediante un clinómetro y la medición del DAP se realizó utilizando cintas métricas. Los criterios que se utilizaron para evaluar la copa de cada árbol fueron la densidad de follaje y la ramificación del individuo.

Análisis de datos de IVI

El análisis del IVI permite contar con parámetros para desarrollar indicadores que ayuden a emitir recomendaciones y tomar decisiones en favor de la conservación de un bosque (Moret et al., 2010). El IVI detecta la adaptabilidad de las especies a un tipo de bosque. En este caso, se calculó el IVI de cada especie en el bosque Masicarán. Se utilizó la herramienta de Microsoft Excel para determinar el valor de importancia de cada individuo identificado.

Dominancia relativa. Se calculó mediante la sumatoria de área basal (AB) (m^2) de cada especie entre la sumatoria total de área basal (m^2) de todas las especies por 100. Para llegar al área basal se convirtió el DAP de cada individuo que fueron medidos de cm a m. Luego, se utilizó la opción de una Tabla Pivot de Excel para cuantificar la sumatoria total de área basal para cada especie. El área basal se calculó mediante la ecuación 1. La dominancia relativa fue calculada mediante la ecuación 2.

$$\frac{DAP^2 \times \pi}{4} \quad [1]$$

Donde:

DAP = Diámetro a la altura del pecho del árbol observado

AB = Área basal del árbol observado

$$\frac{\sum_{j=1}^n AB_{ij}}{\sum_{ij=1}^n AB_{ij}} \times 100 \quad [2]$$

Donde:

AB_{ij}: Área basal de la especie i, con j cantidad de individuos

Abundancia relativa. Fue calculada mediante la sumatoria de número de individuos de una especie entre la sumatoria total de número de individuos de todas las especies por 100. La ecuación 3 muestra la abundancia relativa.

$$\frac{\sum_{j=1}^n X_{ij}}{\sum_{ij=1}^n X_{ij}} \times 100 \quad [3]$$

Donde:

X_{ij}: Especie i con j cantidad de individuos

Frecuencia relativa. Por último, la frecuencia fue calculada por la distribución de cada especie en el sitio entre el número total de parcelas, este caso 10 parcelas (unidades de muestreo). A continuación, la ecuación 4 muestra el cálculo de la frecuencia relativa.

$$\frac{X_4}{X_5} \times 100 \quad [4]$$

Donde:

X₄ = Cantidad de parcelas donde ocurre la especie

X₅ = Número total de parcelas

IVI. La sumatoria de la dominancia relativa, frecuencia y abundancia relativas de cada especie manifestó el Índice Valor de Importancia. La ecuación 5 muestra el cálculo para la estimación del IVI.

$$D\% + A\% + F\% = IVI \quad [5]$$

Posteriormente se analizó la estrategia de reproducción de las especies de mayor IVI. Esto se hizo mediante el análisis de las gráficas de distribución diamétrica y la estimación de una regresión polinomial. Se empleó un análisis de distribución para todas las especies en su conjunto que se identificaron en las unidades de muestreo. Luego, se realizó el mismo análisis únicamente para las especies que obtuvieron un alto valor de importancia en la cobertura boscosa. De esta forma se separaron las parcelas según el estrato de edad al que pertenecían, siendo estos juveniles y adultos. Esta asignación de estratos fue realizada por el Ing. Juan Ramon Licona con ayuda de estudiantes de tercer año.

Análisis Estadístico

Se utilizó la herramienta Microsoft Excel y su extensión de RealStatistic para la elaboración de una regresión polinomial con el propósito de evaluar el estado del bosque basándose en el modelaje del comportamiento diamétrico del mismo. El factor que representó la variable independiente fue la clase diamétrica y el número de individuos fue catalogado como la variable dependiente. El nivel de significancia utilizado para los análisis fue del 5%.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis del error de muestreo

Se utilizó el programa Microsoft Excel para calcular el error de muestreo de la suma total de área basal para cada parcela establecida. Se utilizó un nivel de confianza del 95% y se obtuvo un error de muestreo del 14%. Existió una variabilidad ya que hubo una participación alta de distintas personas durante la toma de datos lo cual manifestó que existiera un error en la muestra. Cuadro 2 representa la suma total de área basal (m²/ha) y Cuadro 3 el error de muestreo.

Cuadro 2. Suma total de área basal (m²/ha).

Parcela	Suma total de Área basal (m²/ha)
1	13.59
2	12.28
3	15.15
4	20.46
5	14.53
6	20.72
7	18.94
8	13.39
9	15.56
10	13.20

Cuadro 3. Error de muestreo.

Principios estadísticos de muestreo	
Área basal promedio (media aritmética)	15.78
Desviación estándar	13.12
Coficiente de Variación	20%
Nivel de confianza	95%
Error de muestreo	14%

Listado de especies

La cobertura forestal del Cerro Masicarán ha evolucionado a través del tiempo. Perez (2004) realizó un estudio previo no solo para la propiedad que le pertenece a la Escuela Agrícola Panamericana, sino que para toda la cobertura boscosa basado en la composición florística que estructuraba el sitio. Afirmó que la composición florística del bosque era de un total de 49 especies arbóreas perteneciente a 39 distintas familias. Indicó que tomó datos a partir de todos aquellos árboles con DAP mayor o igual a 5 cm (Perez, 2004). En 2018 se investigó la composición florística únicamente para la propiedad del bosque que le pertenece a Zamorano y un total de 18 especies fueron identificadas. Las especies identificadas dentro del sitio de estudio se representan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Especies encontradas dentro del límite de la propiedad.

Nombre común	Familia
1. Acacia	Fabaceae
2. Agrito	Berberidáceas
3. Cachito	Fabaceae
4. Carbón	Fabaceae
5. Carboncillo	Mimosoideae
6. Ceiba	Malvaceae
7. Encino	Fagaceae
8. Guayabilla	Myrtaceae
9. Indio Desnudo	Burseraceae
10. Laurel	Lauraceae
11. Macuelizo	Bignoniaceae
12. Molinillo	Magnoliaceae
13. Mozotillo	Apocynaceae
14. Nance	Malpighiaceae
15. Palo golpe	Bignoniaceae
16. Pochote	Bombacaceae
17. Quiebra Muelas	Apocynaceae
18. Roble	Fagaceae

Las especies con mayor dominancia fueron el encino con un 60.65% y el roble con un 30.69%. En comparación con las especies restantes, *Quercus oleoides* y *Quercus sapotifolia* concentran más del 90% del área basal del sitio analizado. Esto significa que el área basal de las demás especies era muy bajas en comparación al roble y encino (Cuadro 5).

Cuadro 5. Dominancia relativa de las especies del cerro Masicarán.

Nombre Común	Área basal (m²/ha)	Dominancia relativa (%)
1. Acacia	0.4	0.19
2. Agrito	0	0.04
3. Cachito	2.4	1.55
4. Carbón	1.8	1.19
5. Carboncillo	0.2	0.14
6. Ceiba	0.4	0.22
7. Encino	95.8	60.65
8. Guayabilla	0	0.04
9. Indio Desnudo	1.0	0.61
10. Laurel	0.4	0.25
11. Macuelizo	0.2	0.12

Nombre Común	Área basal (m ² /ha)	Dominancia relativa (%)
12. Molinillo	2.6	1.70
13. Mozotillo	1.6	1.03
14. Nance	0.4	0.22
15. Palo Golpe	0.2	0.08
16. Pichota	1.6	0.98
17. Quiebra Muelas	0.4	0.29
18. Roble	48.4	30.69

Para el estudio realizado en el bosque seco de Masicarán se obtuvo como resultado que las especies del roble con 179 individuos y el encino con 228 individuos (Cuadro 6) representaron la mayor abundancia en sitio. Singh, Malik y Sharma (2016) señalan que distintos *Quercus* spp. son muy adaptables y tolerantes a climas de bosques secos, tropicales y/o templado. Así mismo, cuando ocurren incendios forestales con intensidades medias y manteniendo una adecuada proporción de combustible, se estimula la germinación de las semillas restantes. Este proceso contribuye a generar una regeneración temprana y restaurar el ecosistema (Cufar et al., 2014). El Cerro Masicarán presenta condiciones similares a las descritas por Cufar et al. (2014), lo cual puede ser una de las razones que explican la alta abundancia de las especies del género *Quercus*. Sumando la abundancia relativa de ambos *Quercus* se llegó a un total del 77% de los individuos presentes en el bosque, la cantidad de individuos del roble y el encino es tan alta que esto denota la importancia de ambas especies en la formación vegetal del bosque.

Cuadro 6. Abundancia relativa de las especies del cerro Masicarán.

Nombre común	Absoluta	Abundancia relativa (%)
1. Acacia	3	0.57
2. Agrito	1	0.19
3. Cachito	17	3.24
4. Carbón	14	2.67
5. Carboncillo	1	0.19
6. Ceiba	1	0.19
7. Encino	228	43.43
8. Guayabilla	1	0.19
9. Indio Desnudo	12	2.29
10. Laurel	6	1.14
11. Macuelizo	2	0.38
12. Molinillo	17	3.24
13. Mozotillo	19	3.62
14. Nance	4	0.76
15. Palo Golpe	1	0.19
16. Pochote	14	2.67

Nombre común	Absoluta	Abundancia relativa (%)
17. Quebra Muelas	5	0.95
18. Roble	179	34.10

El Cuadro 7 representa que las especies con mayor frecuencia son el encino con presencia en todas las unidades de muestreo, pochote con presencia en 70% y el roble con presencia del 50%. Los individuos pertenecientes al pochote se encontraron distribuido homogéneamente en siete parcelas, por lo que, su frecuencia fue bastante alta, sin embargo son pocos los individuos de esta especie que habitan en el bosque. Existe una diferencia de frecuencia entre ambos *Quercus*, ya que los individuos del *Quercus sapotifolia* fueron identificados en todas las parcelas por lo que determinó una mayor abundancia.

Cuadro 7. Frecuencia relativa de las especies de Masicarán.

Nombre común	Distribución	Frecuencia relativa (%)
1. Acacia	2	20
2. Agrito	1	10
3. Cachito	5	50
4. Carbón	4	40
5. Carboncillo	1	10
6. Ceiba	1	10
7. Encino	10	100
8. Guayabilla	1	10
9. Indio Desnudo	4	40
10. Laurel	1	10
11. Macuelizo	1	10
12. Molinillo	5	50
13. Mozotillo	4	40
14. Nance	2	20
15. Palo Golpe	1	10
16. Pochote	7	70
17. Quebra Muelas	3	30
18. Roble	5	50

Índice de Valor de Importancia

Las especies con mayor índice de valor de importancia en el cerro Masicarán son el encino con 204.08% y el roble con 114.78% (Cuadro 8). Este índice detecta con alta sensibilidad la adaptabilidad que tienen estas especies a un tipo de bosque con clima seco y con temporadas de sequía.

Cuadro 8. Índice Valor de Importancia de las especies.

Especie	Abundancia	Frecuencia %	Dominancia	IVI
1. Acacia	0.57	20	0.19	20.77
2. Agrito	0.19	10	0.04	10.23
3. Cachito	3.24	50	1.55	54.79
4. Carbón	2.67	40	1.19	43.85
5. Carboncillo	0.19	10	0.14	10.33
6. Ceiba	0.19	10	0.22	10.41
7. Encino	43.43	100	60.65	204.08
8. Guayabilla	0.19	10	0.04	10.23
9. Indio Desnudo	2.29	40	0.61	42.89
10. laurel	1.14	10	0.25	11.39
11. Macuelizo	0.38	10	0.12	10.50
12. Molinillo	3.24	50	1.70	54.94
13. Mozotillo	3.62	40	1.03	44.65
14. Nance	0.76	20	0.22	20.98
15. Palo Golpe	0.19	10	0.08	10.27
16. Pochote	2.67	70	0.98	73.65
17. Quiebra Muelas	0.95	30	0.29	31.24
18. Roble	34.10	50	30.69	114.78

Distribución diamétrica

Con relación a la distribución diamétrica, el comportamiento de todos los individuos de Masicarán mostraron una tendencia de la curva en la forma típica de la J invertida. La distribución diamétrica del bosque se ajusta a lo esperado ya que Restrepo, Orrego y Galeano (2012) señalan que a medida que se incrementa el tamaño de DAP en los árboles, disminuye la cantidad de estos. Esto indica que los árboles con altas clases diamétricas contienen una baja tasa poblacional debido a que son considerados como individuos maduros y que se encuentran en sus últimos años de vida (Cuya et al., 2014). En el caso de Masicarán, se identificaron suficientes árboles juveniles para reemplazar los árboles adultos una vez que estos mueran. Su curva muestra el comportamiento esperado de un bosque poco perturbado (Figura 4).

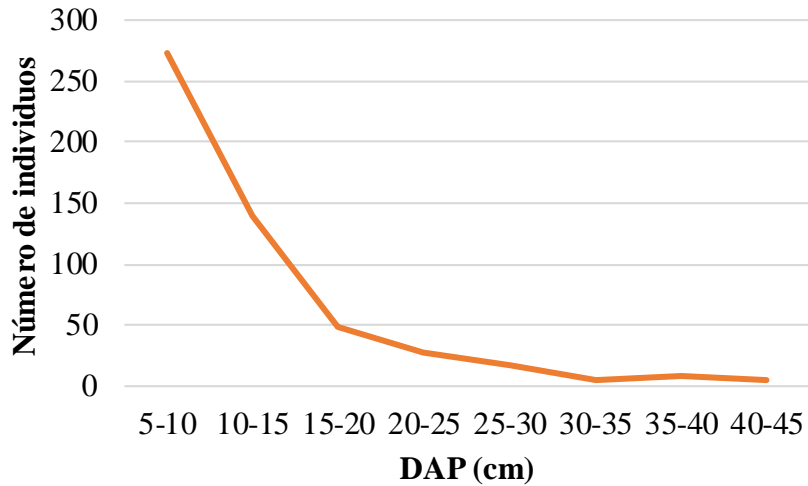


Figura 4. Comportamiento de crecimiento de las especies del bosque Masicarán

Para analizar la estrategia de reproducción se realizó una gráfica de distribución diamétrica para todos los individuos del roble. La curva resultó de forma de J invertida, típica de una especie esciófita. Este comportamiento era contrario al citado en la literatura, ya que Morales (2016) señala un comportamiento heliófita para la especie. Se esperaba un gráfico con curvas que muestren picos altos y bajos debido a la competencia solar que exigen los árboles. Este primer análisis demostró que no se estaban comportando de manera heliófita, de lo contrario, su comportamiento reflejaba a una especie esciófita (Figura 5).

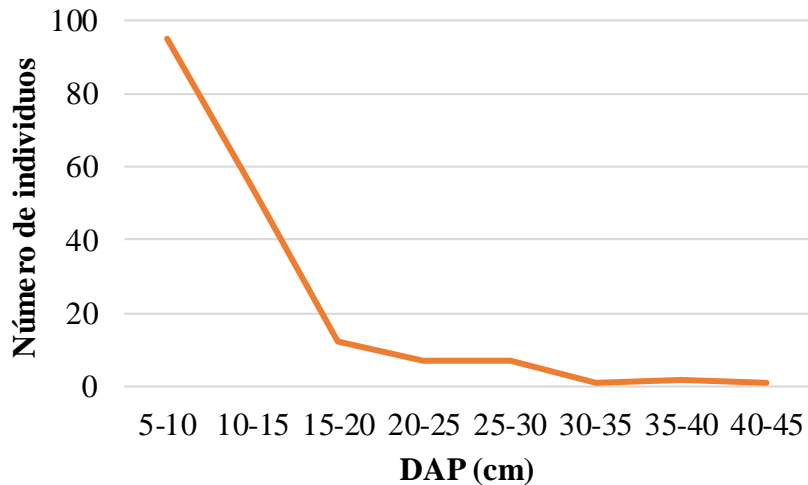


Figura 5. Distribución diamétrica de *Quercus oleoides* (roble).

Debido a que la distribución diamétrica del roble indicó que se estaban comportando de manera esciófita, se procedió a separar la distribución diamétrica del roble por estrato joven y estrato maduro. Esto se realizó para analizar sus comportamientos en cuanto a competencia de luz solar y así poder determinar si el *Quercus oleoides* es una especie que exige sol para su desarrollo y estado de crecimiento.

La gráfica de estrato joven del *Quercus oleoides* mostró un total de 95 individuos perteneciendo a la clase diamétrica de 5 – 10 cm hasta alcanzar a un total de siete individuos con clase diamétrica de 20 – 25 cm. Este primer análisis de la gráfica no descarta el comportamiento de esciófita presentado por el grafico anterior. Sin embargo, este comportamiento podría explicarse debido a que los árboles jóvenes están con diámetros menores por lo que sus copas y sus grosores de troncos no son lo suficientemente grandes como para no permitir la entrada de luz solar. Gracias a esto, el número de árboles jóvenes es alta, y no se presenta una elevada mortalidad en las clases diamétricas inferiores, característico de las heliófitas. Así mismo, los árboles que pertenecen a estratos jóvenes se encuentran en las a clases diamétricas entre 10 a 26 cm (Alvarado, 2017). Los árboles juveniles del roble se encontraron dentro de los rangos de DAP y con altas tasas de entradas de luz solar, lo que determinó que su desarrollo y estado de crecimiento fueron efectivos, indicando un carácter heliófita (Figura 6).

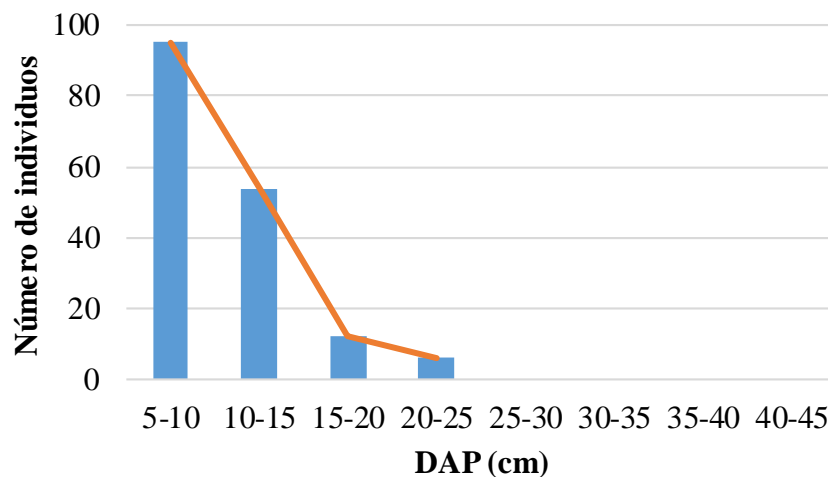


Figura 6. Distribución diamétrica de estrato joven del *Quercus oleoides*.

La distribución diamétrica de estrato maduro del roble se comportó como se esperaba, con una forma de especie heliófita. Se encontró una concentración de árboles en pocas clases diamétricas, principalmente entre 25 a 30 cm. A diferencia del grafico anterior, no se encontraron individuos en las clases diamétricas inferiores. Esto confirmó que los individuos de diámetros menores tienden a desaparecer si no tiene ingreso de luz. Es por esa razón, que no se identificó ningún árbol joven con las clases diamétricas de 5 – 20 cm. Luego de evaluar ambos estratos por separado, se concluyó que el roble si se comportaba de manera heliófita debido a que el estrato maduro fue el indicador en el que determinó que los individuos estaban compitiendo por luz solar. La mayor cantidad de individuos se encontraban con la clase diamétrica de 25 – 30 cm (Figura 7).

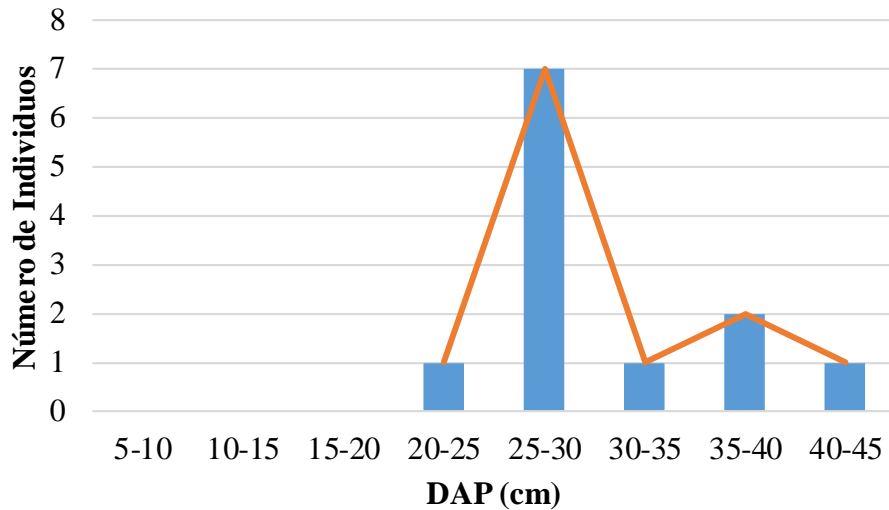


Figura 7. Distribución diamétrica de estrato maduro de *Quercus oleoides*.

Se realizó nuevamente una gráfica de distribución diamétrica para el encino y resultó de comportamiento esciófito. Esto generó incógnitas en cuanto a su tolerancia por radiación solar ya que Morales (2016) señala que la estrategia de reproducción del *Quercus* spp. es heliófito (Figura 8).

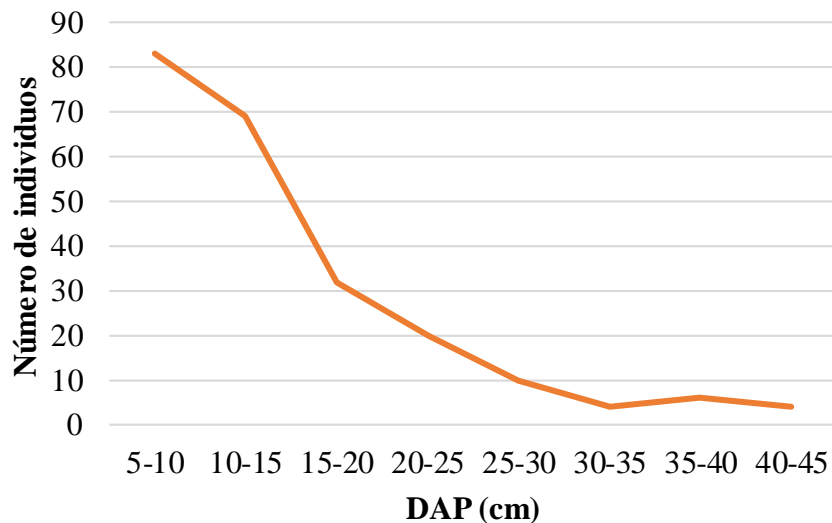


Figura 8. Distribución diamétrica del *Quercus sapotifolia* (encino).

Se procedió a separar la distribución diamétrica del encino por estrato joven y maduro como lo fue para el roble. La gráfica de estrato joven del *Quercus sapotifolia* mostró que el mayor número de individuos se encontraban en las clases diamétricas de 5 a 25 cm lo que indicó que la captación de luz solar era bastante efectiva debido a que no se encontraron árboles con clases diamétricas

superiores que impedían la entrada de radiación para los juveniles. La curva presentó una relación inversa casi lineal entre la clase diamétrica y el número de individuos lo cual implicó realizar una distribución por estrato maduro para verificar si no ocurría una competencia de entrada de luz entre los individuos (Figura 9).

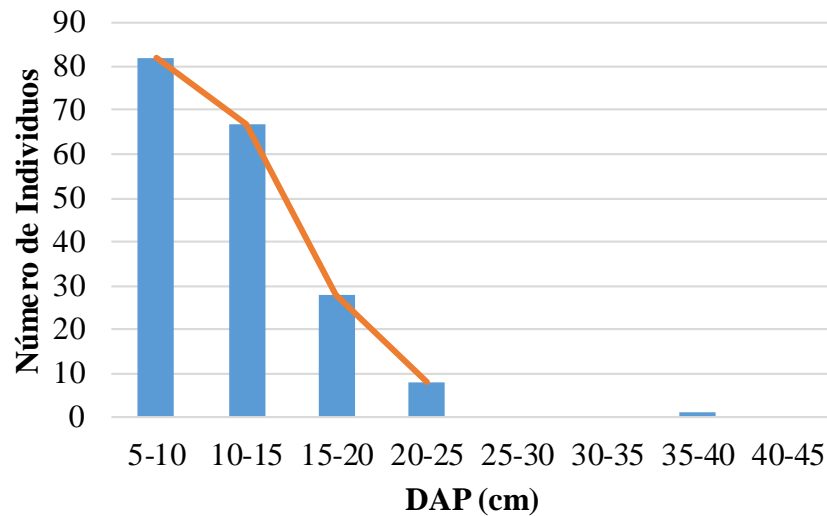


Figura 9. Distribución diamétrica de estrato joven del *Quercus sapotifolia*

La distribución diamétrica de estrato maduro del encino fue una curva de forma heterogénea presentando picos altos y bajos, lo cual se identificó claramente que su comportamiento en cuanto a tolerancia de luz solar era bastante competitivo entre individuos. Se identificó una cantidad baja de árboles juveniles debido a que los árboles maduros se exponían de la luz directa impidiendo la entrada de radiación solar a todos aquellos árboles de diámetros menores. Debido a este comportamiento entre los individuos, se determinó que el estado de crecimiento y desarrollo del encino era de manera heliófita. Se encontró individuos en las clases diamétricas entre 20 a 45 cm. generando que la mayoría de los individuos inferiores presentan una alta tasa de mortalidad (Figura 10).

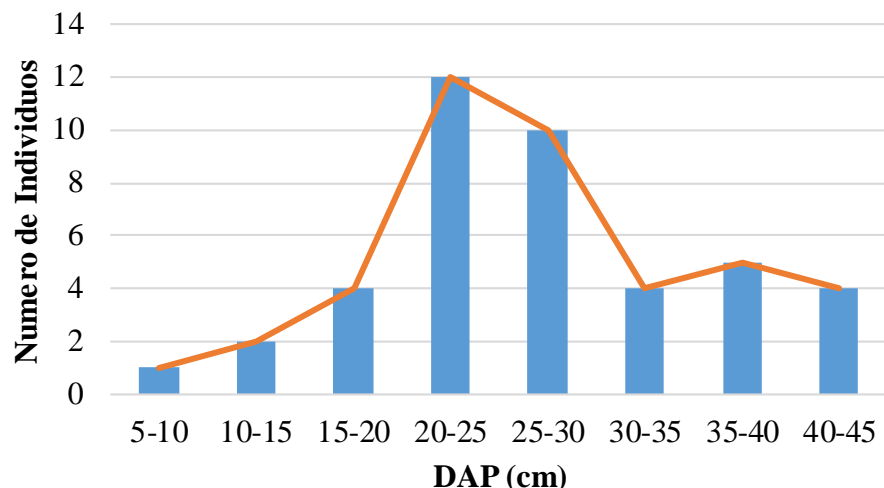


Figura 10. Distribución diamétrica de estrato maduro del *Quercus sapotifolia*.

La regresión polinomial estimada para explicar la relación entre la presencia de individuos por la clase diamétrica de todo el bosque tuvo un nivel de significancia de $P = 0.000395$. Esto indicó que el modelo fue significativo y la distribución de todos los individuos en el bosque fue de la esperada J invertida. Esto implica que no se ha afectado la estructura de las clases diamétricas (Cuadro 9). Con esto se confirmó que mediante una regresión polinomial se puede explicar la relación de J-invertida esperada.

Cuadro 9. Regresión polinomial de todo el bosque Masicarán.

	Grado de libertad	Análisis de la varianza	Media cuadrática	Prueba F	P-valor	Significancia
Regresión	4	63078.92	15769.73	255.7844	0.000395	si
Residual	3	184.9573	61.65242			
Total	7	63263.88				

Al estimar el mismo modelo para las especies de *Quercus*, se encontraron niveles de significancia superiores a 0.05. El nivel de significancia que se encontró del roble fue de $P = 0.208939$ y del encino de $P = 0.054686$. Se concluyó que el modelo polinomial no es adecuado para explicar la distribución diamétrica de las especies del género *Quercus*. Esto confirma que la distribución diamétrica de ambas especies no se ajusta a la J-invertida esperada para las esciófitas, ratificando su comportamiento heliófito (Cuadro 10 y 11).

Ambas especies presentaron una gran cantidad de individuos en las clases diamétricas inferiores a 20 cm. La cantidad de individuos en las clases diamétricas superiores disminuyó drásticamente en comparación con los diámetros menores. Al separar los dos estratos, juveniles y adultos, se pudo constatar que la presencia de árboles de diámetros menores se da por la poca competencia generada

entre ellos en términos de la luz solar. Cuando se analizó el estrato adulto fue evidente la ausencia de individuos de las clases diamétricas inferiores, los cuales presentan una alta mortalidad debido al poco ingreso de luz permitido por los árboles dominantes en el estrato. Aunque se cuenta con fuente de semilla, los árboles juveniles mueren al no tener exposición plena a la luz. Debido a este factor, el roble y el encino se estaban catalogando como heliófitas.

Cuadro 10. Regresión polinomial del roble.

	Grado de libertad	Análisis de la varianza	Media cuadrática	Prueba F	P-valor	Significancia
Regresión	2	13986.3	6993.15	10.95332	0.208939	no
Residual	1	638.45	638.45			
Total	3	14624.75				

Cuadro 11. Regresión polinomial del encino.

	Grado de libertad	Análisis de la varianza	Media cuadrática	Prueba F	P-valor	Significancia
Regresión	2	13068.8	6534.4	166.6939	0.054686	no
Residual	1	39.2	39.2			
Total	3	13108				

4. CONCLUSIONES

- El análisis del Índice de Valor de importancia demostró que los *Quercus oleoides* y *Quercus sapotifolia*, definen la estructura horizontal del bosque de Masicarán. Estas especies son altamente dominantes en el sistema, por lo cual su presencia condiciona los procesos biológicos que se desarrollan en el sitio.
- El análisis de las distribuciones diamétricas y la estimación de la regresión permitió validar el comportamiento heliófito de las especies de *Quercus sapotifolia* y *Quercus oleoides*. Esta tendencia fue marcada por el comportamiento del estrato adulto.
- Las condiciones del sitio de estudio favorecen a la adaptabilidad y el crecimiento del *Quercus*.

5. RECOMENDACIONES

- Establecer un programa de monitoreo de largo plazo mediante la instalación de parcelas para estudiar la dinámica del crecimiento poblacional de las especies en el bosque Masicarán.
- Continuar con los ensayos de tratamientos silvícolas aplicados en el bosque de Masicarán para definir las mejores alternativas de manejo para las especies analizadas.
- Desarrollar un programa de prevención y combates de incendios forestales en el bosque Masicarán para años futuros si en dado caso ocurra este fenómeno natural.

6. LITERATURA CITADA

- Alvarado, M. (2017). *Guía práctica para el manejo y aprovechamiento forestal de cooperativas agroforestales del programa*. Recuperado de: <http://clifor.hn/wp-content/uploads/2019/09/GU%C3%8DA-PR%C3%81CTICA-PARA-EL-MANEJO-FORESTAL-2017.pdf>.
- Ángeles, L. A. (2003). *Índice de Valor de Importancia en regeneración natural de bosques primarios en Atalaya-Ucayali*. (Tesis de pregrado) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú.
- Aranda, I., Valiente, J. R. y J.Rodríguez-Calcerrada. (2014). Características funcionales que influyen en la respuesta a la sequía de las especies del género *Quercus*: variación inter- e intra-específica. *Ecosistemas*, 23, 27-36. doi:10.7818/ECOS.2014.23-2.05
- Avella-M, A., García-G, N., Fajardo-Gutierrez, F. y González-Melo, A. (junio de 2019). Patrones de sucesión secundaria en un bosque seco tropical interandino de Colombia: implicaciones para la restauración ecológica. *Conservación*, 41(1), 12-27. doi: 10.15446/caldas.v41n1.65859.
- Ayanz, SM. A., Roig, S. y Cañellas Rey de Viñas, I. (2004). *Fruticicultura. Gestión de arbustados y matorrales*. Obtenido de Compendio de Silvicultura aplicada en España.
- Bannister, J. R., Donoso, P. J. y Mujica, R. (2016). La silvicultura como herramienta para la restauración de bosques templados. *Bosque (Valdivia)*, 37(2), 229-235. doi: 10.4067/S0717-92002016000200001
- Bloomfield, G. (2012). *Introducción a la perturbación, regeneración y sucesión de bosques tropicales*. Environmental Leadership y Training Initiative. Smithsonian Tropical Research Institute.
- Campo, A. M. y Duval, V. S. (2014). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihúé Calel. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 34(2), 25-42. doi:http://dx.doi.org/10.5209/rev_AGUC.2014.v34.n2.47071
- Cordero, J. y Boshier, D. H. (octubre de 2003). *Árboles de Centroamérica, Un Manual para Extensionistas*. Turrialba, Cartago, Costa Rica.
- Cufar, K., Grabner, M., Morgós, A., Castillo, E. M., Merela, M. y De Luis, M. (2014). Common climatic signals affecting oak tree-ring growth in SE Central Europe. *Trees*, 28, 1267-1277. doi:DOI 10.1007/s00468-013-0972-z
- Cuya, O., Cuya, J. y A.J. (2014). Criterios de mayor eficacia en la restauración de plataformas de perforaciones en selvas tropicales a partir de la reforestación mediante dosel protector.
- Delgado, L. D., Serrano, J. J., Vílchez, S. y Morales, J. P. (2018). *Manual para el monitoreo ecológico y productivo de bosques secundarios latifoliados de Mesoamérica*. Turrialba, Cartago, Costa Rica.
- Díaz, L. y Herrera, L. (s.f.). Situación del recurso forestal de Honduras. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/ad102s/AD102S11.htm>

- Domínguez, O., Medina, R. y Medina de la Rosa, R. E. (2017). Armonía, individualidad y unidad histórica de los servicios ecosistémicos de los bosques tropicales. *Revista Científica Agroecosistemas*, 4(2), 23-33.
- Flores, J. C. (2018). *Generación de modelos de negocios en bosques secundarios de Honduras*. San Antonio de Oriente: Zamorano.
- Flores, M. R. (2011). *Vulnerabilidad de robles y encinos (Quercus spp.) al cambio climático en la región del Yeguaré, Honduras* (Tesis de pregrado). Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Francisco Morazán.
- Gallagher, G. (2018). *Quercus oleoides*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T194209A2304166 <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T194209A2304166.en>
- Garcés, P. Á. (2004). *Composición florística del bosque seco "Masicarán", Valle del Yeguaré, Honduras, C.A.* (Tesis de pregrado) Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Francisco Morazán.
- Illescas, W. I. (2005). *Caracterización florística del bosque seco Masicarán, Tatumbula, Honduras, C.A.* (Tesis de pregrado) Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Francisco Morazán.
- Instituto de Conservación Forestal [ICF]. (2014). *Mapa Forestal y de Cobertura de la Tierra de Honduras: Análisis de Cifras Nacionales*. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Abner_Jimenez/publication/305297234_Mapas_Forestal_y_de_Cobertura_de_la_Tierra_de_Honduras_Analisis_de_Cifras_Nacionales/links/5787227d08ae3949cf556c03/Mapa-Forestal-y-de-Cobertura-de-la-Tierra-de-Honduras-Analisis-de-Cifras-Nacionales.pdf
- Instituto de Conservación Forestal [ICF]. (2016). *Definición de Bosque, Proyecto REDD+ Honduras*. Recuperado de: <http://sigmof.icf.gob.hn/downloads/Protocolo-1.-Definicion-de-Bosque.pdf>
- Jerome, D. (2018). *Quercus sapotifolia*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: E.T194826A2363596 <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T194826A2363596.en>
- Leyva, A. N., Rodríguez, J. J., Álvarez, E. H., Pelz, D. R., Franco, C. R., Rodríguez, A. G. y Ramírez, M. G. (2005). El Índice de Valor de Importancia de Especies Forestales en base a unidades ecológicas de un bosque tropical. *CUCBA*, 122-127. doi:970-27-0770-6
- Licona, J. R. (2018). *Plan de Investigación Bosque Secundario Sitio Masicarán*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.
- Luna-José, A. d., Montalvo-Espinosa, L. y Rendón-Aguilar, B. (2003). Los Usos no leñosos de los encinos en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 72, 107-117.
- Morales, E. B. (2016). *Silvicultura y Fisiología Vegetal Aplicada*. Recuperado de: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/11686/1/Silvicultura.pdf>
- Moret, A., Plonczak, M., Jerez, M., Garay, V., Valera, L., Ramírez, N., Hernández, D y Mora, A. (2010, febrero 22). Variaciones en la composición florística de tipos de bosque asociados con *Pachira quinata* (Jacq.) W.S. Alverson en el Bosque Universitario "El Caimital", Barinas, Venezuela. *Revista Forestal Venezolana*, 54(1), 51-63.

- Manta, M. I. (1988). *Análisis Silvicultural de dos tipos de bosque húmedo de bajura en la vertiente atlántica de Costa Rica*. (Tesis de maestría) Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza, Costa Rica.
- National Research Council. (1993). *Sustainable Agriculture and the Environment in the Humid Tropics*. Committee on Sustainable Agriculture and the Environment in the Humid Tropics, National Research Council. Washington, DC. National Academy Press.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2018). *El estado de los bosques del mundo*. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/I9535ES/i9535es.pdf>
- Pérez, M. E. (2004). *Composición florística del Cerro Masicarán, San Antonio de Oriente, Honduras*. (Tesis de pregrado) Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Francisco Morazán.
- Ramírez-Valiente, J. A. y Cavender-Bares, J. (2017). Evolutionary trade-offs between drought resistance mechanisms across a precipitation gradient in a seasonally dry tropical oak (*Quercus oleoides*). *Tree Physiology*, 37, 889-901. doi: 10.1093/treephys/tpx040
- Restrepo, H. I., Orrego, S. A. y Galeano, O. J. (2012). Estructura de Bosques Secundarios Y rastrojos montano bajos del Norte de Antioquia; Colombia. *Colombia forestal*, 15(2), 173-189.
- Singh, S., Malik, Z. A. y Sharma, C. M. (2016). Tree species richness, diversity, and regeneration status in different oak (*Quercus* spp.) dominated forests of Garhwal Himalaya, India. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 9, 293-300. doi:[http:// dx.doi.org/10.1016/j.japb.2016.06.002](http://dx.doi.org/10.1016/j.japb.2016.06.002)
- Smith, J., Sabogal, C. y Kaimowitz, W. d. (1997). Bosques secundarios como recurso para el desarrollo rural y la conservación ambiental en los trópicos de América Latina. Center For International Forestry Research. Jakarta, Indonesia.
- Thyoff, E. C., Burney, O. T., Mickelbart, M. V. y Jacobs, D. F. (2019). Unraveling Shade Tolerance and Plasticity of Semi-Evergreen Oaks: Insights From Maritime Forest Live Oak Restoration. *Frontiers in Plant Science*, 10. doi:[https://doi.org /10.3389/fpls.2019.01526](https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01526)
- Valiente, J. A. y Bares, J. C. (2017). Evolutionary trade-offs between drought resistance mechanisms across a precipitation gradient in a seasonally dry tropical oak (*Quercus oleoides*). *Oxford Academic*, 37, 889–901. doi:<https://doi.org/10.1093/treephys/tpx040>

7. ANEXO

Anexo 1. Conteo de individuos con sus DAP pertenecientes en estrato joven y estrato maduro.

Especie	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 25	25 - 30	30 - 35	35 - 40	40 - 45	Grand Total
Joven	270	138	45	14			1		468
Acacia	3								3
Agrito	1								1
Cachito	13	2	1						16
Carbón	11	2	1						14
Carbon blanco		1							1
Ceiba			1						1
Guayabilla	1								1
Indio Desnudo	10	2							12
Laurel	6								6
Macuelizo	2								2
Molinillo	10	3	2						15
Mozotillo	17	2							19
Nance	4								4
Palo golpe	1								1
Pichota	10	4							14
Quercus oleoides	95	54	12	6					167
Quercus sapotifolia	82	67	28	8			1		186
Quiebra muelas	4	1							5
Maduro	3	2	4	14	17	5	7	5	57
Cachito				1					1
Molinillo	2								2
Quercus oleoides				1	7	1	2	1	12
Quercus sapotifolia	1	2	4	12	10	4	5	4	42
Gran Total	273	140	49	28	17	5	8	5	525