

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL



Estructura y Biodiversidad de la Vegetación en Dos Rodales Forestales del Predio Santa
Martha, Las Margaritas, Chiapas

Por:

FRANCISCO PÉREZ CELIS

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Saltillo, Coahuila, México

10 de Diciembre, 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL

Estructura y Biodiversidad de la Vegetación en Dos Rodales Forestales del Predio Santa
Martha, Las Margaritas, Chiapas

Por:

FRANCISCO PÉREZ CELIS

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Aprobada por el Comité de Asesoría:



M.C. José Arnulfo Nájera Castro
Asesor Principal



M.C. Héctor Darío González López
Coasesor



Dr. Alberto Eduardo Lara Reimers
Coasesor



Dr. José Antonio González Fuentes
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México
Diciembre 2020

Dedicatoria

El eterno agradecimiento a Dios por ser fuente fuerza y ayuda durante mi carrera para alcanzar la meta, a que a lo largo de mi estancia en esta gloriosa universidad hubo innumerables tropiezos, pero gracias a su gracia he alcanzado mi meta.

Les dedico a mis padres Francisco Pérez Águeda y María Guadalupe Celis López que me dieron la vida, que a pesar de lo que paso ellos son responsables de que yo alcanzara mi meta y de estar en el camino correcto.

Se las dedico con todo mi corazón y cariño a mis hermanos Cristian de Jesús Pérez Celis y José Jonatán Pérez Celis que ellos fueron el motor principal para alcanzar este sueño, que a pesar de las diferencias que tenemos se las dedico porque son parte de mi vida y ha sido completamente mi fortaleza para llegar al final y seguir adelante.

A mis primos Hugo Antonio Pérez Gómez, Fidel Pérez Gómez y Hernán Pérez Gómez por los consejos que me dieron antes de partir y durante la carrera en la UAAAN y el apoyo brindado que nunca olvidare.

A mi amigo Carlos David Pérez Morales que ha sido un amigo importante y que me acompañó durante toda la carrera y agradezco su amistad y apoyo.

En general se los dedico a todos mis amigos, familiares que me acompañaron durante toda mi carrera que estuvieron ahí apoyando con palabras de aliento para no desistir se las dedico de todo corazón y siempre les estaré agradecido por todo.

Agradecimientos

A mi formación profesional agradezco a:

A mi “ALMA TERRA MATER” mi segunda casa, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro” donde agradezco cada uno de los años que estuve en esta gran institución y a la mejor universidad a la que ingrese y ala que estoy egresando.

Dentro de la gloriosa universidad agradezco al departamento forestal y a cada uno de los profesores por su enseñanza, tiempo y dedicación que me han brindado, agradecido por cada una de las experiencias brindas durante la carrera, y eternamente agradecido por haberme guiado con sus enseñanzas por el camino correcto.

Agradezco a cada uno de mis asesores: Al M.C José Armando Nájera Castro asesor principal, por su tiempo, apoyo, paciencia, amistad y enseñanza durante el tiempo dedicado del presente estudio en el trabajo de gabinete, al M.C Héctor Darío Gonzales López y al Dr. Eduardo Alberto Lara Reimers por su apoyo como coasesores.

En lo Personal:

Agradezco a mis padres Francisco Pérez Águeda y María Guadalupe Celis López por haberme dado la vida, agradezco su apoyo las diferentes etapas de mi formación académica.

Agradezco a mis hermanos Cristian de Jesús Pérez Celis y José Jonatán Pérez Celis ya que ellos son el motor de querer y terminar la carrera, profundamente agradecido a mis primos por su gran apoyo que cuando más necesite de ayuda y especial a mi primo Hugo Antonio Pérez Gómez que sin el terminar la carrera sería más complicada, a mis primos Fidel Pérez Gómez y Hernán Pérez Gómez por su apoyo incondicional y este logro no es solo mío sino también de todos nosotros gracias familia.

Agradezco las facilidades brindadas a dueños de “Santa Marta” especialmente al señor Hipólito Celis López que me ayudo para poder hacer de este estudio más sencillo la evaluación de campo. Agradezco a mis amigos que me ayudaron con el trabajo de campo: José Jonatán Pérez Celis, Fredy Chipol Hernández y Belén Aguilar gracias por ayuda en la evaluación de campo, y las experiencias vividas en “Santa Martha”.

Agradezco a mis amigos que durante toda la carrera que tuve la dicha y honor de conocer y compartir muchas aventuras en la UAAAN; Reyna de Jesús Arredondo Delgado, Deysi Mariel Gutiérrez Noyola, Jazmín Martínez, Diana Yanci Gómez González, Carlos David Pérez Morales, Jonathan Sánchez Torres, Lorenzo Montalvo Anselmo, Fredy Chipol Hernández, Jesús Pérez Díaz y mi compa Jovani Darinel López. A las demás amistades que conseguí fuera al señor Martin Moran y a su esposa la Señora Patricia.

Agradecido con una de las actividades que me brindo sustento durante la carrera que es el arbitraje semana tras semana, una actividad que me brindo mucha disciplina y perseverancia para terminar la carrera Ing. Forestal.

ÍNDICE

	Pagina
ÍNDICE	i
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Hipótesis	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Definición de biodiversidad	4
2.2 Niveles de biodiversidad biológica	5
2.3 Diversidad genética.....	5
2.4 Diversidad de especies	5
2.5 Diversidad de ecosistemas	6
2.5 Escala de la biodiversidad de especies	6
2.5.1 Diversidad primaria o alfa.....	7
2.5.2 Diversidad secundaria o beta	7
2.5.3 Diversidad terciaria o gamma	8
2.6 Valor de importancia de las especies.....	8
2.7 Medición de la diversidad de especies.....	9
2.8 Uniformidad o equitatividad.....	9
2.9 Heterogeneidad.....	9
2.10 Riqueza de especies.....	10
2.11 Estimación del valor de importancia.....	11
2.13 Medición de estructuras	12
2.14 Diferencia dimensional en la estructura Horizontal y Vertical	12
3. MATERIALES Y METODOS	14

3.1 Area de estudio	14
3.1.1 Clima.....	14
3.1.2 Edafología.....	15
3.1.3 Geología.....	15
3.1.4 Hidrología.....	16
3.1.5 Topografía	16
3.1.6 Vegetación.....	16
3.2 Metodo de muestreo	16
3.2.1 Diseño de muestreo	16
3.2.2 Variables dosométricas evaluadas	17
3.2.3 Caracterización estructural	17
3.2.4 Estimación de heterogeneidad	18
3.2.5 Medida de equitatividad.....	19
3.2.6 Estimación de riqueza de especies	20
3.2.6.1 Estimación del Índice de Valor de Importancia	20
3.2.6.2 Estimación de distribución de alturas.....	21
4. RESULTADOS	22
4.1 Riqueza de Especies	22
4.2 Estructura Horizontal.....	23
4.2.1 Caracterización dasométrica de los Rodales 1 y 2.....	23
4.2.2 Abundancia.....	25
4.2.3 Estimación de heterogeneidad	27
4.2.3.1 Índice de heterogeneidad de los estratos arbóreo y arbustivo	27
4.2.3.2 Índice de heterogeneidad del estrato arbóreo	28
4.2.3.3 Índice de heterogeneidad en el estrato arbustivo	30
4.2.4 Índice de equitatividad	31
4.2.4.1 Índice de equitatividad en los estratos arbóreo y arbustivo.....	31
4.2.4.2 Índice de equitatividad en el estrato arbóreo.....	32
4.2.4.3 Índice de equitatividad en el estrato arbustivo	32
4.3 Estimación de riquezas de especies	33
4.3.1 Índice de Valor de Importancia.....	33
4.3.1.1 Índice de valor de importancia general en el Rodal 1	33

4.3.1.2 IVI del estrato arbóreo del Rodal 1	35
4.3.1.3 IVI del estrato arbustivo del Rodal 1	37
4.3.2.4 IVI general rodal 2.....	37
4.3.2.5 IVI del estrato arbóreo del Rodal 2.....	39
4.3.2.6 IVI del estrato arbustivo del Rodal 2	41
4.4 estructura vertical Rodal 1 y 2.....	42
4.4.1 Estructura vertical del Rodal 1.....	42
4.4.2 Estructura vertical del Rodal 2.....	44
5 DISCUSIÓN.....	46
5.1 Heterogeneidad y equitatividad.....	46
5.3 Análisis de índice de Valor de Importancia	48
5.3.1 IVI del estrato arbóreo	49
5.3.2 IVI del estrato arbustivo.....	50
5.3.3 Estructura vertical.....	51
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
BIBLOGRAFÍA.....	53

ÍNDICE DE CUADROS

	Pagina
Tabla 1. Especies que caracterizan la vegetación del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.	22
tabla 2. Variables dasométricas del Rodal 1 del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.	24
Tabla 3. Variables dasométricas del Rodal 2 del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.	25
Tabla 4. Especies que caracterizan la vegetación, su abundancia absoluta y relativa del Rodal 1 del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.	26
Tabla 5. Especies que caracterizan la vegetación, su abundancia absoluta y relativa del Rodal 2 del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.....	27
Tabla 6. Índices de heterogeneidad en el estrato arbóreo y arbustivo del Rodal 1 y 2 del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.	28
Tabla 7 Especies características la vegetación en los rodales 1 y 2 en el estrato arbóreo del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.	29
Tabla 8. Índices de diversidad de especies de los rodales 1 y 2 en el estrato arbóreo del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.....	29
Tabla 9. Especies características la vegetación en los rodales 1 y 2 del estrato arbustivo del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.....	30
TABLA 10. Índices de heterogeneidad de especies de los rodales 1 y 2 del estrato arbustivo del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.....	31

TABLA 11. Índices de equitatividad en los rodales 1 y 2 en los estratos arbóreo y arbustivo del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.	32
Tabla 12. Índices de equitatividad de especies rodal 1 y 2 en estrato arbóreo del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.....	32
Tabla 13. Índices de equitatividad de rodal 1 y 2 en el estrato arbustivo del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.....	33
Tabla 14. Parámetros estructurales horizontales del IVI estimados por especie en el área de estudio en Rodal 1 del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.....	34
Tabla 15. Parámetros estructurales horizontales para IVI para el estrato arbóreo del Rodal 1 del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.	36
Tabla 16. Parámetros estructurales horizontales para IVI para el estrato arbustivo del Rodal 1 del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.	37
Tabla 17. parámetros estructurales horizontales del IVI estimados por especie en el área de estudio del Rodal 2 del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.....	38
Tabla 18. Parámetros estructurales horizontales para IVI para el estrato arbóreo del Rodal 2 del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.	40
Tabla 19. Parámetros estructurales horizontales para IVI Para el estrato arbustivo del Rodal 2 del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.	41
Tabla 20. Distribución vertical de especies de acuerdo al número de árboles y el área basal en el Rodal 1 del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.....	43

Tabla 21. Distribución vertical de especies de acuerdo al número de árboles y el área basal en el Rodal 2 del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.....	45
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Ubicación del predio “Santa Martha”, Las Margaritas, Chiapas.....	14
Figura 2 Comportamiento del índice de valor de importancia del estrato arbóreo y arbustivo del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.....	35
Figura 3 Comportamiento del índice de valor de importancia de cada una de las especies en el estrato arbóreo del Rodal 1 del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.....	36
Figura 4 Comportamiento en la estructura horizontal del IVI de cada una de las especies Rodal 2 del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.....	39
Figura 5. Comportamiento del índice de valor de importancia del estrato arbóreo del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.....	40
Figura 6. Comportamiento IVI de cada una de las especies del estrato arbustivo del rodal 2 del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.....	42

RESUMEN

Este trabajo se realizó para hacer una evaluación sobre la composición vegetal de dos rodales en el predio de Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas. El principal objetivo fue comparar, evaluar y analizar los efectos en la biodiversidad y la estructura horizontal-vertical del bosque bajo diferentes condiciones silvícolas de manejo. Los datos fueron recolectados de dos rodales con diferente periodo de aprovechamiento, el Rodal 1 fue recientemente intervenido y el Rodal 2 está en tiempo de descanso de 10 años desde la última intervención silvícola. La diversidad se estimó a través del Índice de Shannon, Simpson y sus complementos (heterogeneidad y equitatividad) de las especies de cada estrato (arbustivo y arbóreo) en su estructura horizontal y vertical. Se evaluó 10 sitios por cada rodal, tomando en cuenta sus diferentes características como: diámetro normal, diámetro basal, altura, distribución y dominancia de cada estrato. Se registró un total de 26 especies totales en ambos rodales, siendo el rodal 2 el de mayor cantidad de especie (18 especies) que el Rodal 1 (14 especies). Las familias más importantes son: Pinaceae y Fagaceae, en base a los índices de diversidad se encontró para el Rodal 1 (2.3855 bits/ind) y para él Rodal 2 (2.1759 bits/ind) una diferencia significativa, con un rango de diversidad media. La composición estructural se realizó por el Índice de Valor de Importancia y estructura vertical de los dos rodales. El análisis se realizó con cuadros comparativos de los estratos arbóreo y arbustivo. Los resultados mostraron que la mayor diversidad lo encontramos en el Rodal 2, y la mejor distribución de alturas se observó en el Rodal 1, donde encontramos una diversidad alta con una menor densidad de especies y una distribución de alturas con una sola especie dominante *Pinus chiapensis*.

Palabras clave: composición vegetal, estructura horizontal-vertical, manejo silvícola, Índice de Shannon, Índice de Simpson y Índice de Valor de Importancia

ABSTRACT

This work was carried out to evaluate the plant composition of two stands in the Santa Martha forest, Las Margaritas, Chiapas. The main objective of this research was to compare, evaluate, and analyze the effects on biodiversity and the horizontal-vertical structure of the forest under different silvicultural management conditions. The data were collected from two stands with different harvesting periods, Stand 1 was recently reaped, and Stand 2 is in a 10-year rest period since the last rotation period. Diversity was estimated through the Shannon, Simpson Index and its complements (heterogeneity and equitability) of the species of each stratum (shrub and arboreal) in its horizontal and vertical structure. A total of 10 sample areas were evaluated for each stand, taking into account their different characteristics such as normal diameter, basal diameter, height, distribution, and dominance of each stratum. A total of 26 total species were recorded in both stands, Stand 2 recorded the highest number of species (18 species) than Stand 1 (14 species). The most important families were Pinaceae and Fagaceae, based on the diversity indices, there was no found difference in the diversity range (Rodal 1: 2.3855 bits and Rodal2:2.1759 bits). The structural composition assessment (horizontal and vertical) was measured by the importance value Index. The analysis was carried out with comparative tables of the arboreal and shrub strata. The results show that the greatest diversity is found in Stand 2, and the best distribution of heights is found in Stand, with a higher diversity with a lower density of species and a distribution of heights with a single dominant species *Pinus chiapensis*.

Keywords: Plant composition, horizontal-vertical structure, silvicultural management, Shannon Index, Simpson Index, and Importance Value Index.

1. INTRODUCCIÓN

La biodiversidad es muy importante para los humanos, los ecosistemas nos brindan servicios ambientales, como es la producción de alimento, la extracción de diversos productos de uso diario, o la captura de carbono (CONABIO, 2006). Los humanos son los principales causantes de disturbio a los diferentes ecosistemas, y una de las actividades más perjudiciales, es la extracción de madera, donde los impactos son más directos e indirectos sobre las plantas y animales, así como los cambios de la estructura y función del ecosistema en sí (Valdez *et al.*, 2011).

Históricamente, el aprovechamiento forestal de carácter extractivo siempre ha tenido la finalidad de obtener productos maderables que satisfagan la demanda del mercado, sin considerar la aplicación de medidas de mitigación para conservar la biodiversidad. Por lo que ha pasado históricamente, es importante realizar acciones de manejo que garanticen conservar nuestro patrimonio natural y permitan la mitigación de impactos ambientales negativos (Larreta, 2013).

La pérdida de los recursos causa un desabasto de muchos productos que amenaza con disminuir la calidad de vida de los humanos, ya que somos dependientes en su totalidad de los ecosistemas naturales y de los productos que se obtiene de estos. Además que afectan gravemente a los propios ecosistemas causado el deterioro y pérdida de la biodiversidad y destrucción de hábitats, la introducción de especies no nativas y la acumulación de contaminantes gaseosos y sólidos (Baldii *et al.*, 2015).

El estado de Chiapas cuenta con una gran cantidad de ecosistemas que van desde manglares, salvas bajas y selvas altas a bosques de niebla y otros tipos de bosques. Las Margaritas cuentan con gran parte de su superficie cubierta con bosque de coníferas; el municipio cuenta con 41.42 % del territorio margaritense de bosque que corresponde a 2198.57 km² la superficie total de Las Margaritas (INEGI 2005).

1.1 Planteamiento del problema

Los bosques generan múltiples beneficios, como captación de agua, captura de carbono, retención de suelos, leña y carbón, alimento y recreación. Los bosques tienen múltiples beneficios ecológicos, sabemos que la extracción de recursos genera desequilibrio en el bosque y si las maneras de extracción no son las correctas se generan más daño provocando rupturas en los ciclos ecológicos, generando condiciones difíciles para el desarrollo de la vida nativa o la provocación de especies invasoras.

Las malas prácticas de manejo forestal, prácticas mal implementadas, o descuidos en la aplicación de ellas, han sido uno de los principales problemas a lo que se enfrenta la conservación de la biodiversidad de los ecosistemas forestales. La mejor manera de lograr un buen manejo forestal es tratar de mantener y mejorar la estructura del bosque, y la conservación de la cobertura de todas las especies de flora y fauna y de todas las formas de vida que existan y vivan dentro del bosque. Muchas veces no se evalúan la biodiversidad y la cobertura de los bosques después del aprovechamiento.

1.2 Objetivos

Objetivo general

Determinar la estructura de la vegetación de dos rodales con diferente tiempo de aprovechamiento forestal.

Objetivos específico

1. Determinar los índices de diversidad biológica de cada rodal.
2. Determinar la estructura horizontal y vertical de la vegetación de cada rodal.
3. Realizar un análisis comparativo de la condición de la vegetación en cada rodal.

1.3 Hipótesis

Ho: No existen diferencias estructurales entre rodales con diferente tiempo de recuperación de la corta.

Ha: Si existen diferencias estructurales entre rodales con diferente tiempo de recuperación de la corta

.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Definición de biodiversidad

La biodiversidad o diversidad biológica es la compleja variedad de vida que existe. Este concepto abarca a todas las especies de plantas y animales que viven en un determinado lugar y a su variabilidad genética, a su ecosistema, la cual forma parte del hábitat de estas especies. También es parte los procesos ecológicos y evolutivos que se dan en los ecosistemas a nivel de genes, ecosistemas y paisajes terrestres y marinos (Edward, 2008).

La biodiversidad es importante para los humanos ya que principalmente es de donde obtenemos nuestro sostén, como lo es la producción de alimento, un sinnúmero de productos de uso cotidiano y otros servicios ambientales como es la captura de agua en cuenca (SEMARNAT, 2015). Los ecosistemas terrestres son más diversos, dentro de estos, los ecosistemas boscosos es donde los humanos obtenemos múltiples beneficios, siempre y cuando no sean sobre explotados y se genere un deterioro (Fuentes, 1998).

La sustentabilidad ambiental es de suma importancia pues es donde se extraen la mayoría de los recursos que se utilizan en la actualidad, buscando que los ecosistemas se mantengan durante una mayor cantidad de tiempo y así poder seguir con el aprovechamiento de los recursos naturales y con las políticas públicas que se encargan de mantener el orden en los aprovechamientos de recursos naturales como las que señala la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental (LGEEPA).

De acuerdo a personas que se han dedicado a los estudios de la estructura del bosque como lo es Santiago *et al.*, (2010) consideran que el conocer la estructura de los rodales puede generar el mejor manejo del bosque y así poder asegurar el mantenimiento de la estructura de la composición florística que se encuentran en ellos.

2.2 Niveles de biodiversidad biológica

Los distintos tipos de análisis de biodiversidad biológica manejan diferentes escalas de medición; para mejorar el entendimiento de la composición florística, muchos científicos, lo han dividido en tres niveles de estudio (Halffter, 1994). En el primer nivel de estudio se encuentra la variación genética, en el segundo nivel hace referencia a las especies y el tercer nivel, hace referencia al ecosistema, tanto el primer y segundo nivel se encuentran englobadas en el tercer nivel.

2.3 Diversidad genética

La diversidad genética en un sentido amplio es el componente más básico de la biodiversidad, hace referencia a las variaciones que se hereda, lo que ocurren en cada organismo, entre los individuos de una población y entre las poblaciones dentro de una especie, en condiciones naturales más o menos estables (Rimieri, 2017).

La variabilidad genética tiene un rol importante en el proceso evolutivo; si la mayoría de individuos de una población fueran idénticos y se procreara descendencia idéntica a ellos no habría cambio evolutivo y la diversidad (al menos primer nivel) sería nula (0). La evolución solo es posible si existe la variabilidad genética y por lo tanto, la biodiversidad, es el resultado de la evolución, depende completamente de la variación genética. La variación genética en su origen se encuentra en lo que es la mutación y la combinación de nuevos genes, esto da el nacimiento de nuevos genes, creando mutaciones generando nuevas recombinaciones, la diversidad en la composición genética de los individuos, poblaciones y especies (Martínez, 2002).

2.4 Diversidad de especies

Es el segundo nivel de estudio de la biodiversidad, es la encargada de determinar la cantidad de especies que existen en una determinada zona o región determinada, por ejemplo, las especies que viven en el bosque, en el que viven

varios arbustos, arboles, helechos, líquenes y musgos entre otros seres (Pereira, 2011).

La definición de especies fue dada por el biólogo Ernst Mayr que definió el concepto de especies como el grupo de poblaciones naturales capaces de cruzarse entre sí y su descendencia con la capacidad de ser fértiles; las especies están aisladas (Dorado, 2010).

2.5 Diversidad de ecosistemas

El tercer nivel es la diversidad de ecosistemas, así como los procesos ecológicos que son productos de la relación de los organismos entre sí y con su ambiente. Un ecosistema lo forman la variedad de hábitats que se encuentran en un área determinada (el espacio físico con sus características específicas como lo es el suelo, el clima, vegetación, fauna y orografía) (Escobar y Maass, 2005).

El ecosistema es un sistema integrado por una comunidad de $\{0...n\}$ sistemas bióticos dentro de un único sistema físico conocido como la arena (Gignoux *et al.*, 2011). Han sido muchas definiciones a través de los años, pero un ecosistema puede abarcar grandes dimensiones como el océano propio, bosques y desiertos, hasta pequeños como lo es un hormiguero o un acuario de peces en un manglar.

2.5 Escala de la biodiversidad de especies

Las escalas espaciales amplias y escalas temporales en el estudio de la ecología, se hacen distintos entre escalas grandes y escalas pequeñas de las siguientes maneras: escalas grandes se refiere a las áreas de grandes extensiones, y es una definición distinta al sentido cartográfico donde se entiende por escalas grandes a áreas pequeñas. De igual forma, escalas pequeñas, o escalas locales en un sentido macroecológico, se refiere a áreas de extensión reducida donde ocurren procesos con las interacciones entre especies, competencia, depredación, entre otras más (Blackburn y Gaston, 2002).

Además de esta división general de escalas espaciales, existen enfoques diferentes para estudiar la biodiversidad a estas escalas; entre estos se distinguen

tres tipos de biodiversidad, alfa, beta y gama (Whittaker, 1960) y otro hace la distinción entre la escala local y la regional (Cornell y Lawton, 1992). Ambos enfoques están estrechamente vinculados.

2.5.1 Diversidad primaria o alfa

Según Sugg (1996) la diversidad alfa es el número de especies que viven y están adaptadas a un hábitat homogéneo, cuyo tamaño determina el número de especies por la relación área-especie, en la cual a mayor área mayor cantidad de especies encontradas

La diversidad alfa se define como el número de especies a nivel local debido a los factores locales y las interacciones de la población se puede decir que se encuentran en constante competencia (Llorente y Morrone, 2001) en la diversidad alfa de unas localidades un balance entre los componentes bióticos y abióticos además como la inmigración a otras localidades.

2.5.2 Diversidad secundaria o beta

La diversidad beta de acuerdo a Whittaker (1960) describe la define como el diferencial de la diversidad de un hábitat (diversidad alfa) y de la diversidad de paisaje de hábitats (diversidad gama). Por lo tanto, existen varias formas de calcular la diversidad beta y sin embargo existen el termino simple, la diversidad beta juega el papel de representar la diversidad de especies entre hábitats que no está compartidas.

Se encontraron de acuerdo entre 8 y 24 diferentes formas de medir la diversidad beta, respectivamente. Los ecólogos de comunidades agrupan las medidas de diversidad beta en dos grandes conjuntos, (1) las métricas clásicas de diversidad beta calculadas a partir de las diversidades y (regional) y alfa (local) y basadas únicamente en el número de especies; y (2) las medidas multivariadas calculadas con base a la comparación de la similitud o disimilitud entre unidades de muestreo que se puede incorporar a la abundancia, cobertura o la biomasa de las especies (Anderson, 2010).

2.5.3 Diversidad terciaria o gamma

La diversidad gamma de acuerdo a Whittaker (1960) se define como la diversidad total de las especies en un paisaje, donde los componentes independientes de la diversidad-alfa y la diversidad beta juegan el papel con efecto multiplicativo.

No existe algo referente a la escala apropiada para calcular la diversidad gamma (Moreno, 2001). La escala que se usa es la generada por la misma base de datos en general y hay que aceptar que en cualquier esfuerzo de muestreo siempre se subestima la diversidad total de un área grande (Whittaker *et al.*, 2001).

2.6 Valor de importancia de las especies

El analizar el valor de importancia de todas las especies tiene sentido con el objetivo de medir la diversidad biológica, contar con los parámetros que permita tomar decisiones en favor de ecosistemas o generar recomendaciones en favor de un mejor manejo de los recursos naturales dependiendo del área en el que se esté trabajando, para así tener un monitoreo más sencillo y poder desempeñar mejor la conservación de áreas naturales (Mugurran, 1988).

Para evaluar la importancia de las especies arbóreas se usan los valores relativos de densidad, frecuencia y dominancia que indican la importancia ecológica relativa de las especies de plantas en una comunidad (Matteucci y Colman, 1982).

La abundancia está determinada por el número de individuos por hectárea y la dominancia con la proporción de la variable área basal. La cobertura de copa de todos los individuos de una sola especie determina la dominancia en ecosistemas con el dosel cerrado como lo es en los bosques tropicales, donde para distinguir las copas de los árboles es muy complicado, para tal problema la solución es utilizar el área basal como valor de dominancia. Por lo tanto la dominancia absoluta de una especie es el producto de la suma del área basal o de la cobertura individual expresada en m². La dominancia relativa proviene del cálculo de la proporción de una especie en área basal cobertura total evaluada (Santiago

et al., 2010). La frecuencia hace referencia a existencia o ausencia de una especie en un sitio de un muestro (Traversa y Reyes, 2013).

2.7 Medición de la diversidad de especies

A través de los años en los estudios científicos sobre la biodiversidad biológica a nivel de especie y población, los investigadores hacen la investigación en tres aspectos los cuales son, la equitatividad, heterogeneidad y riquezas de especies. El utilizar estos aspectos ha hecho que se pueda hacer los estudios de biodiversidad, ya que hacer estos tipos de trabajos es bastante complejo (Moreno, 2001).

Los estudios de biodiversidad implican medidas ecológicas y cuantitativas que permita un análisis estadístico más rápido y fácil de interpretar. La gran cantidad de investigaciones la basan en indicadores estadísticos, denominados índices. Los índices son parámetros estadísticos específicos para mostrar los cambios en una variable o varias variables relacionadas, bajo una serie de condiciones, tales como la ubicación geográfica, clima y tiempo (Fuentes, 1998).

2.8 Uniformidad o equitatividad

La equitatividad estima el grado en que se encuentra una población con respecto a una comunidad hipotéticamente perfecta, indicado la desviación que tiene la población original con pocas especies dominantes y muchas especies no comunes, con respecto a una comunidad estable, donde todas la especie demuestran que son iguales en dominancia. La equitatividad se evalúa principalmente por el índice de Simpson, es una medida de dominancia de especies y a medida que el índice aumenta la biodiversidad disminuye. El índice de Simpson sobrevalora las especies más abundantes dañando la riqueza total de especies, el índice presenta valores del 0 a 1 (Krebs, 1999).

2.9 Heterogeneidad

El concepto de heterogeneidad se separa de la riqueza de especies con la equitatividad. La heterogeneidad indica cuando la población o comunidad es más

diversa que otra, aunque demuestren las dos poblaciones el mismo número de especies y si la distribución de especies es mejor para una de las poblaciones, la medida de heterogeneidad es más diversa en esa población (Krebs, 1999). Existen dos medidas de heterogeneidad utilizadas: series logarítmicas y el índice de Shannon.

Existen un gran número de especies raras y esto es difícil de determinar por medio de series logarítmicas que es comúnmente utilizada en los estudios de biodiversidad; pero en si la que se utiliza para mediciones de heterogeneidad es el índice de Shannon-Wiener y del complemento del índice de Simpson. Con respecto al índice de Shannon-Wiener este muestra los individuos al azar a partir de una población “indefinidamente grande” y asume que todas las especies están representadas en la muestra (Mugurran, 1988).

2.10 Riqueza de especies

La riqueza de especies es la cantidad de especies que se encuentran en determinada comunidad, es muy utilizado en las medidas de diversidad en los hábitats por la generación de gráficas de acumulación de especies (Krebs, 1999). La riqueza es un indicador de la riqueza relativa de especies de una comunidad. Aunque el concepto es simple, es lo más cercano a dar una definición formal (Peet, 1975). La dificultad radica en la dependencia inherente de cualquier medida del tamaño de muestra; cuanto mayor sea la muestra mayor es el número de especies.

Varios índices han sido utilizados como medida de riqueza de especies, independientes del tamaño de muestra. Todos asumen una relación funcional, particularmente entre el número esperado de especies observadas y el tamaño de la muestra, lo que ha hecho la posible solución es que el tamaño de muestra sea estandarizado (Peet, 1975).

La forma en la que se debería medirse la riqueza de especies, sería necesario contar con el inventario completo que permita conocer el número total de especies (S) obteniéndola del censo de la población. Esto tiene el grado de dificultad un

poco mayor pues hay que conocer los taxones, pero aun así se puede realizar de manera puntual en tiempo y espacio. Las mayores veces se recurre a los índices de riqueza específica, obteniéndolos a partir de un muestreo de la comunidad (Moreno, 2001).

Unos de los índices más utilizados es el de Margalef, el cual se basa en la relación del número de especies y el número total de los individuos observados, que aumenta al incrementar el tamaño de muestra (Moreno, 2001).

2.11 Estimación del valor de importancia

el valor de importancia se realiza para jerarquizar las especies dentro de un ecosistema, la forma en que se debe definir estos valores es mediante la metodología de la abundancia, dominancia y frecuencia de cada una de las especies; la suma de los tres anteriores resulta en el denominado valor de importancia (Muller y Ellenberg, 1974). La dominancia se determina por el número de individuos por hectárea y la dominancia como variable de proporción de la cobertura (Muller y Ellenberg, 1974). La diversidad del bosque se caracteriza por el número de especies que existen en él y la distribución de las dimensiones de los árboles. Dos de las variables de dimensiones más importantes son el diámetro a 1.30 metros y la altura total, las cuales corresponden a las estructuras horizontal y vertical (Gadow *et al.*, 2007).

La estructura del bosque o de rodales según sea el manejo, interpretada como la representación de los individuos en los términos de edad, copa, diámetro, ubicación relativa y tipos de forma de vida, constituye la consideración básica para desarrollar el manejo y que sea de calidad y continuidad con el rendimiento, por eso la importancia ecológica y silvícola (Wadsworth, 2000). Cada nivel de la biodiversidad comprende tres aspectos principales: composición, estructura y función (Honorio *et al.*, 2015).

La estructura del bosque es de suma importancia y las intervenciones que se realicen traerán cambios en diferentes niveles por eso es de mucha relevancia en los sistemas forestales, ya que se relaciona con la estabilidad del bosque,

producción, conservación de suelos, paisaje, condiciones macroclimática y alteración del habitat de muchas especies de fauna, vegetación (plantas) y hongos ya que es fácil modificarlos mediante la aplicación de tratamientos silvícolas (Sánchez *et al.*, 2018). También las estructuras de los bosques están relacionadas con su estabilidad frente a distintos factores bióticos y abióticos, así como múltiples beneficios directos e indirectos. Con el conocimiento adecuado de las estructuras del bosque y de la dinámica, se puede garantizar el adecuado manejo sostenible de los bosques. Los bosques son muy diferentes por su distribución geográfica ya que la vegetación está adaptado a diferentes zonas que afectan su crecimiento (diámetro y copa) y temperamento (Krebs, 1999).

2.13 Medición de estructuras

El conocimiento de la estructura arbórea es de suma importancia para el mejor manejo de los ecosistemas boscosos (Gadow *et al.*, 2007). La forma de evaluar la diversidad de estructuras de ecosistemas forestales el mediante la aplicación de índices estadísticos de diversidad, que evalúen la estructura vertical, horizontal y la distribución espacial.

2.14 Diferencia dimensional en la estructura Horizontal y Vertical

La diferenciación dimensional es considerada como un aspecto dentro de la estructura de un rodal, la cual muestra la diferencia que existe en tamaños de los árboles. La diferenciación puede referir a distintas variables como lo es diámetro, altura o copa, aunque para reflejar la diferenciación horizontal y vertical, las variables más frecuentes son el diámetro y altura (Corral *et al.*, 2005).

La estructura es de los aspectos de mayor importancia en los sistemas forestales ya que se relaciona con la estabilidad del bosque, la producción, las condiciones del paisaje, conservación de suelos, determinación de condiciones microclimáticas y los nichos de animales, plantas, hongos ya que por intervenciones silvícolas de aprovechamiento son fácilmente modificados (Montes, 2004).

Desde otro punto de vista, la estructura del bosque está vinculada con la estabilidad frente a diversos factores, bióticos y abióticos así como los múltiples beneficios directos e indirectos. El adecuado conocimiento y manejo de la estructura del bosque y su dinámica puede garantizar una gestión sostenible de los ecosistemas (Del Río *et al.*, 2003). La estructura de los bosques está condicionada por sus propias características de las especies que viven dentro, como el temperamento, crecimiento o tipo de copa, así como las características climatológicas por sus localización geográfica y altitudinal (Krebs, 1999).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Area de estudio

El municipio de Las Margaritas, Chiapas se encuentra localizado en los límites del Altiplano Central y de las Montañas del Norte denominada tercera region fronteriza del estado, zona Comiteca-Tojolabal; el área de estudio se realizó en la ranchería de Santa Martha, la cual se localiza a 33.8 km por carretera de la cabecera municipal de Las Margaritas, sobre las coordenadas geograficas 16°25'51.95"N y 91°49'16.80"O, con una altitud de 1784 msnm (Figura 1).

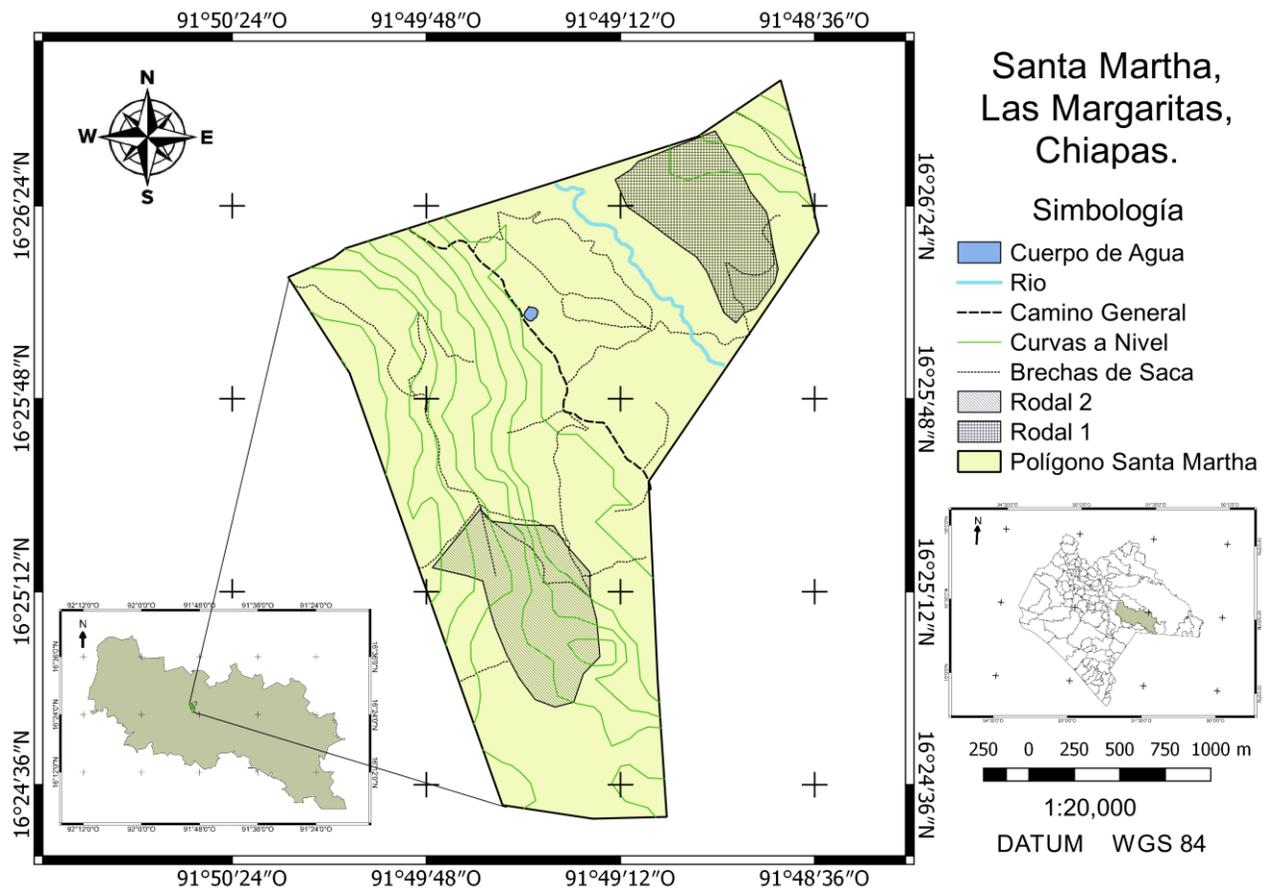


Figura 7 Ubicación del predio “Santa Martha”, Las Margaritas, Chiapas.

3.1.1 Clima

De acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por Garcia-CONABIO (1998) es del tipo de clima que corresponde al predio es (A)C(m)(f) , que corresponde a

templado y húmedo con temporada de lluvias nublada, la temporada seca es parcialmente nublada y es caliente durante el transcurso del año. Durante el transcurso del año la temperatura generalmente varía entre 9°C a 31°C y rara la vez baja a 5°C ó sube mas de los 34°C. La temporada más calurosa dura dos meses, del marzo a mayo, donde la temperatura máxima promedio diaria es de más de 30°C. La temperatura más fría tiene una duración de cuatro meses, de noviembre a enero con una temperatura mínima promedio de 9°C y una máxima promedio de 26°C. La temporada de precipitación dura alrededor de nueve meses, de marzo a diciembre con un intervalo de 31 días de lluvia de por lo menos 13 milímetros, el período con la menor presencia de lluvia dura tres meses, lo que es de enero a marzo, durante este período llueve alrededor de 10 milímetros en tres meses (García, 1998).

3.1.2 Edafología

El suelo característico del predio de Santa Martha es el Luvisol crómico (Lc), este se encuentra en la parte sur del predio donde se extiende ocupando el 83.85% de la superficie total con una pendiente máxima del 27% y una mínima del 10%, de un color rojo intenso; y el otro suelo Litosol (L) con presencia en el 16.15% del total del predio, este se encuentra en la parte Noreste con profundidad de 10 cm, con una pendiente máxima del 27% y una mínima del 5%, lo encontramos en la barrancas, laderas, y lomeríos, es suelo muy fértil y su susceptibilidad de erosión es muy variable dependiendo de los factores que la rodean. Son suelos de espesor muy variable con un pH débilmente ácido (INIFAP, 1995)

3.1.3 Geología

La característica geológica del predio es que se encuentra sobre roca sedimentaria del período cretácico; la mayoría del predio se encuentra en una zona accidentada con un 70 % de su superficie y la superficie restantes es una zona de lomeríos; la serranía del predio sirve como drenaje ya que el lugar es una zona alta (INEGI, 2005).

3.1.4 Hidrología

El área de estudio se encuentra en la región hidrológica Grijalva-Usumacinta (RH-30) dentro de la cuenca Río Lacantu, el predio esta dentro dos subcuencas, las cuales son Tzaconeja y La Pimienta (CONAGUA, 2009).

3.1.5 Topografía

El área de estudio se encuentra ubicado en la serranía donde la pendiente no sobrepasa el 35%, con una altura mayor de 2050 msnm y una mínima de 1890 msnm. De los dos rodales evaluados el Rodal 2 que se encuentra al sur del predio, es que la tiene la topografía mas abrupta donde se puede acceder de manera más difícil.

3.1.6 Vegetación

De acuerdo a los metadatos geográficos de la INEGI (2016) y haciendo referencia a Rzedowski (2006) el tipo de vegetación del ecosistema del predio es de pino-encino, bosque de pino y bosque mesofilo de montaña.

Los rodales presentan vegetación de pino presentado las siguientes variantes del ecosistema pino-encino, bosque mesofilo de montaña y bosque de pino es la vegetación características de los rodales que se evaluaron es la vegetación característica de los rodales que se evaluó (INEGI, 2017).

3.2 Metodo de muestreo

3.2.1 Diseño de muestreo

El tipo de muestreo utilizado para evaluar los dos rodales con condiciones diferentes, fue el muestreo sistemático con inicio en un punto aleatorio.

El muestreo sistemático permite ubicar las muestras en un patrón regular en toda la zona de estudio, permitiendo detectar variaciones espaciales en la comunidad. Se evaluaron 10 sitios en cada uno de los dos rodales, los sitios fueron de forma circular con una superficie de 1000 m² evaluado el arbolado en la categoría de 30

cm de diametro y mayores, a 1.30 m de altura. También se levantaron sitios concéntricos de 500 m² para evaluar el arbolado de la categoría de 25 cm a 5 cm, que fue la mínima categoría considerada. En sitios también concéntricos de 250 m² se evaluó la vegetación arbustiva y arboles leñosos menores a la categoría de 5 cm a la altura de 30 cm. Los sitios concéntricamente tuvieron el mismo centro que el sitio de 1000 m².

3.2.2 Variables dosométricas evaluadas

Se evaluon todas las especies leñosas incluidas en el sitio de muestreo y se determinó para cada individuo las siguientes variables dasométricas (Flores, 2016).

-Diámetro normal: se mide el diamtro a 1.30 metros sobre el nivel del suelo a todo arbolado leñoso usando la cinta diámetrica.

-Diámetro basal: se mide el diamtro a 0.30 metros sobre el nivel del suelo a todo arbolado leñoso usando la cinta diámetrica.

-Diámetro de copa: se mide la copa de todos los arboles, trazando los radios en direccion de los cuatro puntos cardinales usando la cinta métrica.

-Altura total: se mide la distancia desde el suelo hasta el ápice del árbol para todos los individuos usando la pistola Haga y para árboles o arbustos de alturas menor se utilizo la cinta métrica.

-Especie: se identifican en campo por el nombre científico, nombre común o en su caso se asigno una clave de referencia para posteriormente identificarlas por fuentes bibliográficas y herbario.

3.2.3 Caracterización estructural

Las variables o parámetros estructurales que identifiquen una importancia ecológica o estructura de la vegetación, se obtuvieron a través del ordenamiento en su disposición horizontal y vertical, unificadas a través de índices ecológicos que permitan establecer un predominio ecológico.

Se analizó la abundancia, dominancia, frecuencia absoluta y relativa en su componente horizontal a través del índice del valor de importancia (IVI) (Pretzsch, 2009).

Los estratos están definidos en el índice ya mencionado basándose en la altura máxima alcanzada, estableciendo tres estratos de acuerdo a proporciones relativas a la máxima altura encontrada (Pretzsch, 2009).

3.2.4 Estimación de heterogeneidad

La heterogeneidad se evalúa por medio del índice de Shannon-Wiener y del complemento del índice de Simpson. Con respecto al índice de Shannon-Wiener, este muestrea los individuos al azar a partir de una población “indefinidamente grande” y asume que todas las especies están representadas en la muestra (Mugurran, 1988). Este índice es el grado de incertidumbre asociado a la selección aleatoria de un individuo en una comunidad y se mide en base al número de especies presentes y la abundancia relativa (Pla, 2006). Su fórmula es la siguiente:

$$H' = - \sum_{i=1}^s (P_i) * (Ln P_i)$$

Dónde: H' = Índice de diversidad de especies.

S = Número de especies.

P_i = Proporción de muestras totales pertenecientes a i especies.

Ln = Logaritmo natural.

Otro índice utilizando para las mediciones de la heterogeneidad es el índice de Simpson, que consiste en la dominancia de cada especie, donde a medida que la dominancia en ciertas especies aumenta la diversidad disminuye, y su rango va de 0 a 1 (Krebs, 1999). La fórmula es la siguiente:

$$1 - D = 1 - \sum P_i^2$$

Dónde: $1 - D$ = complemento del índice de Simpson.

P_i = Proporción de especies i en la comunidad.

3.2.5 Medida de equitatividad

La equitatividad estima el grado en que se encuentra una población con respecto a una comunidad hipotética, indicando la desviación que tiene una comunidad bajo el estudio con menores especies dominantes y muchas especies no comunes, versus a una comunidad donde todas las especies son igualmente comunes. La equitatividad se estimó utilizando el índice de equitatividad de Simpson y la medida de equitatividad de Shannon. El índice de Simpson presenta valores que van de 0 a 1 y no es sensible a la riqueza de especies (Krebs, 1999), la fórmula es la siguiente:

$$E_{1-D} = \frac{(1/D)}{S}$$

Dónde: E_{1-D} = Índice de equitatividad de Simpson.

$1/D$ = Inverso del índice de Simpson.

S = Número de especies en la muestra.

El índice de equitatividad de Shannon utiliza la máxima diversidad posible (H' máx.), es la situación hipotética donde todas las especies tienen abundancia igual. La proporción de dividir el índice de Shannon (H') entre la máxima diversidad posible (H' máx.) puede usarse como una medida de equitatividad (Pielou, 1969) y su fórmula es la siguiente:

$$J' = H' / H'max$$

Dónde: J' = índice de equitatividad de Shannon.

H' = índice de Shannon-Wiener.

$H'max$ = Máxima diversidad posible.

3.2.6 Estimación de riqueza de especies

3.2.6.1 Estimación del Índice de Valor de Importancia

Para cumplir unos de los objetivos, el índice del valor de importancia es conocido como el índice de importancia ecológica. Se obtiene sumando los valores relativos de frecuencia, densidad y dominancia de cada especie, cada uno los cuales se expresa con las formulas de la siguiente manera (Blackburn *et al*, 2002):

- **Abundancia**

$$A_{relativa} = \frac{d}{D} * 100$$

Dónde: d = Dominancia de la especie i .

D = Dominancia de todas las especies.

- **Dominancia**

$$D_{relativa} = \frac{c}{C} * 100$$

Dónde: c = Cobertura de la especie i .

C = Cobertura total.

- **Frecuencia**

$$F_{relativa} = \frac{f_i}{F} * 100$$

Dónde: f = Frecuencia de la especie i .

F = Frecuencia total.

- **Índice de Valor de Importancia**

$$IVI = A_r + D_r + F_r$$

Dónde: A_r = Abundancia relativa.

D_r = Dominancia relativa.

F_r = Frecuencia relativa.

Estas son las medidas de los diferentes rubros para el cálculo del valor de importancia de cada uno de los rodales.

3.2.6.2 Estimación de distribución de alturas

La estructura vertical en los sitios se evaluó en tres estratos de altura con el número de árboles y el área basal por ha. Los estratos de altura quedaron de la siguiente forma:

a) Estrato I: integrará a las especies cuya altura se encuentre entre el 80 % y el 100 % de la altura máxima del rodal, esta altura máxima servirá de referencia para todos los estratos.

b) Estrato II: especies cuya altura sea mayor al 50 % y menor al 80 % de la altura máxima del rodal.

c) Estrato III: especies cuya altura sea hasta el 50 % de la altura mayor de referencia.

4. RESULTADOS

4.1 Riqueza de Especies

Se registró una riqueza total en las dos áreas de muestreo distribuidas en 12 órdenes taxonómicos y 14 familias. En el estrato arbóreo se encontraron 4 familias y 11 especies. En el estrato arbustivo se encontraron 15 familias y 21 especies, compartiéndose algunas especies entre estratos.

En el estrato arbóreo se encuentra la familia de las Fabaceae, Ericaceae; las familias de los piaceae, saxigales y altimaceae. En el estrato arbustivo se encuentra la familias asteraceae, adoxaceae, ericaceae, actinidiaceae, Sapotaceae, fabaceae, fagaceae, garryaceae, scrophulariaceae, rosaceae, dennstaedtiaceae, moraceae, rosaceae, anacardiaceae, y la familia altimaceae.

Ninguna de las 26 especie se encuentra dentro de la norma NOM-059-SEMARNAT-2010 (Cuadro 1).

Tabla 1. Especies que caracterizan la vegetación del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.

No.	Orden	Familia	Especie	Clave
1	Ericales	Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i>	Arb xal
2	Lamiales	Scrophulariaceae	<i>Buddleja skutchii</i>	Bud sku
3	Rosales	Moraceae	<i>Castilla elástica</i>	Cas ela
4	Ericales	Sapotaceae	<i>Chrysophyllum oliviforme</i>	Chr oli
5	Rosales	Moraceae	<i>Ficus insípida</i>	Fic ins
6	Garryales	Garryaceae	<i>Garrya laurifolia</i>	Gar lau
7	Saxigales	Altingiaceae	<i>Liquidambar styraciflua</i>	Liq sty
8	Fabales	Fabaceae	<i>Lonchocarpus sp</i>	Lon sp
9	Pinales	Pinaceae	<i>Pinus chiapensis</i>	Pin chi
10	Pinales	Pinaceae	<i>Pinus devoniana</i> Lindley	Pin dev
11	Pinales	Pinaceae	<i>Pinus oocarpa</i>	Pin ooc
12	Pteridales	Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	Pte aquí
13	Fagales	Fagaceae	<i>Quercus crassifolia</i>	Que cra
14	Fagales	Fagaceae	<i>Quercus cupreata</i>	Que cup
15	Fagales	Fagaceae	<i>Quercus glaucoides</i>	Que gla
16	Fagales	Fagaceae	<i>Quercus magnolifolia</i>	Que mag
17	Fagales	Fagaceae	<i>Quercus mexicana</i>	Que mex

18	Fagales	Fagaceae	<i>Quercus peduncularis</i>	Que ped
19	Fagales	Fagaceae	<i>Quercus rugosa</i>	Que rug
20	Fagales	Fagaceae	<i>Quercus segovienensis</i>	Que seg
21	Sapindales	Anacardiaceae	<i>Rhus schiedeana</i>	Rhu sch
22	Rosales	Rosaceae	<i>Rubus ulmifolius</i>	Rub ulm
23	Ericales	Actinidiaceae	<i>Saurauia leocarpa</i>	Sau leo
24	Asterales	Asteraceae	<i>Senecio cristobalensis</i>	Sen cri
25	Magnoloopsida	Rosaceae	<i>Ulmus mexicana</i>	Ulm mex
26	Dipsacales	Adoxaceae	<i>Viburnum jucumdum</i>	Vib juc

4.2 Estructura Horizontal

4.2.1 Caracterización dasométrica de los Rodales 1 y 2

Se combinaron los estratos arbóreo y arbustivo para obtener el área basal y la cobertura por especie de cada uno de los rodales. Se observó el comportamiento del área basal (m^2/ha^{-1}) con las variables DB medio, DN medio y densidad por ha, así como la cobertura de copa (C/ha^{-1}) en ambos rodales. El Rodal 1 mostró valores mayores que el Rodal 2, duplicando los valores de las variables; esto puede deberse a que el Rodal 2 no ha podido recuperarse de los daños causados por el aprovechamiento en el estrato arbustivo, que es el más afectado por las diferentes actividades del derribo y arrastre. En lo que corresponde a las dimensiones de las especies que se encuentran en los dos rodales, el Rodal 1 tiene valores más altos, en todas las variables, resultado del mayor tiempo sin perturbar el área (Cuadro 2).

Tabla 2. Variables dasométricas del Rodal 1 del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.

No	Especie	Ab A (ind/ha ⁻¹)	AB con DN (m ² /ha ⁻¹)	AB con DB m ² /ha ⁻¹	Cob C m ² /ha ⁻¹	$\overline{\text{DN}}$ (cm)	$\overline{\text{DB}}$ (cm)	$\overline{\text{H}}$ (m)
1	Pin chi	403	13.8463	28.4838	1576.5520	20.74	24.11	18.90
2	Liq sty	84	0.6557	0.8178	101.0930	18.17	21.92	17.63
3	Que cra	144	0.0196	0.1231	136.7571	7.80	12.70	16.80
4	Que mex	180	0.0131	1.6151	133.8124	5.18	6.43	7.80
5	Que mag	142	0.0095	0.2935	152.9682	7.73	9.47	11.17
6	Arb xal	156		0.0663	129.3859		1.88	1.15
7	Bud sku	52		0.0236	11.3098		2.25	1.26
8	Fic ins	4		0.0044	16.3800		3.75	2.60
9	Gar lau	160		0.0519	191.7800		2.05	1.92
10	Lon sp	28		0.0071	1.9950		1.80	1.78
11	Que cup	440		0.0947	425.8124		1.81	1.52
12	Que rug	184		0.0490	261.1200		2.23	2.62
13	Rub ulm	256		0.0260	193.9680		1.10	1.29
14	Sau leo	192		0.0603	182.4000		2.00	1.72
		2425	14.5442	31.7165	3515.3339			

Los promedios de las variables DN, DB y H del Rodal 2 tienen valores más altos debido al tiempo de descanso de las especies para poder desarrollarse, mientras que en el Rodal 1 los promedios son más bajos debido al reciente aprovechamiento que se realizó en el área. Se observó que los valores totales del área basal con DN y DB, son más altos en el Rodal 1, eso se debe a la presencia de una sola especie, el *Pinus chiapensis* que es maderable, y es la que tiene mayor dominancia en área basal en el estrato arbóreo, mientras que el Rodal 2 tiene menor área basal, siendo que *Pinus oocarpa* es la especie dominante en cobertura de este rodal, siendo apenas una tercera parte de la del Rodal 1. En lo que corresponde a la cobertura de copa el Rodal 2 ocupa una mayor superficie a él Rodal 1 ocasionado en el momento del derribó y arrastre las copas de árboles y arbustos son los más dañados.(Cuadro 3).

Tabla 3. Variables dasométricas del Rodal 2 del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.

No	Especie	ind/ha ₋₁	AB con DN m ² /ha-1	AB con DB m ² /ha ⁻¹	Cob C m ² /ha ⁻¹	$\overline{\text{DN}}$ (cm)	$\overline{\text{DB}}$ (cm)	$\overline{\text{H}}$ (m)
1	Pin ooc	119	4.3577	6.6508	629.8453	22.4	27.1	21.9
2	Que mag	619	1.5640	2.6563	1125.4203	29.5	39.24	35.46
3	Que rug	464	0.6778	1.0283	688.7150	21.48	25.93	18.19
4	Que seg	48	0.5566	0.8553	181.3000	13.57	15.23	12.24
5	Pin dev	5	0.3615	0.5566	29.8750	29.50	39.24	35.46
6	Arb xal	12	0.0315	0.3322	17.0800	9.00	25.70	5.75
7	Pte aqu	1500		0.1059	943.0600		1.07	1.66
8	Que Ped	2		0.0066	6.0800		6.50	3.50
9	Bud sku	584		0.1973	650.8400		1.88	1.53
10	Ulm mex	139		0.0790	173.2200		3.60	1.20
11	Rub ulm	392		1.2060	1327.9600		3.57	1.89
12	Que cup	652		0.6059	847.2200		2.52	1.46
13	Que gla	1480		0.2137	547.4600		1.20	0.89
14	Chr oli	4		0.0013	1.4600		2.00	1.50
15	Vib juc	124		0.0571	203.3600		1.20	1.34
16	Cas ela	8		0.0014	10.6400		1.50	1.70
17	Rhu sch	76		0.0002	86.6400		0.19	2.06
18	Sen cri	188		0.0001	36.1600		0.34	1.04
		6424	7.5492	14.55	7506.34			

4.2.2 Abundancia

La abundancia en las dos áreas del bosque que fueron evaluados, y considerando la totalidad de las especies registradas en los estratos, se realizó conversión a valores por hectárea. En el Rodal 1 se encuentran 14 especies diferentes con 2,425 individuos ha⁻¹ donde *Quercus cupreata* se encuentran con mayor frecuencia con 440 individuos ha⁻¹ con una abundancia relativa de 18.14%, junto a *Pinus chiapensis* y *Rubus ulmifolius* que cuenta con buena presencia con una abundancia absoluta 403 y 256, que representa abundancia relativa de 16.62 % y 10.56 %, respectivamente (Cuadro 4).

Tabla 4. Especies que caracterizan la vegetación, su abundancia absoluta y relativa del Rodal 1 del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.

No	Especies	Abundancia Absoluta (ind/ha ⁻¹)	Abundancia Relativa (%)
1	<i>Que cup</i>	440	18.14
2	<i>Pin chia</i>	403	16.62
3	<i>Rub ulm</i>	256	10.56
4	<i>Sau leo</i>	192	7.92
5	<i>Que rug</i>	184	7.59
6	<i>Que mex</i>	180	7.42
7	<i>Gar lau</i>	160	6.60
8	<i>Arb xal</i>	156	6.43
9	<i>Que cra</i>	144	5.94
10	<i>Que mag</i>	142	5.86
11	<i>Liq sty</i>	84	3.46
12	<i>Bud sku</i>	52	2.14
13	<i>Lon sp</i>	28	1.15
14	<i>Fic ins</i>	4	0.16
Suma		2,425	100.00 %

Se encontró que el Rodal 2 con 18 especies presenta mayor abundancia absoluta con 6424 ind/ha⁻¹. donde el especies del estrato arbustivo han sido las que más presencia tienen como *Pteridium aquilinum* y *Quercus glaucoides* 23.35% y 23.04% respectivamente (Cuadro 5). Existen 6 especies presentes en ambos rodales: *Arbutus xalapensis*, *Buddleja skutchii*, *Quercus cupreata*, *Quercus magnolifolia*, *Quercus rugosa* y *Rubus ulmifolius*, las densidades de estas especies se ven mas homogéneas en el rodal 1, mientras que en el Rodal 2 las especies del estrato arbustivo sobresalen con valores de casi el tripe de individuos

Tabla 5. Especies que caracterizan la vegetación, su abundancia absoluta y relativa del Rodal 2 del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.

No	Especies	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa
1	<i>Pter aqu</i>	1,500	23.35
2	<i>Que gla</i>	1,480	23.04
3	<i>Que cup</i>	652	10.15
4	<i>Que mag</i>	619	9.64
5	<i>Bud sku</i>	584	9.09
6	<i>Que rug</i>	464	7.22
7	<i>Rub ulm</i>	392	6.10
8	<i>Sen cri</i>	188	2.93
9	<i>Ulm mex</i>	136	2.12
10	<i>Pin ooc</i>	119	2.02
11	<i>Vib juc</i>	124	1.93
12	<i>Rhu sch</i>	76	1.18
13	<i>Que seg</i>	48	0.75
14	<i>Arb xal</i>	12	0.19
15	<i>Cas elá</i>	8	0.12
16	<i>Pin dev</i>	5	0.08
17	<i>Chr oli</i>	4	0.06
18	<i>Que ped</i>	2	0.03
Total		6,424 ind/ha ⁻¹	100.00

4.2.3 Estimación de heterogeneidad

El índice de biodiversidad de Shannon tiene valores entre 1.5 y 3.5 bits/individuo y en escasas ocasiones se encuentran 4.5 bits/individuo. Los valores menores a 2 bits/individuo se consideran bajos y superiores con valores mayores a 3 bits/individuo; los que se ubican en este rango se pueden considerar como valores normales o estándares. El índice de Simpson dictamina la biodiversidad, donde su escala va desde 0 a 1 y cuando más cercano esté a 1 existe mayor diversidad, y al contrario, cuando se acerca a 0 menor diversidad (Margalef, 1976).

4.2.3.1 Índice de heterogeneidad de los estratos arbóreo y arbustivo

En el Rodal 1 se obtiene el valor del índice de 2.3855 bits/individuo con 14 especies registradas donde *Pinus chiapensis* y *Quercus cupreata* representan a la mayoría de las plantas con 34.8% de la totalidad, siendo un rodal estándar dentro del valor del índice. En el Rodal 2 obtenemos el valor índice de 2.1759

bits/individuo con 18 especies registradas, donde la mayor presencia fue de *Pteridium aquilinum* y *Quercus glaucooides* que representan el 46.39% del total de las plantas en el rodal. También siendo un rodal estándar que se mantiene dentro del valor del índice. Las diferencias entre los dos rodales son muy ligeras, ambos están dentro de los valores normales del índice de Shannon siendo el Rodal 2 ligeramente superior a pesar que fue recientemente intervenido con el aprovechamiento forestal.

El índice de Simpson al calificarse conforme a la cercanía a 1 indica en el Rodal 1 es el valor del índice es más cercano con 0.8935 y el Rodal 2 el valor del índice es 0.8533; la diferencias entre ambos rodales no son tan distantes, de acuerdo a la estandarización se puede decir que ambos rodales existe alta diversidad de especies.(Cuadro 6).

Tabla 6. Índices de heterogeneidad en el estrato arbóreo y arbustivo del rodal 1 y 2 del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.

Índices	Valores (bits/individuo)	
	R1	R2
Índice de Shannon	2.3855	2.1759
Índice de Simpson	0.8935	0.8533

4.2.3.2 Índice de heterogeneidad del estrato arbóreo

El índice de Shannon y Simpson para el estrato arbóreo de cada rodal se hicieron con diferente cantidad de especies, en el Rodal 1 con 5 especies y en el Rodal 2 con 7 especies siendo este el más diverso en el estrato arbóreo en los que corresponde a la cantidad de especies (Cuadro 7).

Tabla 7 Especies características la vegetación en los Rodales 1 y 2 en el estrato arbóreo del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.

No	Especie	
	R1	R2
1	<i>Liquidámbar styraciflua</i>	<i>Arbutus xalapensis</i>
2	<i>Pinus chiapensis</i>	<i>Pinus devoniana</i>
3	<i>Quercus crassifolia</i>	<i>Pinus ocarpa</i>
4	<i>Quercus magnolifolia</i>	<i>Quercus magnolifolia</i>
5	<i>Quercus mexicana</i>	<i>Quercus peduncularis</i>
6		<i>Quercus rugosa</i>
7		<i>Quercus segovienensis</i>

El valor del índice de Shannon del Rodal 1 es de 0.4199 bits/individuo este es un valor bajo según el valor estándar del índice, la consecuencia de que este sea tan bajo es que en este rodal la especie característica es *Pinus chiapensis* con un 90.6% de presencia es la especie más característica en el estrato arbóreo. En el Rodal 2 el valor del índice de 1.3282 bits/individuo es también un valor bajo, en éste rodal las especies características son; *Quercus magnolifolia* (30.97%) y *Pinus ocarpa* (41.61%) siendo las más representativas del rodal.

El valor del índice de Simpson para el Rodal 1 es bajo con 0.1764 siendo un rodal con baja biodiversidad mientras que el Rodal 2 tiene un valor medianamente normal de 0.6916, teniendo una biodiversidad regular. La diferencia entre ambos rodales es muy notoria resultando el Rodal 2 superior al Rodal 1 en lo que corresponde a la biodiversidad (Cuadro 8).

Tabla 8. Índices de diversidad de especies de los rodales 1 y 2 en el estrato arbóreo del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.

Índices	Valores (bits/individuo)	
	R1	R2
Índice de Shannon	0.4199	1.3282
Índice de Simpson	0.1764	0.6916

4.2.3.3 Índice de heterogeneidad en el estrato arbustivo

El índice de Shannon y Simpson para el estrato arbustivo se realizó con una mayor cantidad de especies, siendo muy diferentes entre los dos rodales; en el Rodal 1 con 13 especies y 1799 ind/ha⁻¹ y en el Rodal 2 con 14 especies y 5497 ind/ha⁻¹, siendo muy poca la diferencia entre cantidad de especies pero en lo que corresponde a abundancia existe mucha diferencia (Cuadro 9)

Tabla 9. Especies características la vegetación en los Rodales 1 y 2 del estrato arbustivo del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.

No	Especie R1	Especies R2
1	<i>Arbutus xalapensis</i>	<i>Arbutus xalapensis</i>
2	<i>Buddleja skutchii</i>	<i>Buddleja skutchii</i>
3	<i>Ficus insípida</i>	<i>Castilla elástica</i>
4	<i>Garrya laurifolia</i>	<i>Chrysophyllum oliviforme</i>
5	<i>Liquidámbar styraciflua</i>	<i>Pteridium aquilinum</i>
6	<i>Lonchocarpus sp</i>	<i>Quercus cupreata</i>
7	<i>Quercus crassifolia</i>	<i>Quercus glaucoides</i>
8	<i>Quercus cupreata</i>	<i>Quercus magnolifolia</i>
9	<i>Quercus magnolifolia</i>	<i>Quercus rugosa</i>
10	<i>Quercus mexicana</i>	<i>Rhus schiedeana</i>
11	<i>Quercus rugosa</i>	<i>Rubus ulmifolius</i>
12	<i>Rubus ulmifolius</i>	<i>Senecio cristobalensis</i>
13	<i>Saurauia leocarpa</i>	<i>Ulmus mexicana</i>
14		<i>Viburnum jucumdum</i>

El índice para el estrato arbustivo es totalmente diferente al del estrato arbóreo, debido a la cantidad especies e individuos de cada especie que se encuentran en el área. El índice Shannon para el Rodal 1 es de 2.2929 bits/individuo manteniéndose dentro del rango de una biodiversidad estándar o normal, con la densidad menor. En el Rodal 2 el valor del índice es de 1.9803 bits/individuo en el rodal se encuentra una mayor cantidad de especies y una mayor densidad de arbustos se considera que esta en el rango de biodiversidad baja pero con una cercanía de ser un rodal estándar o normal.

El valor del índice de Simpson del Rodal 1 es de 0.8792 siendo un rodal de alta biodiversidad y el valor del índice para el Rodal 2 es de 0.8216 siendo un rodal

con alta biodiversidad. Ambos rodales cuentan con una alta biodiversidad siendo el Rodal 1 el que tiene un mayor valor con pequeñas diferencias con respecto al Rodal 2 (Cuadro 10).

Tabla 10. Índices de heterogeneidad de especies de los Rodales 1 y 2 del estrato arbustivo del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.

Índices	Valores (bits/individuo)	
	R1	R2
índice de Shannon	2.2929	1.9803
índice de Simpson	0.8792	0.8216

4.2.4 Índice de equitatividad

4.2.4.1 Índice de equitatividad en los estratos arbóreo y arbustivo

El índice de equitatividad de Shannon del estrato arbóreo y arbustivo para el Rodal 1 resultó el valor del índice de 0.9039 y 0.7528, estos resultados, significan que ambos rodales tienen alta diversidad homogénea y alta. El resultado de los índices indica que a pesar de que el Rodal 1 fue intervenido con el aprovechamiento forestal este puede mantener la cantidad de especies y la densidad de la vegetación que se encuentra en el entorno, mientras que para el Rodal 2 el valor del índice también tiene un resultado positivo, éste se encuentra por debajo del primer rodal ya que este índice es sensible a la densidad arbórea del rodal.

En el índice de equitatividad de Simpson el comportamiento de los valores es diferente al índice anterior, en el Rodal 1 el valor del índice es 0.6709 lo que significa que es homogéneo y de diversidad alta, y el Rodal 2 el valor del índice es de 0.3788 que significa moderadamente heterogéneo en abundancia y una diversidad media, existiendo una diferencia muy clara resultando ampliamente superior el Rodal 1 (Cuadro 11).

Tabla 11. Índices de equitatividad en los Rodales 1 y 2 en los estratos arbóreo y arbustivo del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.

Índices	Valores	
	R1	R2
índice de equitatividad Shannon	0.9039	0.7528
índice de equitatividad Simpson	0.6709	0.3788

4.2.4.2 Índice de equitatividad en el estrato arbóreo

En el índice de equitatividad de Shannon en el estrato arbóreo en el Rodal 1, el valor es de 0.2609 siendo un rodal heterogéneo y de baja diversidad, mientras que en el Rodal 2 el valor es de 0.6826, con heterogeneidad y diversidad alta.

El índice de equitatividad de Simpson en el Rodal 1 es de 0.2428, lo que significa que es homogéneo y de diversidad baja. El Rodal 2 tiene un valor del índice de 0.4632 que significa una heterogeneidad moderada y diversidad media (Cuadro 12).

Tabla 12. Índices de equitatividad de especies rodal 1 y 2 en estrato arbóreo del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.

Índices	Valores	
	R1	R2
índice de equitatividad Shannon	0.2609	0.6826
índice de equitatividad Simpson	0.2428	0.4632

4.2.4.3 Índice de equitatividad en el estrato arbustivo

El índice equitatividad de Shannon en el estrato arbustivo del Rodal 1 es de 0.8939 que significa que tiene una heterogeneidad alta y biodiversidad alta, mientras que en el Rodal 2 el valor del índice es 0.7505 que significa también heterogeneidad alta y diversidad alta. La comparación de los valores el Rodal 1 que es mayor al del Rodal 2 confirma que el índice es sensible a la abundancia y hace que el valor sea más bajo en este último.

El índice de Simpson del Rodal 1 es de 0.6369 que significa moderadamente heterogéneo en abundancia y una diversidad media, y en el Rodal 2 el valor del índice es de 0.4004 también con un significado moderadamente heterogéneo en abundancia y una diversidad media. Los dos rodales están dentro del mismo rango de equitatividad pero el Rodal 1 es ampliamente superior al Rodal 2 tal como en el índice anterior (Cuadro 13).

Tabla 13. Índices de equitatividad de Rodal 1 y 2 en el estrato arbustivo del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.

Índices	Valores	
	R1	R2
índice de equitatividad Shannon	0.8939	0.7504
índice de equitatividad Simpson	0.6369	0.4004

4.3 Estimación de riquezas de especies

4.3.1 Índice de Valor de Importancia

El índice de valor de importancia es la metodología más empleada para jerarquizar especies dentro de ecosistemas, el valor se define con valores de la abundancia, dominancia y frecuencia de cada especie, la suma de todo resulta el denominado valor de importancia (Mueller y Ellenberg, 1974).

4.3.1.1 Índice de valor de importancia general en el Rodal 1

El índice de valor de importancia de manera general con las 14 especies registradas, incluyendo los dos estratos, arbóreo y arbustivo, donde la especie con mayor importancia es *Pinus chiapensis* (137.00%), las diferencias en área basal con DN, DB y la cobertura de copa, es la especie con mayor valor porcentual y las demás especies tienen valores relativamente bajos, sin sobrepasar un valor de índice del 30 %, siendo *Quercus cupreata* la única especie más cercana a este valor (Cuadro 14).

Tabla 14. Parámetros estructurales horizontales del IVI estimados por especie en el área de estudio en Rodal 1 del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.

No	Especie	Aa ha ⁻¹	Ar ha %	AB DN 1.30 m m ² ha ⁻¹	Dr DN 1.30 m %	AB DB 0.30 m m ² ha ⁻¹	Dr DB 0.30 m %	Dc C m ² ha ⁻¹	Dr C %	Fa	Fr %	I.V.I %
1	Pin Chi	403	16.6	13.846	95.202	28.4838	89.808	1576.5520	44.848	10	17.2%	137.048
2	Que cup	440	18.1			0.0947	0.298	425.8124	12.113	7	12.1%	30.262
3	Arb xal	156	6.4			0.0663	0.209	129.3859	3.681	8	13.8%	20.723
4	Que mex	180	7.4	0.013	0.090	1.6151	5.092	133.8124	3.807	4	6.9%	17.644
5	Que mag	142	5.9	0.010	0.065	0.2935	0.925	152.9682	4.351	7	12.1%	17.541
6	Rub ulm	256	10.6			0.0260	0.082	193.9680	5.518	5	8.6%	16.076
7	Que rug	184	7.6			0.0490	0.154	261.1200	7.428	4	6.9%	15.018
8	Sau leo	192	7.9			0.0603	0.190	182.4000	5.189	1	1.7%	13.109
9	Gar lau	160	6.6			0.0519	0.164	191.7800	5.456	2	3.4%	12.056
10	Que cra	144	5.9	0.020	0.135	0.1231	0.388	136.7571	3.890	4	6.9%	9.834
11	Liq sty	84	3.5	0.656	4.508	0.8178	2.578	101.0930	2.876	3	5.2%	6.379
12	Bud sku	52	2.1			0.0236	0.074	11.3098	0.322	1	1.7%	2.467
13	Lon sp	28	1.2			0.0071	0.022	1.9950	0.057	1	1.7%	1.212
14	Fic ins	4	0.2			0.0044	0.014	16.3800	0.466	1	1.7%	0.631
		2425	100%	14.544	100%	31.7165	100%	3515.334	100%	58	100%	300%

Aa ha⁻¹= Abundancia absoluta por hectárea, Ar= Abundancia relativa, AB DN m² ha⁻¹= Área basal diámetro normal, Dr DN= Dominancia relativa diámetro normal, Da DB= Dominancia Absoluta diámetro basal, Dr DB= Dominancia relativa diámetro basal, Da C= Dominancia Absoluta de copa, Dr C= Dominancia relativa Copa, Fa= Frecuencia absoluta, Fr=Frecuencia relativa, IVI=índice de Valor de Importancia.

Al graficar el índice de valor de importancia el comportamiento de las especies y es muy notable el como el *Pinus chiapensis* sobre sale entre las demás especies con la mayor superficie cubierta y es fácil notar que tiene una mejor distribución horizontal más continua, la dominancia y frecuencia es donde los valores son más altos, con la excepción de la abundancia pues *Quercus cupreata* es otra de las especies que más aparece por el hecho de ser arbustiva (Figura 2).

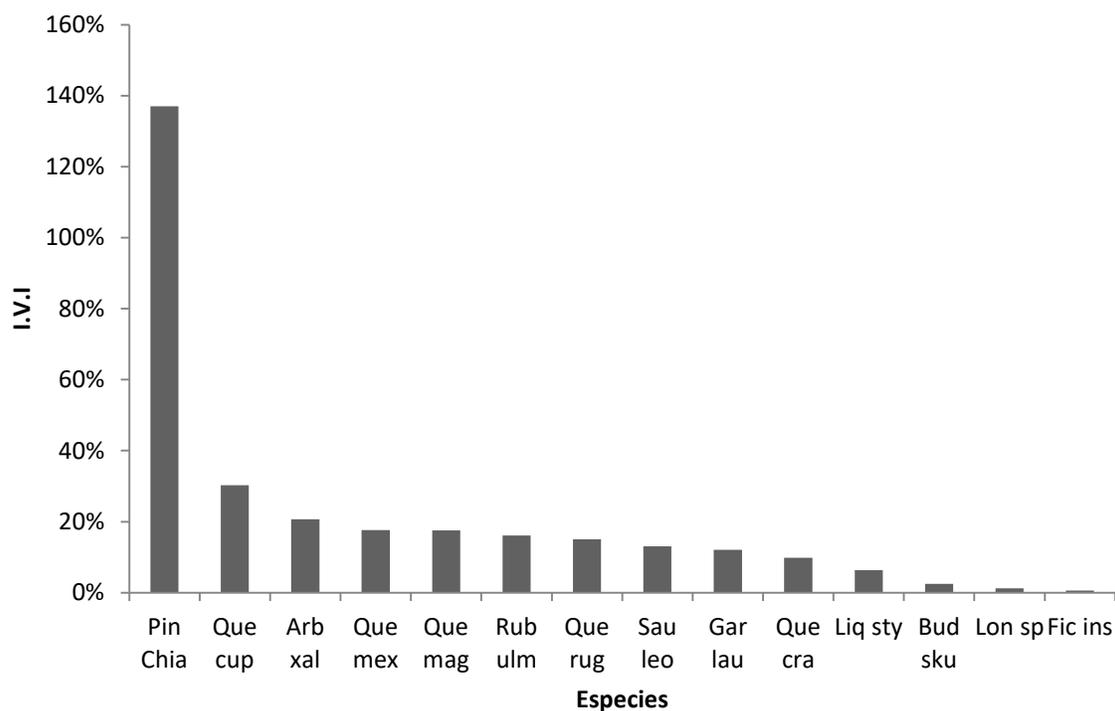


Figura 8. Comportamiento del índice de valor de importancia del estrato arbóreo y arbustivo del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.

4.3.1.2 IVI del estrato arbóreo del Rodal 1

El IVI en estrato arbóreo se realizó con cinco especies donde las diferencias entre especies sobresale, *Pinus chiapensis* con un valor de importancia de 242.86% es la especie con el mayor valor del índice, sin embargo las cuatro especies restantes del estrato se encuentra entre el rango de 20% y 10% se encuentran con valores

bajos y cercanos entre ellos además con abundancia baja siendo pocos individuos por hectárea (Cuadro 15).

Tabla 15. Parámetros estructurales horizontales para IVI para el estrato arbóreo del Rodal 1 del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.

No	Especie	Aa	Ar %	Da c	Dr c %	Fa	Fr %	I.V.I %
1	<i>Pin chi</i>	403	90.60	1569.3	91.57	10	53	242.86
2	<i>Que mag</i>	6	1.30	17.9	1.05	3	16	17.18
3	<i>Liq sty</i>	24	5.40	98.6	5.76	2	11	16.03
4	<i>Que mex</i>	8	1.80	8.9	0.52	2	11	12.49
5	<i>Que cra</i>	4	0.90	19.0	1.11	2	11	11.43
	Σ	445	100%	1713.72	100%	19	100%	300%

Aa= Abundancia absoluta, Ar= Abundancia relativa, Da c= Dominancia Absoluta copa, Dr= Dominancia relativa de copa, Fa= Frecuencia absoluta, Fr=Frecuencia relativa IVI=índice de Valor de Importancia

La distribución horizontal de *Pinus chiapensis* es continua, la presencia de otras especies es escasamente notables con respecto a las tres valores de abundancia, dominancia y frecuencia. La dominancia de copa de *Pinus chiapensis* es altamente notable ya que abarca una octava parte de una hectárea (Figura 3).

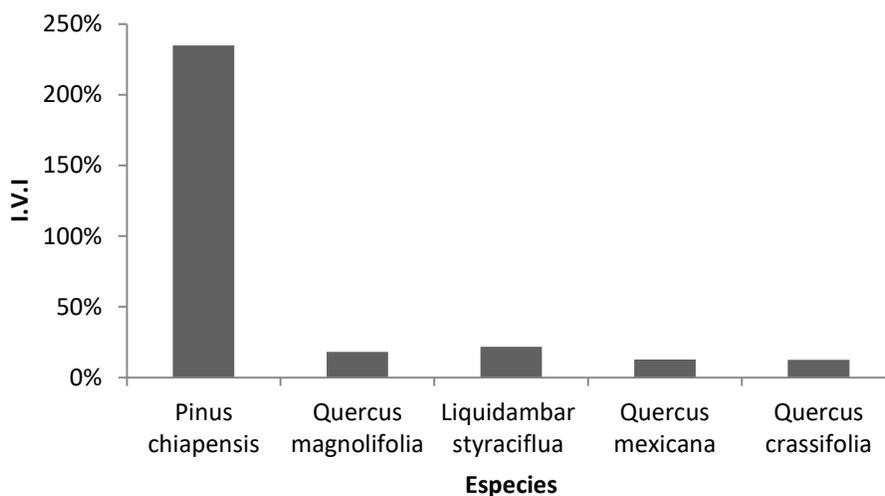


Figura 9 Comportamiento del índice de valor de importancia de cada una de las especies en el estrato arbóreo del Rodal 1 del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.

4.3.1.3 IVI del estrato arbustivo del Rodal 1

El IVI para el estrato arbustivo la especie con mayor valor de índice es *Quercus cupreata* con el valor de (58.32%) es una especie con amplia dominancia en respecto a la abundancia con 426 ind/ha⁻¹, las otras especies entre ellas tienen valores relativamente cercanas entre haciendo que la cobertura del rodal se más homogéneo y se encuentre una variedad más notable (Cuadro 16).

Tabla 16. Parámetros estructurales horizontales para IVI para el estrato arbustivo del Rodal 1 del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.

No	Especie	Aa	Ar %	Da c	Dr c %	Fa	Fr %	I.V.I %
1	<i>Que cup</i>	426	23.68	372.25	19.02	7	16	58.25
2	<i>Arb xal</i>	145	8.06	161.74	8.26	8	18	34.10
3	<i>Que mex</i>	172	9.56	262.62	13.42	3	7	29.64
4	<i>Rub ulm</i>	237	13.17	194.24	9.92	5	11	34.21
5	<i>Que mag</i>	113	6.28	117.68	6.01	6	13	25.63
6	<i>Sau leo</i>	192	10.67	192.00	9.81	1	2	22.70
7	<i>Que cra</i>	140	7.78	140.00	7.15	3	7	21.60
8	<i>Gar lau</i>	116	6.45	111.12	5.68	2	4	16.57
9	<i>Que rug</i>	114	6.34	261.12	13.34	4	9	28.57
10	<i>Liq str</i>	60	3.34	66.06	3.37	2	4	11.15
11	<i>Bud sku</i>	52	2.89	52.00	2.66	2	4	9.99
12	<i>Lon sp</i>	28	1.56	26.18	1.34	1	2	5.12
13	<i>Fic ins</i>	4	0.22	0.41	0.02	1	2	2.47
Σ		1799	100%	1957.42	100%	45	100%	300%

Aa= Abundancia absoluta, Ar= Abundancia relativa, Da c= Dominancia Absoluta copa, Dr= Dominancia relativa de copa, Fa= Frecuencia absoluta, Fr=Frecuencia relativa I.V.I=índice de Valor de Importancia

4.3.2.4 IVI general rodal 2

El índice de valor de importancia del Rodal 2 con 18 especies, incluyendo el estrato arbóreo y arbustivo, los cuales se observa a una de las especies del estrato arbustivo que tiene el mayor valor del índice *Pteridium aquilinum* con un valor de (46.16%), las especies siguientes se encuentran con valores relativamente cercanos, llegando a ser un rodal con distribución homogénea (Cuadro 17).

Tabla 17. Parámetros estructurales horizontales del IVI estimados por especie en el área de estudio del Rodal 2 del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.

No	Especie	Aa ha ⁻¹	Ar ha %	AB DN 1.30 m m ² ha ⁻¹	Dr DN 1.30 m %	AB DB 0.30 m ² ha ⁻¹	Dr DB 0.30 m %	Dc C m ² ha ⁻¹	Dr C %	Fa	Fr %	I.V.I %
1	Pte aqu	1500	23.350			0.106	0.727	943.060	12.564	8	10.127	46.040
2	Que gla	1480	23.039			0.217	1.491	547.460	7.293	5	6.329	36.661
3	Que mag	619	9.636	1.564	20.718	2.656	18.247	1125.420	14.993	9	11.392	36.021
4	Rub ulm	392	6.102			1.206	8.285	1327.960	17.691	8	10.127	33.920
5	Que cup	652	10.149			0.606	4.162	847.220	11.287	6	7.595	29.031
6	Bud sku	584	9.091			0.197	1.355	650.840	8.671	7	8.861	26.622
7	Que rug	464	7.223	0.678	8.978	1.028	7.064	688.715	9.175	6	7.595	23.993
8	Pin ooc	119	2.024	4.358	57.724	6.651	45.686	629.845	8.391	9	11.392	21.807
9	Que seg	48	0.747	0.557	7.373	0.855	5.875	181.300	2.415	6	7.595	10.757
10	Sen cris	188	2.927			0.001	0.001	36.160	0.482	3	3.797	7.206
11	Ulm mex	136	2.117			0.079	0.542	173.220	2.308	2	2.532	6.956
12	Vib juc	124	1.930			0.057	0.392	203.360	2.709	1	1.266	5.905
13	Arb xal	12	0.187	0.032	0.418	0.332	2.282	17.080	0.228	4	5.063	5.478
14	Rhu sch	76	1.183			0.001	0.001	86.640	1.154	1	1.266	3.603
15	Pin dev	5	0.078	0.362	4.789	0.557	3.824	29.875	0.398	1	1.266	1.742
16	Cas ela	8	0.125			0.001	0.010	10.640	0.142	1	1.266	1.532
17	Que Ped	2	0.031	0.003	0.001	0.007	0.046	6.080	0.081	1	1.266	1.378
18	Chr oli	4	0.062			0.001	0.009	1.460	0.019	1	1.266	1.348
		6424	100%	7.549	100%	14.557	100%	7506.336	100%	79	100%	300%

Aa ha⁻¹= Abundancia absoluta por hectárea, Ar= Abundancia relativa, AB DN= Área Basal diámetro normal, Dr DN= Dominancia relativa diámetro normal, Da DB= Área basal diámetro basal, Dr DB= Dominancia relativa diámetro basal, Da C= Dominancia Absoluta de copa, Dr C= Dominancia relativa Copa, Fa= Frecuencia absoluta, Fr=Frecuencia relativa, IVI=índice de Valor de Importancia.

La distribución del mayor valor para las especies de importancia económica que son las dos variedades de pinos estos se encuentran con valores medianamente bajos, las especies del estrato arbustivo son las que sobre salen, *Pinus devoniana* de las dos variedades es la más afectada (Figura 4).

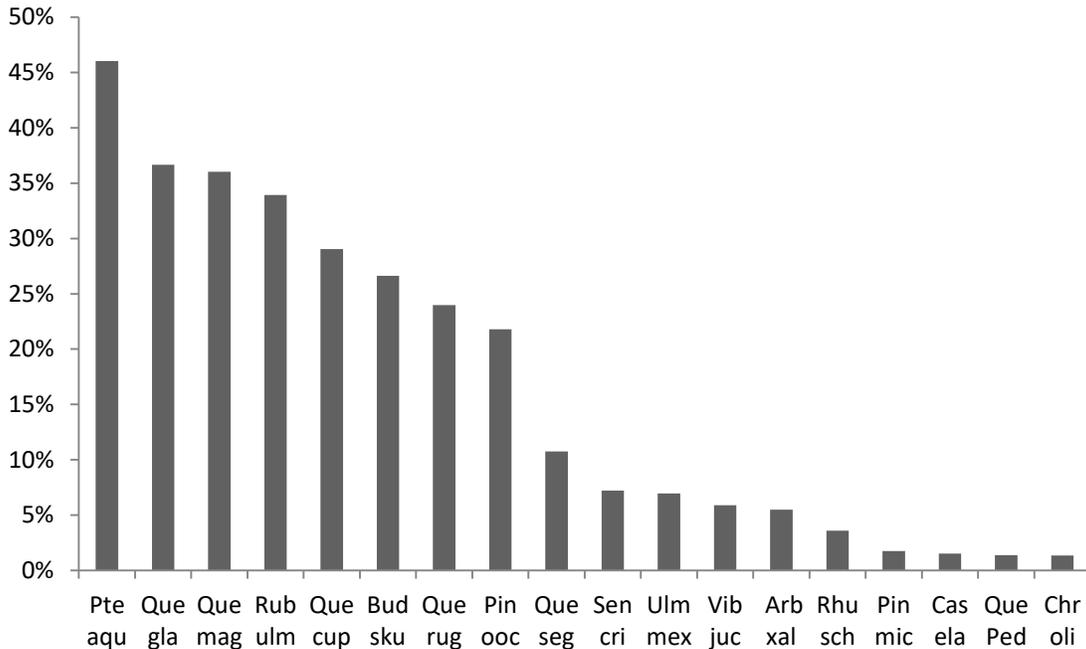


Figura 10 Comportamiento en la estructura horizontal del IVI de cada una de las especies Rodal 2 del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.

4.3.2.5 IVI del estrato arbóreo del Rodal 2

Para el índice del estrato arbóreo se realizó con siete especies, en la estructura horizontal del rodal *Pinus oocarpa* es la especie con mayor presencia con un valor de 109.17% seguida por *Quercus magnolifolia* con un valor de 83.75% estas son las especies más comunes dentro del rodal en este estrato, al estar sin intervenir 10 años las especies del estrato han perdido espacio siendo la familia *Quercus* como la más beneficiada (Cuadro 17).

Tabla 18. Parámetros estructurales horizontales para IVI para el estrato arbóreo del Rodal 2 del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.

No	Especie	Aa ha ⁻¹	Ar %	Da c m ² /ha ⁻¹	Dr c %	Fa	Fr %	I.V.I %
1	<i>Pin ooc</i>	129	41.61	657.49	39.43	9	28	109.17
2	<i>Que mag</i>	96	30.97	463.34	27.79	8	25	83.75
3	<i>Que seg</i>	58	18.71	399.07	23.93	6	19	61.39
4	<i>Que rug</i>	20	6.45	115.09	6.90	4	13	25.85
5	<i>Pin dev</i>	3	0.97	23.03	1.38	2	6	8.60
6	<i>Que ped</i>	2	0.65	6.08	0.36	1	3	4.13
7	<i>Arb xal</i>	2	0.65	3.38	0.20	2	6	7.10
Σ		310	100%	1667.49	100%	32	100%	300%

Aa= Abundancia absoluta, Ar= Abundancia relativa, Da c= Dominancia Absoluta copa, Dr= Dominancia relativa de copa, Fa= Frecuencia absoluta, Fr=Frecuencia relativa
IVI=índice de Valor de Importancia.

El comportamiento de cada una de las especies es diferente debido a las condiciones que se encuentren dentro del rodal por eso 3 especies sobresalen sobre las demás y ganando un mayor espacio para el desarrollo de las especies obteniendo mayor importancia dentro del rodal (Figura 5).

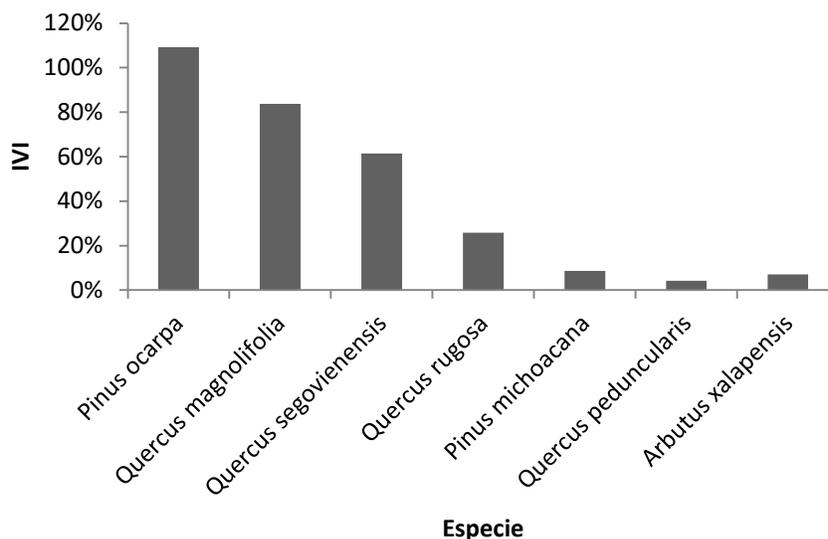


Figura 11. Comportamiento del índice de valor de importancia del estrato arbóreo del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.

4.3.2.6 IVI del estrato arbustivo del Rodal 2

La estructura horizontal estrato arbustivo tiene mayor cobertura al ser un área que estuvo sometido bajo disturbio hace 10 años los arbustos se han podido regenerarse siendo *Pteridium aquilinum* y *Quercus glaucoides* son las especies con mayor abundancia, mientras que en la cobertura *Rubus ulmifolius*, *Pteridium aquilinum* y *Quercus cupreata* son las especie con mayor cobertura de copa lo que indica que la competencia por espacio se encuentra muy competitiva (Cuadro 19).

Tabla 19. Parámetros estructurales horizontales para IVI para el estrato arbustivo del Rodal 2 del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.

No	Especie	Aa ha ⁻¹	Ar %	Da c m ² /ha ⁻¹	Dr c %	Fa	Fr %	I.V.I %
1	<i>Pte aqu</i>	1487	27.05	921.54	17.21	9	18	61.90
2	<i>Que gla</i>	1480	26.92	547.46	10.22	5	10	46.95
4	<i>Que cup</i>	550	10.01	745.15	13.92	7	14	37.64
5	<i>Bud sku</i>	456	8.29	585.08	10.93	7	14	32.95
6	<i>Que mag</i>	393	7.15	603.22	11.26	7	14	32.14
7	<i>Que rug</i>	444	8.08	595.68	11.12	4	8	27.04
3	<i>Rub ulm</i>	268	4.87	877.15	16.38	1	2	23.22
8	<i>Sen cri</i>	188	3.42	107.12	2.02	3	6	11.3
9	<i>Vib juc</i>	124	2.26	203.36	3.80	1	2	8.01
10	<i>Ulm mex</i>	14	0.25	67.09	1.25	2	4	5.43
11	<i>Rhu schi</i>	76	1.38	86.64	1.62	1	2	4.96
12	<i>Arb xal</i>	8	0.15	6.26	0.12	2	4	4.18
13	<i>Cas elá</i>	6	0.11	7.98	0.15	1	2	2.22
14	<i>Chr oli</i>	4	0.07	1.46	0.03	1	2	2.06
		5498	100.00%	5355	100.00%	51	100%	300.00%

Aa= Abundancia absoluta, Ar= Abundancia relativa, Da c= Dominancia Absoluta copa, Dr= Dominancia relativa de copa, Fa= Frecuencia absoluta, Fr=Frecuencia relativa
IVI=índice de Valor de Importancia

Las condiciones del rodal después del aprovechamiento permitieron que las especies arbustivas han dominado una gran cantidad de superficie permitiendo una mayor competencia en este estrato y además no se encuentra ninguna especie de interés económica (Figura 6).

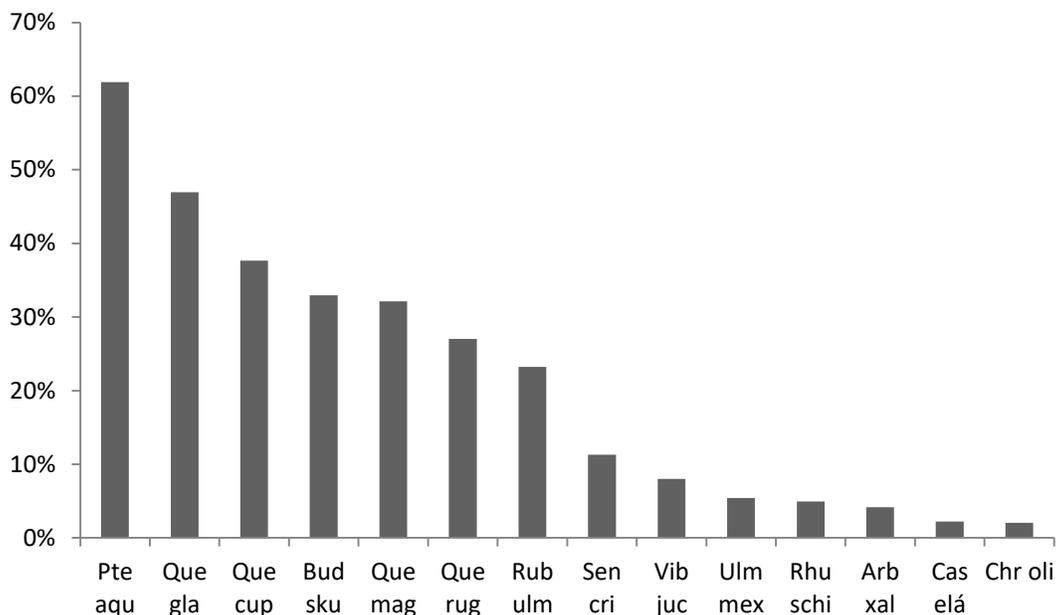


Figura 12. Comportamiento IVI de cada una de las especies del estrato arbustivo del rodal 2 del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.

4.4 estructura vertical Rodal 1 y 2

4.4.1 Estructura vertical del Rodal 1

El comportamiento de las alturas permite ver la dominancia de las especies en el rodal además que brinda una perspectiva del comportamiento y de las formas de competencia que existe para el desarrollo de cada una de las especies, ya que no es lo mismo crecer a la sombra que bajo la luz solar. En el Rodal 1 se observa en el estrato I, que en este solo se encuentra una sola especie con la altura dominante, *Pinus chiapensis*, con una abundancia pequeña con 16 ind/ha⁻¹ debido a que en el aprovechamiento los árboles con mayores alturas por lo regular son seleccionados; en el estrato II se comienza a ver árboles con altura mediana donde la dominancia solo radica en dos especies *Pinus chiapensis* con 139 ind/ha⁻¹ y *Liquidámbar styraciflua* con 9 ind/ha⁻¹ y en el estrato III es más competitivo por que se encuentran aquí la mayoría de los arbustos lo que hace que exista una mayor competencia, además que en este rodal los m²/ha es mayor al Rodal 2 a pesar del reciente aprovechamiento forestal (Cuadro 20).

Tabla 20. Distribución vertical de especies de acuerdo al número de árboles y el área basal en el Rodal 1 del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.

Especie	ESTRATOS R1								TOTAL					
	E I (39.3 m - 31.83 m)				E II (31.82 m - 19.65 m)				E III (19.64 m – 0 m)				N/ha	m ² /ha
	N/ha	(%)	m ² /ha	%	N/ha	(%)	m ² /ha	%	N/ha	(%)	m ² /ha	%	100%	100%
<i>Arb xal</i>									156	6.90	0.0007	0.013	156	0.0007
<i>Bud sku</i>									52	2.30	0.0002	0.004	52	0.0002
<i>Fic ins</i>									4	0.18	0.0442	0.885	4	0.0442
<i>Gar lau</i>									160	7.07	0.0026	0.053	160	0.0026
<i>Liq sty</i>					9	6.12	0.4964	2.46	74	3.27	0.5073	10.161	83	1.0037
<i>Lon sp</i>									28	1.24	0.0003	0.005	28	0.0003
<i>Pin Chi</i>	16	100	3.4220	100	138	93.88	19.6803	97.54	250	11.05	2.2852	45.770	404	23.1022
<i>Que cras</i>									144	6.37	0.0063	0.126	144	0.0063
<i>Que cu</i>									440	19.45	0.0077	0.154	440	0.0077
<i>Que mag</i>									142	6.28	0.0653	1.308	142	0.0653
<i>Que mex</i>									180	7.96	1.4612	29.268	180	1.4612
<i>Que rug</i>									184	8.13	0.0066	0.133	184	0.0066
<i>Rub ulm</i>									256	11.32	0.0019	0.039	256	0.0019
<i>Sau leo</i>									192	8.49	0.6032	12.082	192	0.6032
	16	100	3.4220	100%	147	100%	20.177	100%	2262	100%	2.7075	100%	2425	26.3061

N/ha= Individuos por hectárea, m²/ha=metros cuadrados por hectárea

4.4.2 Estructura vertical del Rodal 2

La estructura en el Rodal 2 contiene una mayor cantidad especies con una mayor altura pero no una gran cantidad de individuos, en el estrato I es baja con 29 ind/ha⁻¹ con cinco especies donde sobresale *Pinus oocarpa* entre este rango de altura, mientras que en el estrato II con cuatro especies siendo *Quercus Magnolifolia* con la mayor cantidad de 144 ind/ha⁻¹ y las especies de interés estas tienen pocos individuos en relación a la especie anterior, en el estrato III las alturas corresponden a los arbustos en su mayoría encontrando especies con abundante densidad. En este estrato podemos encontrar que la especie *Pinus devoniana* es la única que no se encuentra dentro del área (Cuadro 21).

Tabla 21. Distribución vertical de especies de acuerdo al número de árboles y el área basal en el Rodal 2 del predio Santa Martha, Las Margaritas, Chiapas.

Especie	ESTRATOS R2												TOTAL	
	E I (44 m - 35.2 m)				E II (35.1 m - 22.1 m)				E III (22 m - 0m)				N/ha	m ² /ha
	N/ha	(%)	m ² /Ha	%	N/ha	(%)	m ² /ha	%	N/ha	(%)	m ² /ha	%	100%	100%
<i>Arb xal</i>									12	0.19	0.6617	20.23	12	0.6617
<i>Bud sku</i>									584	9.34	0.0116	0.36	584	0.0116
<i>Cas ela</i>									8	0.13	0.0007	0.02	8	0.0007
<i>Chr oli</i>									4	0.06	0.0013	0.04	4	0.0013
<i>Pin dev</i>	2	8.70	0.2822	8.75	3	2.08	0.3292	5.42					5	0.6113
<i>Pin ooc</i>	15	65.22	2.3333	72.34	33	22.92	3.2009	52.74	71	1.13	0.9848	30.11	119	6.5190
<i>Pte aqu</i>									1500	23.98	0.0039	0.12	1500	0.0039
<i>Que cup</i>									652	10.42	0.0190	0.58	652	0.0190
<i>Que gla</i>									1480	23.66	0.0040	0.12	1480	0.0040
<i>Que mag</i>	1	4.35	0.0830	2	107	74.31	2.3733	39.10	512	8.18	0.0226	0.69	620	2.4788
<i>Que Ped</i>									2	0.03	0.0066	0.20	2	0.0066
<i>Que rug</i>	2	8.70	0.3438	10	1	0.69	0.1662	2.74	461	7.37	0.4966	15.18	464	1.0066
<i>Que seg</i>	3	13.04	0.1835	5.69					54	0.86	0.9815	30.01	57	1.1650
<i>Rhu sch</i>									76	1.21	0.0001	0.01	76	0.0001
<i>Rub ulm</i>									392	6.27	0.0720	2.20	392	0.0720
<i>Sen cri</i>									188	3.01	0.0002	0.01	188	0.0002
<i>Ulm mex</i>									136	2.17	0.0037	0.11	136	0.0037
<i>Vib juc</i>									124	1.98	0.0005	0.01	124	0.0005
	23	100 %	3.2257	100%	144	100 %	6.0695	100 %	6256	100 %	3.2706	100 %	6423	13.5659

N/ha= Individuos por hectárea, m²/ha=metros cuadrados por hectárea

5 DISCUSIÓN

5.1 Heterogeneidad y equitatividad

La abundancia en los dos rodales es ampliamente diferente, siendo el Rodal 2 el que tiene una superioridad con $6,424 \text{ ind/ha}^{-1}$ con 18 especies y el Rodal 1 es inferior con $2,425 \text{ ind/ha}^{-1}$ con 14 especies, la baja densidad de plantas en este rodal es debido a reciente aprovechamiento forestal que se realizó disminuyendo la densidad de árboles grandes y arbustos debido al derribo y arrastre.

Como resultado del presente trabajo de investigación, es posible mencionar que el bosque en relación a lo que los índices describen que las áreas son heterogéneas y equitativas con respecto a la cantidad y abundancia de especies de los estratos arbóreo y arbustivo. Existiendo diferencias en cada uno de los estratos siendo significativo en los índices de Shannon y Simpson. En cada uno de los estratos las diferencias son más notorias debido al aprovechamiento forestal reciente realizado al Rodal 1 y el Rodal 2 debido al tiempo que se encuentra sin perturbación, se ha ido recuperando paulatinamente. De acuerdo a los índices, el estrato arbóreo es el más afectado con una baja diversidad en los dos rodales a diferencia del estrato arbustivo que en los dos rodales tienen una alta biodiversidad. En lo que corresponde a la equitatividad, los dos rodales se entran en el rango de homogeneidad y alta diversidad, siendo el Rodal 1 ($H' = 2.3855$) es que tiene el valor más alto con amplia superioridad al del Rodal 2 ($H' = 2.1759$) a pesar del reciente aprovechamiento.

Debido al bajo interés de realizar investigación de esta índole en la región podemos comparar con resultados del norte del país donde se realizó algo parecido. *Corral et al.* (2002) realizó el estudio ecológico de análisis del efecto del aprovechamiento forestal sobre la diversidad estructural en el bosque mesófilo de montaña en El Cielo, Tamaulipas encontraron áreas donde en dos rodales se menciona, que el Rodal 1 cuenta con 1024 ind/ha^{-1} y el Rodal 2 con 1298 ind/ha^{-1} con 29 especie características del área de estudio. Los valores del índice de

Shannon aumentan con el número de especies y toman mayores valores cuando las proporciones de las distintas especies son similares, donde el Rodal 1 ($H' = 2,46$) es el que no ha sido intervenido y se ha procurado que el rodal se mantenga sin perturbación, y el Rodal 2 ($H' = 2,32$) es el que se ha sometido al aprovechamiento forestal, encontrándose los dos rodales con una biodiversidad estándar.

Los valores en densidad de especies en ambas investigaciones son muy diferentes, siendo muy superiores los valores obtenidos en la investigación hecha por *Corral et al.* (2002), y con respecto a los índices de biodiversidad comparadas con los de Santa Martha estos son similares en ambos predios, y se encuentran dentro del rango estándar de biodiversidad ; los rodales con aprovechamiento son los que tiene los valores más altos del índice de biodiversidad a sabiendas que las especies con mayor presencia son las más afectadas haciendo que los índices sean más altos a diferencia de los otros rodales que han tenido un descanso después de ser intervenidos, donde especies dominantes han proliferado y dominado los rodales descansados. En el estudio realizado por *Saldaña et al.* (2003), señala que al crear espacios en la cobertura las especies co-dominantes y suprimidas tienen un mayor desarrollo al tener mayor cantidad de luz y además de una mayor disponibilidad de nutrientes a la que se tiene acceso después de un aclareo o corta.

En el comportamiento del bosque con respecto a los índices de heterogeneidad de Shannon y Simpson para arbóreo y arbustivo, el Rodal 1 $H_1 = 2.2855$ es mayor al del Rodal 2 con $H_1 = 2.1759$, la diferencia es significativa en términos de diversidad y abundancia debido a el aprovechamiento forestal que se realizó en el Rodal 1 y siendo la densidad arbustiva la más afectada. En el índice de Simpson podemos observar valores significativamente diferentes, del Rodal 1 con 0.8935 y el Rodal 2 con 0.8533 pero siendo rodales heterogéneos entre sí. *Corral et al.* (2002) al hacer la comparación de dos rodales con ambos estratos encontró valores semejantes con el índice de Shannon ($H_1 = 2.46$ y $H_2 = 2.36$); describe que las diferencias entre cada área de estudio son significativas a pesar de los

aprovechamientos forestales. En el índice de Shannon para cada estrato el comportamiento fue diferente siendo que en cada rodal la cantidad de especies y densidad son diferentes el estrato arbóreo.

5.3 Análisis de índice de Valor de Importancia

El índice de valor de importancia en cada rodal es diferente con base a los valores obtenidos por los disturbios realizados a la vegetación en los diferentes estratos del bosque, estos se hacen evidentes en el Rodal 1 donde la vegetación es dominada con amplitud por *Pinus chiapensis* (137.04%) correspondiente al estrato arbóreo y las especies de este estrato en su mayoría corresponde al género *Quercus* 45.015% importancia en el rodal y por ultimo *Liquidámbar styraciflua* 6.679%; las especies arbustivas tienen un comportamiento similar siendo el género *Quercus* 90.299% con mayor presencia dentro del rodal, seguida de varias especies con menor presencia.

En el Rodal 2 su comportamiento del índice de valor de importancia es más homogéneo entre estratos siendo las especies de estrato arbustivo las que tienen los valores más altos; el género *Quercus* (137.841 %) que se encuentra presentes en ambos estratos y el género *Pinus* (23.549 %) tiene las especies de importancia económica, los valores del índice están por debajo de las especies arbustivas. El Rodal 2 el comportamiento los valores del IVI. de cada especies son más cercanos entre estrato arbóreo y arbustivo habiendo mayor competencia por espacio.

En los rodales 1 y 2 la distribución del valor de importancia no es homogénea, en el Rodal 1 se observa la amplia superioridad de *Pinus chiapensis* (137.00%) como especie dominante y *Quercus cupreata* (30.30%) como la especies más cercana entre valores de importancia, las demás especies del estrato arbóreo y arbustivo. En el Rodal 1, *Pteridium aquilinum* (46.16%) es el que presenta valor de importancia más alto y el más cercano es *Quercus glaucooides* (36.78%), siendo los valores entre especies más homogéneos. Los daños realizados durante el aprovechamiento en el Rodal 1 hacen que el estrato arbustivo se vea afectado,

siendo los de menor valor de importancia y así, una especie como es *Pinus chiapensis* domine el rodal de aprovechamiento por el daño realizado por el derribe y arrastre del rodal. En el Rodal 2 como ha tenido diez años de descanso y no ha sido perturbado encontramos que los valores se semejan los del estrato arbustivo con el arbóreo, siendo los valores muy cercanos entre sí, a diferencia del Rodal 1 que hace un año fue perturbado con el aprovechamiento.

En el estudio realizado por *Castellanos et al.* (2008) en Ixtlán de Juárez, Oaxaca en un bosque de *Pinus patula*, los valores de importancia en diferentes condiciones de bosque demuestra valores parecidos al Rodal 2, en ellos encontraron que bajo la condición de joven fustal y en las demás condiciones *Pinus patula* Schl et Cham es la especie que tiene el mayor valor de importancia aunque no compartan especies similares pero si en género pero en esta condición las demás especies que se encuentran comparten valores cercanos entre la condición, lo cual se asemeja al Rodal 2 con valores del índice de valor de importancia muy cercanos entre sí. El Rodal 1 por el contrario al ser perturbado recientemente se encuentra con una especie con amplia dominancia en el valor de importancia al igual a las demás condiciones del estudio realizado en Oaxaca, donde *Pinus patula* Schl et Cham es ampliamente dominante a las demás especies con las que coexiste.

5.3.1 IVI del estrato arbóreo

En el estrato arbóreo en ambos rodales la cantidad de especies es diferente mientras, que el Rodal 1 cuenta con 5 especies en el Rodal 2 se encuentran 7 especies. El comportamiento del I.V.I. del Rodal 1 presenta una especie dominante con amplias diferencias, *Pinus chiapensis*, que es el que tiene el valor más alto del I.V.I. sobre las demás especies cohabitantes y en el Rodal 2 la especie sobresaliente es *Pinus Oocarpa*, siendo la que más presencia tiene en el rodal aunque las diferencias en el índice no son tan altas. El género *Quercus* es el que se encuentra con más regularidad dentro del rodal y la otra especie es *Pinus devoniana* que junto a *Arbutus xalapensis* son las especies con menor valor en el

índice y menor presencia dentro del rodal dentro del estrato arbóreo. Los valores en ambos rodales son muy diferentes, por un lado vemos la dominancia absoluta de una especie mientras en la otra se observa la competencia entre especies. En el Rodal 1 por las condiciones que presenta el área las demás especies de baja presencia no han podido competir por mayor presencia dentro del área de estudio, y el Rodal 2 al ser intervenido hace diez años la extracción de arbolado propicio el aumento de competencia con otras especies que han podido ganarle más espacio a los pinos.

En el estudio realizado por *Ávila et al. (2017)* en Pueblo Nuevo, Durango al estrato arbóreo hecho con 12 especies donde el comportamiento del I.V.I para *Pinus cooperi* (79.05%) y *Pinus durangensis* (70.89%) son los altos, siendo el género *Pinus* el más común dentro del área de estudio, similares con Santa Martha con el Rodal 2, pero a comparación *Pinus oocarpa* (109.17%) es la única especie con valor económico que sobresale entre las demás especies, y además que *Quercus* es el género con más presencia tiene dentro del área de estudio, siendo competitiva con *Pinus*, y a diferencia del rodal 1 donde encontramos 5 especies en el estrato arbóreo, siendo la especie dominante *Pinus chiapensis* (242.86%) cuyo valor es demasiado alto a las demás especies cohabitantes; las diferencias entre ambas áreas de estudio son muy notorias.

5.3.2 IVI del estrato arbustivo

Para el estrato arbustivo no se encontró alguna referencia que se dedique a ecosistemas de bosque templado. La comparación entre ambos rodales es notoria debido al derribo y arrastre que se generó la cual ha propiciado daños y recuperación en los rodales. En el Rodal 1 al ser de reciente aprovechamiento, el estrato arbustivo ha sido severamente dañado por el derribo y arrastre de arbolado de interés económico, encontrado 13 especies con una densidad que no sobrepasa las 150 ind/ha⁻¹ con excepción de *Quercus cupreata* con 426 ind/ha⁻¹, los daños generados se reflejan en el I.V.I donde cada una de las especies tienen valores muy cercanos entre sí. El Rodal 2 con 14 especies y con el período de descanso de 10 años se ha podido ir recuperando propiciando que algunas

especies dominen el estrato como *Pteridium aquilinum* (61.90%) con 1,487 ind/ha¹ y *Quercus glaucoides* (34.10%) con 1,480 ind/ha¹ como las especies que más presencia tienen dentro del área las; otras especies no sobrepasan las 550 ind/ha¹ por la competencia entre estas especies después del aprovechamiento y fueron los que aprovecharon las áreas libres para ocuparlos; las diferencias en ambos rodales son notorias en la densidades de plantas y los valores del I.V.I de cada especie.

5.3.3 Estructura vertical

Los rodales se dividieron en tres rangos de altura en las cuales se evaluó el estrato arbóreo y arbustivo en conjunto; en los dos se presentaron valores de altura diferentes donde el Rodal 1 presentó una altura máxima de 39.3 m siendo la especie dominante *Pinus chiapensis* con 16 individuos y como codominante *liquidámbar styraciflua* con 9 individuos a diferencia del Rodal 2 con una altura máxima de 44 m encontramos a *Pinus oocarpa* como especie dominante con 15 individuos de esta especie; a diferencia de las otras no se encuentran especies en rangos de altura menor a 22 m, además acompañada de varias especies como codominantes. Las diferencia entre ambos rodales es notoria mientras que en Rodal 1 sobresale una sola especie debido a que en los que fueron extraídos arboles de dimensiones grandes correspondientes al ciclo de corta, a diferencia del Rodal 2 que debido al tiempo de descanso otras especies han visto la oportunidad de desarrollarse y de hacerse de espacio y ganar altura. Para realizar la comparación de estructura vertical bajo la condición de aprovechamiento el estudio realizado *Castellanos et al.* (2008) demuestra que las especies coexistentes al generar espacio tienden a desarrollarse y ocupar el espacio vacío señalando el crecimiento de vegetación en diferentes estratos de altura; algo similar tiende a pasar en el Rodal 1, esto está sucediendo donde especies coexistentes se desarrollan.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se rechaza la hipótesis nula, ya que en los dos rodales existen diferencias estructurales entre los estratos arbóreo y arbustivo.

Los índices de Shannon y Simpson y sus complementos ambos rodales se mantiene dentro de los estándares de los índices de diversidad.

Las diferencias para el Índice de Valor de Importancia para ambos rodales son ampliamente notables siendo el más homogéneo el Rodal 2 a diferencia del Rodal 1 que presenta una sola especie dominante en el área de estudio

El Índice de Valor de Importancia por estratos las diferencias es más notoria en el Rodal 1 se encuentra *Pinus chiapensis* con el mayor Índice de Valor de Importancia además de ser la especie de mayor valor económico y en el Rodal 2 las especies de interés económico estos se han quedado rezagados y la dominancia de estrato arbustivo.

El crecimiento de la masa forestal en el Rodal 1 del estrato arbustivo se ha visto afectado por el derribo y arrastre del arbolado mientras que en el Rodal 2 algunas especies han podido desarrollarse alcanzando alturas considerables.

Recomendaciones son:

Es recomendable el uso de los índices de Shannon y Simpson para la determinación de la estructuras de los rodales con aprovechamiento.

Para el Rodal 1 se necesita la reincorporación de plantas de pino pues podemos observar una baja densidad de *Pinus devoniana*.

Para la siguiente intervención silvícola se evite en si totalidad el marqueo y derribo de *Pinus devoniana* para su sobrevivencia.

BIBLOGRAFÍA

- Anderson, M J. 2010. Navigating the multiple meanings Beta diversity; a roadmap for the practicing ecologist. *Ecology Letters*. 14 (2): 19-28.
- Ávila G, G., O A, Aguirre C., E, Alanís R., y J E, Lujan S. 2017 Composición, estructura y biodiversidad de especies arbóreas en un bosque templado del noreste de México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 4 (12): 535-542.
- Baldii, M H., Guillen, A., C E, Rodríguez., O, Lugo., J, Aguilar., y M, Acuña. 2015. Pérdida de biodiversidad: Causa y Efecto. *IJGC*. 10 (2): 156-174.
- Blackburn, T., y Gaston, K. 2002. Scale in macroecology. *Global Ecology and Biogeography*. 11: 185-189.
- Castellanos, F., Treviño, E., O, Aguirre., J, Jiménez., M, Musalem., y R, López. 2008. Estructura de bosque de pino bajo manejo en Ixtlan Juárez, Oaxaca, México. *Madera y Bosques*. 14(12): 51-63.
- CONABIO. 2006. Capital natural y bienestar social. 1ª. Redacta S.A de C.V. Tlalpa, México. Pp: 21-22.
- CONAGUA. 2009. Red hidrográficas, subcuencas hidrográficas de Mexico. 1ª. Redacta S.A de C.V. Ciudad de, México. Pp: 21-22.
- Cornell, H., Y Lawton, J. 1992. Species interactions, local and regional processes, and limits to the richness of ecological communities: A theoretical perspective. *Journal of Animal Ecology* 43: 1-12
- Corral R, J J., Aguirre C, O A., J, Jiménez P., y S, Corral R. 2005. Un análisis del efecto del aprovechamiento forestal sobre la diversidad estructural en el bosque mesófilo de montaña "El Cielo" Tamaulipas, México. *Forest Systems*. 14 (2): 217-228.

- Del Río, M., Montes, F., I, Castañeda., y G, Moreno. 2003. Revisión: Índice diversidad de masas forestales. *Forest Systems*. 12 (1): 159-176.
- Dorado N, A. 2010. ¿Qué es la biodiversidad?. 2010. 1ª. Fundación Biodiversidad. Pp: 8-9
- Escobar, E., y Maass M. 2008. Vol. I: Conocimiento Actual de la Biodiversidad. CONABIO. México. Pp. 162-163.
- Flores, C. 2016. Apuntes de conservación de especies. 1ª. UAAAN. Pp: 25
- Fuentes Y, J L. 1998. Explotación y conservación de los recursos naturales. 1ª. Din Impresores. Pp 3.
- Gadow, K., Sánchez, O., J G, Álvarez G. 2007. Estructura del crecimiento del bosque. 1ª. IUFRO. Pp: 145
- García. E. 1998. Climas (Clasificación de Koppen, modificado por García) escala 1: 1, 000,000. CONABIO. México.
- Gignoux, J., Davies, I., Flint, S., y J. Zucker. 2011. The ecosystem in practice; Interes and problems of an old definition for constructing ecological models. *Ecosystems*. 14(17): 1039-1054.
- Halffter, G. 1994. ¿Qué es la biodiversidad? *Lletres de Batalla*. 62: 5-14.
- Honorio, E., Vega, J., y M, Corrales. 2015. Diversidad, estructura y carbono de los bosques aluviales del norte Peruano. *Folia Amazónica*. 24(1): 55-70.
- INEGI. 2005. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Las Margaritas Chiapas. 1ª. INEGI. México. Pp. 2
- INEGI. 2016. Conjunto de datos vectoriales de usos de suelos y vegetación. Escala 1: 1, 250,000 serie VI. 1ª. INEGI. México
- INIFAP. 2014. Edafología. Escala 1: 250, 000. 1ª. COMABIO. México.
- Krebs, C. 1999. *Ecological methodology*. 1ª. New York. Pp:22-23

- Llorente, J., y Morrante, J. 2001. Introducción a la biografía en Latinoamérica. 1ª. UNAM. CD.México. pp: 8.
- Margalef, R. 1977. Ecología. 1ª. Ediciones Omega. Barcelona. Pp: 51
- Martínez, G. 2002. La evaluación de la conservación de la biodiversidad. 1ª. Granada. pp: 407-416.
- Matteucci, S., y Colman, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. 1ª. Washington, D.C. pp: 72.
- Mora, C., Rubio, E., E, Alaníz., J, Jimenez., y M, Gonzales. 2014. Composición y diversidad vegetal de un área de matorral desértico micrófilo con historia agropecuaria en el noreste de México. POLIBOTANICA. 38: 53-66.
- Moreno, C E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. CYTED. 1ª. GORFI, S.A. Pp: 57-63.
- Mugurran, A. 1988. Measuring biological diversity. 1ª. Blackwell Science. Malden. Pp: 12-14.
- Mueller, D., Ellenberg, D y H, Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. 1ª. John Wiley and Sons. New York. Pp: 98-99.
- Pett, R K. 1975 Relative diversity indices. Ecology Society of América. 56(2): 496-498.
- Pereira, A. 2011. Biodiversidad. Espacio Gráfico Comunicaciones S.A. 1ª. Colombia. PP: 45-46.
- Pielou, E C. 1969. Introducción to mathematical ecology. Wiley-Interciencia. 1ª. New York. PP: 44-45.
- Pla, L. 2006. Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. INTERCIENCIA. 31(8): 583-590.
- Pretzsch, H. 2009. Forest dynamics growth and yield. 1ª. Berlin. pp: 64-65.

- Rimieri, P. 2017. La Diversidad genética y la variabilidad genética; dos conceptos diferentes asociados al germoplasma y al mejoramiento genético vegetal. BAG. 28 (2): 7-13.
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de Mexico. 1ª. Editorial Limusa, S. A. CONABIO. México. Pp: 307
- Saldaña, A., Lusk, C. 2003. Influencia de las especies del dosel en la disponibilidad de recursos y regeneración avanzada de un bosque templado lluvioso del sur de Chile. Revista Chilena de historia natural. 76: 639-650.
- Sánchez, M., Fierros., Velázquez., H, De los Santos., A, Aldrete., y E, Cortez. 2018. Estructura, riqueza y diversidad de especies de árboles en un bosque tropical caducifolio de Morelos. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. 9(46): 131-156.
- Santiago P, A I., Ayón E, A., V C, Rosas E., F A, Rodríguez Z., S L, Toledo G. 2010. Estructura de bosques templado de galería en la Sierra de Quila, Jalisco. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 5 (24): 145-159.
- SEMARNAT. 2015. Biodiversidad. 1ª. Ciudad de México. Pp.156.
- Traversa T, I P., y Alejana M, M R. 2013. Caracterización distribución y manejo de los bosques náticos del norte de Uruguay. Revista Mexicana de Biodiversidad. 84: 249-262.
- Vargas, B. 2013. Manual de mejores prácticas de manejo forestal para la conservación de la biodiversidad en ecosistemas templados de la región norte de México. 1ª. Empresas Florida S.A de C.V. pp: 36
- Wadsworth, F. 2000. Producción forestal para América tropical. 1ª. IUFRO-SPDC. Colombia. Pp: 36.
- Whittaker, R. 2001. Scale and species richness: Towards a general hierarchical theory of species diversity. Journal of Biogeography. 28: 453-470.