

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA**



TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO:

“Composición y Estructura de la Vegetación en tres estratos altitudinales en la cuenca de la Laguna de Alegría, Municipio de Alegría, Departamento de Usulután, El Salvador”

PRESENTADO POR:

BR. NORBERTO ELISEO HERNÁNDEZ ALVARADO¹

PARA OPTAR AL GRADO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

SAN SALVADOR, CIUDAD UNIVERSITARIA, SEPTIEMBRE DE 2012.

¹ e-mail: norbert.hdz@hotmail.com

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA**



TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO:

“Composición y Estructura de la Vegetación en tres estratos altitudinales en la cuenca de la Laguna de Alegría, Municipio de Alegría, Departamento de Usulután, El Salvador”

PRESENTADO POR:

BR. NORBERTO ELISEO HERNÁNDEZ ALVARADO

PARA OPTAR AL GRADO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

ASESORA: _____
MSc. NOHEMY ELIZABETH VENTURA CENTENO

SAN SALVADOR, CIUDAD UNIVERSITARIA, SEPTIEMBRE DE 2012.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA



TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO:

“Composición y Estructura de la Vegetación en tres estratos altitudinales en la cuenca de la Laguna de Alegría, Municipio de Alegría, Departamento de Usulután, El Salvador”

PRESENTADO POR:

BR. NORBERTO ELISEO HERNÁNDEZ ALVARADO

PARA OPTAR AL GRADO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

JURADO: _____
LIC. CARLOS ALBERTO ELÍAS ORTÍZ

JURADO: _____
LIC. CARLOS AUGUSTO SALAZAR

SAN SALVADOR, CIUDAD UNIVERSITARIA, SEPTIEMBRE DE 2012.

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

RECTOR

LIC. FRANCISCO CRUZ LETONA

FISCAL GENERAL

DRA. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA

SECRETARÍA GENERAL

MSC. MARTÍN ENRIQUE GUERRA CÁCERES

DECANO FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

Y MATEMÁTICA

LIC. RODOLFO FERNANDO MENJIVAR

DIRECTOR ESCUELA DE BIOLOGÍA

SAN SALVADOR, CIUDAD UNIVERSITARIA, SEPTIEMBRE DE 2012.

DEDICATORIA

- ❖ Dedico este triunfo **A DIOS TODOPODEROSO**, creador de vida de todos los tiempos, por prestarme la vida y dar la salud a mis padres, hermanos y a mí, por ser mi guía en todo momento y por ser quien supervisa y diseña la construcción de mi futuro paso a paso.
- ❖ **De manera muy especial**, quiero dedicar este triunfo a la memoria de mi hermana, Silvia Concepción Hernández Alvarado (QDDG), porque aun no estando físicamente me acompaña en todo momento.
- ❖ **A mis padres:** “*María Dionisia Alvarado de Hernández*”, infinitas gracias por su cariño y amor, por los esfuerzos que en su vida ha realizado para verme salir adelante y coronar este triunfo (que es para ella), que lo ha dado todo por mi futuro; a mi padre *Cruz Antonio Hernández*, por su sacrificio y motivación constante, por ser los pilares en los cuales se apoya mi formación religiosa, moral, personal y profesional. Gracias mami, gracias papi.
- ❖ **A mis herman@s:** Eugenia Hernández, Sandra Hernández, Laura Hernández, Karla Hernández, Juana Hernández, Gustavo Hernández, José Hernández, y Ceci Hernández, por su amor, paciencia, comprensión, por preocuparse y creer en mí, por apoyarme no solo moralmente sino económicamente en todo momento y porque siempre han sido mi ejemplo como profesionales a seguir.
- ❖ **A mis sobrinos/as:** Marvin Serrano, Silvia Escamilla, Paola Barrera, Sofía Barrera, Natalia Zepeda, Carlitos Vásquez y Michellita Zepeda. Con mucho amor para todos.
- ❖ **A mi familia**, Tía Angelita Cortez por todo su amor, apoyo y ruegos celestiales. A mi abuela Antonia Cortez, a mis primas Cruz, Ivon y Mirita, porque siempre me apoyaron en mi formación profesional y sé que tengo su apoyo en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

- ❖ Principalmente, a Dios todopoderoso por su sabiduría y a mi familia por su comprensión, en todo momento.
- ❖ A mi asesora y amiga MSc. Nohemy Elizabeth Ventura Centeno, por transmitirme sus conocimientos, poner a disposición su experiencia, tiempo e información para la realización de este trabajo de graduación (Anexo 16). Gracias Lic. por su calidad humana y por ser un ejemplo profesional a seguir. Que Dios le bendiga.
- ❖ A mi jurado evaluador, Lic. Carlos Alberto Elías Ortiz y Lic. Carlos Augusto Salazar por ser parte esencial de mi trabajo de graduación al aportar sus conocimientos y el tiempo para la elaboración de este proyecto.
- ❖ A todos los docentes de la escuela de Biología, que fueron parte fundamental en mi formación profesional.
- ❖ Al Alcalde de la Ciudad de Alegría, Ing. René Sánchez Funes, por brindarme apoyo económico, humano y por haber creído desde el principio en el proyecto.
- ❖ Al jefe de Comandos de Salvamentos, Filial Alegría, Roberto Joaquín Márquez Aguilera, por brindarme el recurso humano, materiales y equipo para realizar los descensos, que sin estos no hubiera sido posible realizar el proyecto.
- ❖ Al Lic. Vladlen Enríquez, por su ayuda en la elaboración de los mapas utilizados en la investigación.
- ❖ Al Ing. José L. Linares por sus consejos y apoyo en la identificación de algunas muestras botánicas.
- ❖ A René Arturo Vaquerano y familia, le agradezco infinitamente su amistad, compañía, empeño, apoyo y comprensión en cada momento y situación que tuvo lugar mi formación profesional y el desarrollo de este trabajo, por su esmero y dedicación mil gracias mi amigo.

A todos ellos, mis sinceros agradecimientos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido	Pag.
RESUMEN.....	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. FUNDAMENTO TEÓRICO	
2.1 Deterioro del Recurso Flora	2
2.2 Caracterización de la vegetación.....	3
2.3 Estado actual de la Diversidad Vegetal en El Salvador.....	3
2.4 Estudios de vegetación en El Salvador.....	4
2.5 Estudios de Composición y Estructura Vegetal en El Salvador.....	7
3. METODOLOGÍA.....	9
3.1 Descripción general del área de estudio.....	9
3.1.1 Ubicación geográfica.....	9
3.1.2 Geología.....	9
3.1.3 Topografía.....	9
3.1.4 Factores climáticos.....	10
3.1.5 Vegetación.....	10
3.2 Fase de campo y análisis de datos.....	11
3.2.1 Fase I. Prospección.....	11
3.2.2 Fase II. Metodología de Campo.....	11
3.2.3 Fase III. Análisis de datos.....	14
4. RESULTADOS.....	18
4.1 Composición Florística.....	18
4.1.1 Abundancia, Riqueza y Diversidad ∞	19
4.2 Estructura Florística.....	20
4.2.1 Densidad, Área basal, Frecuencia e IVI.....	20
4.2.2 Distribución de clases diamétricas.....	22
4.2.3 Altura del Dosel.....	22

5. DISCUSIÓN	
5.1 Composición Florística.....	46
5.1.1 Riqueza, Abundancia y Diversidad Alfa (∞).....	47
5.2 Estructura Florística.....	49
5.2.1 Valor de Importancia de las Especies.....	49
5.2.2 Distribución de Clases Diamétricas.....	49
5.2.3 Altura del Dosel.....	50
6. CONCLUSIONES.....	53
7. RECOMENDACIONES.....	55
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57

ANEXOS

ÍNDICE DE CUADROS

	Pag.
CUADRO 1: Composición florística del área total muestreada.....	23
CUADRO 2: Listado de especies arbóreas y arbustivas, del estrato altitudinal 3.....	29
CUADRO 3: Listado de especies arbóreas y arbustivas, del estrato altitudinal 2.....	29
CUADRO 4: Listado de especies arbóreas y arbustivas, del estrato altitudinal 1.....	30
CUADRO 5: Abundancia, riqueza y diversidad total, por estrato altitudinal.....	32
CUADRO 6: Prueba de <i>Chi</i> -cuadrado.....	33
CUADRO 7: Índice de Valor de Importancia (IVI) correspondiente al área total muestreada.....	34
CUADRO 8: Índice de Valor de Importancia (IVI) correspondiente al Estrato 3.....	37
CUADRO 9: Índice de Valor de Importancia (IVI) correspondiente al estrato 2.....	38
CUADRO 10: Índice de Valor de Importancia (IVI) correspondiente al estrato 1.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1: Número de especies encontradas en cada estrato altitudinal y similitud de especies entre los tres estratos.....	42
Figura 2. Distribución de individuos según clases DAP para el área total muestreada.	42
Figura 3. Distribución de individuos según clases DAP por estrato altitudinal.....	43
Figura 4. Altura promedio del dosel.....	43
Figura 5. Curva de acumulación de especies para los tres estratos altitudinales.....	44
Figura 6: Curva de acumulación de especies del área total muestreada.....	44
Figura 7: Rangos de grados de inclinación por hábito de crecimiento de las especies.	45
Figura 8: Rangos de grados de inclinación por hábito de crecimiento de las especies.	45

RESUMEN

Se estudio la composición y estructura florística, en un área de 9,200 m² en la cuenca de la Laguna de Alegría, Municipio de Alegría, Usulután. La cuenca se dividió en tres estratos altitudinales, ubicados entre los 1260 a 1360 el primer estrato; 1361 a 1460 el segundo estrato y 1461 a 1560 el tercer estrato. Se establecieron 23 transectos de 4m x 100m c/u, correspondiendo 11 transectos al estrato altitudinal N° 1, 6 al estrato N° 2 y 6 al estrato estrato N°3. Se censaron todos los individuos con CAP ≥15 cm. Se registraron 1529 individuos pertenecientes a 239 especies, 177 géneros distribuidas en 80 familias. Las familias con mayor riqueza de especies son *Asteraceae* (29 especies), seguido de *Leguminosae* (28), *Piperaceae* (10), *Euphorbiaceae* (9) y *Moraceae* (8).

Además la presencia de *Escobedia laevis* y *Peperomia heterodoxa* como nuevo reporte para El Salvador. La especie de mayor importancia ecológica fue *Cedrela odorata* (Meliaceae) con un IVI de 24.64%.

De acuerdo a la distribución diamétrica, los individuos más abundantes son los que presentaron un DAP menor que 20 cm, representando el 67% de la población muestreada. La distribución diamétrica de los individuos presentó una forma de “J” invertida, lo cual indica procesos de regeneración y una estructura irregular de la vegetación. La altura promedio de los individuos fue de 5.55 m para el área total muestreada, mientras que a nivel de estratos altitudinales la mayor altura promedio se registró en el estrato N° 2, con 5.6 m, seguida de 5.54 m en el N° 1 y 5.52 m en el estrato N°3. Mediante los análisis de diversidad de Shannon, Pielou y Simpson se determino que la vegetación de la Laguna de Alegría, posee alta diversidad y por consiguiente una distribución uniforme de especies.

1. INTRODUCCIÓN

En El Salvador, por su historia geológica, topografía, posición geográfica (latitud y longitud), se evidencian diversos relictos de ecosistemas, entre ellos: Bosques salados (manglares), Duna Costera (vegetación de playa), Bosques con inundación temporal (época de lluvia), Sabana de Morros (morrales), Bosques Secos, Caducifolios, Subcaducifolio, Bosques de Quescus (encinar), Bosque de *Pinus* (pinares), asociación *Pinus-Quercus-Cupresus* y Bosques Nebulosos, entre otros (Ventura Centeno y Villacorta, 2000).

Sin embargo, la composición y estructura de la cobertura vegetal, ha variado considerablemente en un periodo no mayor de 22 años; ya que las formaciones vegetales originales han sido sustituidas o alteradas por actividades antropogénicas (lotificaciones, parcelaciones, ganadería, etc.). Por otro lado, los terrenos en abandono, están albergando una formación de arbustos que ofrecen poca protección al suelo.

Por tal motivo se considera necesario realizar estudios en las áreas naturales que aún existen, para propiciar su manejo sostenible; ya que hasta ahora son pocos los estudios realizados al respecto; aunque existen algunas áreas de las que no se tienen registros que sustenten la toma de decisiones, para un adecuado manejo; por lo tanto, considerando la importancia del conocimiento de los recursos bióticos en El Salvador; en esta investigación se caracterizó la composición y estructura de la cobertura vegetal, en la cuenca de la Laguna de Alegría.

Con este trabajo se obtuvo una base de datos actualizada sobre la composición y estructura de la vegetación en tres estratos altitudinales, el cual constituye un aporte al inventario nacional de especies, al conocimiento del potencial científico y económico que representa en particular este relictos de vegetación, para la ciudad de Alegría. Por otra parte, el estudio genera insumos valiosos para que se puedan presentar mejores propuestas para la conservación y manejo sostenible de este ecosistema.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. Deterioro del recurso flora

El Salvador es uno de los países con la extensión territorial más reducida, de Latinoamérica, situado en la costa pacífica de Centro América, con una extensión aproximada de 20.800 Km², y desde sus raíces históricas, la población ha demandado de alimentos, con lo que se inicio el proceso de eliminación de la cobertura vegetal original, sin embargo estos primeros cambios solo fueron en el entorno de los asentamientos humanos, los cuales fueron progresando, en la medida que creció la densidad poblacional (FAO¹, 2001).

La deforestación se ha realizado por la demanda de la población para obtener leña y madera para construcción de viviendas, despejar espacios para desarrollar autopistas y aeropuertos; para desarrollar cultivos de subsistencia y comerciales, todos son algunos de los factores que han agudizado el estado crítico de la cobertura vegetal en El Salvador, a tal grado que después de Haití, es el país más deforestado de América Latina (Gálvez *et al.* 1996, citado por Barrientos *et al.* 2002). Según Cruz (2001, citado por FAO, 2001) el 75% de su territorio es montañoso y abrupto, con suelos susceptibles a la erosión y una cobertura boscosa que cubre el 12% del área territorial, con 4% de bosques productivos.

La FAO (2001), también menciona que las presiones por alimento, los intereses económicos y la carencia de políticas para incentivar la siembra de árboles, han contribuido para la eliminación acelerada de los bosques del país, así como en el resto de los países de América Latina. Sin embargo, aun existen remanentes que pueden contribuir al desarrollo y bienestar de la sociedad, tanto desde el punto de vista ecológico (diversidad biológica, protección de cuencas hidrográficas, refugio de fauna silvestre); y económico (fuente de ingresos económicos a través de la generación de fuentes de trabajo que satisfagan necesidades básicas de las comunidades rurales, tales como alimentación, agua, combustible y medicinas).

¹ Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

2.2. Caracterización de la vegetación.

De acuerdo a la EIA² (2002), la caracterización de la vegetación se refiere al estudio de la estructura y la composición florística de un ecosistema, la cual es útil en varios aspectos como: elaboración de estudios de impacto ambiental, apoyo para el diseño de planes de manejo de los ecosistemas y estudios de ecología de paisaje.

Según García (2008), la composición florística es un listado de las especies, más el análisis de la diversidad α en un hábitat determinado; mientras que la estructura toma en cuenta parámetros cuantitativos de densidad, dominancia (área basal) y frecuencia, así como variables dasométricas (diámetro a 1.30m de altura desde el piso, y la altura del dosel) y similitud entre comunidades (diversidad β).

Asimismo, MARN³ (2003 b), define la composición florística como la identidad y variedad de elementos que incluyen los listados de especies y medidas de diversidad de ecosistemas; y la estructura como la organización física de un sistema, desde la complejidad de hábitats hasta patrones de parches y otros elementos del paisaje.

Estos componentes y variables estructurales permiten evaluar el comportamiento de árboles individuales y especies en su superficie, su dinamismo y tendencias del futuro y desarrollo de las comunidades forestales, que son básicas para desarrollar las estrategias de manejo de cualquier tipo de bosque (EIA, 2002).

2.3. Estado actual de la Diversidad Vegetal en El Salvador.

El Salvador por su ubicación en la vertiente pacífica Norte del istmo centroamericano, a pesar de ser el país con menor cantidad de territorio en la región, posee una considerable riqueza en recursos biológicos. Según datos del año 2005, el número de especies registradas para todos los reinos en El Salvador, es de 8,756; donde el 39% corresponde al Reino Plantae y el 50% al Reino Animalia (MARN & GEO⁴ 2006).

² EIA: Escuela de Ingeniería de Antioquia, Colombia

³ MARN: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales

⁴ Empresa geotérmica de El Salvador. LaGeo S.A. de C.V.

Según MARN & GEO (2006), las plantas, son uno de los grupos de organismos más estudiados y conocidos a nivel mundial; El Salvador no es la excepción. Se estima que existen alrededor de 300,000-350,000 especies de plantas en el mundo, en nuestro país el número de especies asciende a 3,403. De modo que se puede afirmar que el conocimiento en el número de especies de plantas vasculares es elevado en el país. Estimaciones realizadas por expertos indican que deberían existir en el país entre 2,500 y 4,000 especies de plantas, Standley & Calderón (1925), citado por MARN (2003 a).

2.4 Estudios de Vegetación en El Salvador.

Existen numerosas investigaciones florísticas que son un esfuerzo que contribuyen a reportar la flora existente en El Salvador. La Escuela de Biología (UES) hace un valioso aporte al conocimiento de la flora salvadoreña a través de las investigaciones que se realizan por parte de docentes y estudiantes en las diferentes áreas naturales protegidas del país: Volcanes, Parques Nacionales, Lagunas, etcétera. Los estudios pioneros sobre la flora del país son los del Dr. David J. Guzmán (1941 - 1975); Félix Choussy (1926-1932), Calderón & Standley (1941), entre otros. En sus obras proporcionan información valiosa que en conjunto reportan más de 900 especies, cada una de ellas con su nombre popular, nombre científico, familia, usos alimenticios, medicinales e industriales, etcétera, reportando además el lugar donde fueron encontradas (Villacorta Hernández, 2001)

En el ámbito nacional existen actualmente 118 áreas propuestas para integrar el Sistema de Áreas Naturales Protegidas (MARN, 2003 b), de las cuales tan solo tres cuentan con una declaración formal; a éstas habría que añadir un conjunto de 96 espacios terrestres y dulceacuícolas y 12 costero-marinos que se proponen, de acuerdo con los criterios establecidos y el análisis realizado, haciéndose un total de 189 espacios (actual Catálogo), merecedores de la consideración de área natural protegida, además de la ampliación de algunas de las áreas integrantes del SANP⁵ (se proponen 11 espacios ampliados).

⁵ SANP: Sistema de Áreas Naturales Protegidas

Para cada uno de espacios ampliados, se ha realizado el estudio de sus características principales, necesidades de protección, propuestas para mejorar la protección y gestión, señalamiento de las áreas de interés especial y de los puntos de interés particular.

Pese a que la ley de áreas protegidas se aprobó en 2005, no todas están declaradas como tal; de las zonas que se registran en esa legislatura con potencial natural, de un total de 118 áreas solamente alrededor de 30 son cuidadas por las comunidades aledañas o que reciben beneficios directos de ellas; tres más: El Imposible, laguna El Jocotal y Montecristo) son manejadas por el Estado en coordinación con organizaciones no gubernamentales; y el resto de ella (85), incluyendo el área en estudio, no cuenta con ningún sistema de protección del Estado salvadoreño.

El gobierno de El Salvador, oficializó el nombramiento de sus dos primeras reservas de la biosfera: Xirigualtique-Jiquilisco y la reserva de las sierras Apaneca-Illamatepec, aprobadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). La Laguna de Alegría aún no recibe el manejo indicado por la ley y no ha sido declarada como área natural protegida (SICA⁶, 2007).

Además, El Salvador cuenta con seis sitios catalogados por la Convención de Ramsar como humedales de importancia biológica en la región: Laguna El Jocotal (San Miguel, recibió su nombramiento en 1999); Bahía de Jiquilisco, (Usulután, nombrada en 2005); Embalse Cerrón Grande, entre tres departamentos colindantes: Chalatenango, San Salvador y Cuscatlán (fue declarado como el tercer Humedal de Importancia Internacional para El Salvador en Noviembre de 2005); la Laguna de Olomega, ubicada en la Unión (incorporado a la Lista Ramsar de Humedales de Importancia Internacional en Febrero de 2010); Complejo Güija, es el quinto humedal de Importancia Internacional para El Salvador (declarada el 16 de diciembre de 2010) por la Convención Ramsar, convirtiéndose en el 1924 de acuerdo al orden cronológico de Ramsar; y por último el Complejo Jaltepeque (segundo bosque salobre más importante del país, y sexto sitio Ramsar de Importancia Internacional) (MARN, 2011b).

⁶ SICA: Sistema de la Integración Centroamericana

La FAO (2001), establece que El Salvador es el segundo país más deforestado de Latinoamérica después de Haití, y está entre los 14 países que, para el año 2022, podrían enfrentar una crisis hídrica. Según cifras oficiales, el país contaba con una extensión de 273,351 ha de bosques naturales incluyendo arbustos y matorrales, esto representaba el 13% de la superficie total (MAG-SISAP⁷, 2007).

Ventura Centeno (1980), analiza la Distribución, Dispersión y Dominancia de la Vegetación Arbórea, identificando 33 familias y 68 especies.

Con la riqueza de flora existentes en los volcanes de El Salvador, estos se convierten en un laboratorio en los que se realizan investigaciones tales como el Estudio Cualitativo y Cuantitativo de la Vegetación Arbórea de los Cantones El Cacao y El Ciprés en la parte sur oeste del Volcán de Conchagua, reportando 692 especies en la composición florística, siendo también la familia Leguminosae la más abundante (Pérez Acosta & Herrera Alegría, 1998). El estudio florístico en el cráter del volcán de San Salvador, realizado por Renderos (1997), reportó 109 especies distribuidas en 37 familias.

En el Cerro de Las Pavas, Municipio de Cojutepeque, Departamento de Cuscatlán, se realizaron investigaciones florísticas en los años ochenta; de los cuales dos de ellos describen la vegetación arbórea y arbustiva, importancia y los usos de las especies reportadas (Hernández Osorio, 1985). Un segundo trabajo consiste en el estudio de la Regeneración Natural Espontánea y propone un proceso de regeneración natural como método alternativo al de plantaciones artificiales para recuperar el bosque (Medrano Solís, 1984) y, por último el estudio realizado sobre Diversidad y Dominancia de la Vegetación Arbórea en cuatro zonas del Cerro de Las Pavas (Argueta, 1988).

En el Cerro de Guazapa se llevó a cabo un estudio sobre la Cuantificación de la Vegetación Arbórea en la que se reporta a las familias Leguminosae, Boraginaceae y Anacardiaceae con mayor número de individuos (Rivera Alberto & Cerrato, 1985).

Existe un estudio de relevante importancia realizado en el Municipio de San Miguel, sobre el Carácter Descriptivo de la Vegetación Arbórea Nativa y Naturalizada en Peligro

⁷ Ministerio de Agricultura y Ganadería, Secretaría Ejecutiva del Medio Ambiente. Sistema Salvadoreño de Áreas Protegidas. 2007.

de Extinción señalando que los factores que están incidiendo negativamente en dicha vegetación son la tala indiscriminada que se realiza por parte de los pobladores, siendo las leguminosas las más afectadas (Acevedo & Amaya, 1994).

En el Pedregal de San Isidro se hace un Análisis Florístico donde se determina que el tipo de vegetación existente es la Selva Baja Subcaducifolia con una asociación *Bombax-Lysiloma*; donde los factores que determinan el tipo de vegetación son la altura de los árboles, los cambios fenológicos y la composición florística (González Ayala, 1977).

En el caso particular de especies arbóreas, Linares (2003), realizó un estudio, que presenta el listado de los árboles nativos y cultivados de El Salvador.

2.4. Estudios de Composición y Estructura Vegetal en El Salvador.

Son pocos los estudios desarrollados en El Salvador, con énfasis en composición y estructura florística. En el Municipio de Santa Ana, se ha estudiado la composición arbórea de la ladera sureste del Cerro Santa Lucía, reportando un total de 35 familias, 64 géneros y 75 especies, 13 sin identificar y 34 desconocidas (Barrientos *et al.* 2002); en el estudio en la ladera noreste del mismo cerro, se reportan 38 especies, 31 géneros y 19 familias (López *et al.* 2003). Un último estudio en esta misma ladera sobre la composición y estructura de la vegetación arbórea, registró 387 árboles distribuidos en 30 familias, 52 géneros y 67 especies (García, 2008).

Landaverde Solórzano (2005), estudió diversidad y abundancia de la vegetación arbórea en dos estratos altitudinales en el bosque La Montañona, Chalatenango, reportando un total de 505 árboles, distribuidos en 19 familias, 22 géneros y 26 especies arbóreas; y las familias con mayor representación fueron Fagaceae, Pinaceae, Hamamelidaceae y Myrtaceae.

Con relación a la vegetación de la Laguna de Alegría Williams D. *et al.* (2000), realizó un estudio donde identificó la flora de la laguna de Alegría desde diciembre de 1998 hasta noviembre de 1999, y combinó los resultados del estudio con los reportes de otros colectores y reportes publicados para compilar un listado de 447 taxas específicas y 2 híbridos. Estas representan 106 familias. Las taxas fueron catalogadas

en un listado anotado que incluye el nombre de la colección y del herbario, y se designaron las especies exóticas.

Además, se dio el primer reporte para El Salvador de *Trigonospermum annum* Mc Vaugh & Lask. Cabe mencionar, que dicho estudio se realizó solo en las riveras de la Laguna de Alegría y solo fue un inventario rápido, dejando de lado la vegetación más densa del bosque y la de acantilado.

3. METODOLOGÍA

3.1. Descripción general del área de estudio

3.1.1 Ubicación geográfica.

La Laguna de Alegría es de origen volcánico, y está ubicada en el municipio de Alegría, cuya cabecera municipal está situada a 142 km al oriente de San Salvador. Con acceso pavimentado tanto hacia la carretera Panamericana como hacia la del Litoral. Geográficamente se localiza a 13°30'1.10" y 13°29'9.23" LN, y, a 88°29'11.23"O y 88°30'4.57"LO; la base se encuentra a una altura de 1260 msnm, y la cúspide a los 1599 msnm. (Anexo 1).

3.1.2 Geología.

No existen registros históricos de actividad volcánica extrusiva, pero hay emisiones de vapor de agua, mezclado con compuestos sulfúricos y otros gases volcánicos en el suroeste de la laguna; estas emisiones contribuyen a mantener un valor de *pH* muy bajo en los suelos de gran parte de la base del cráter, y la extrema acidez de la laguna. El contenido sulfúrico, proporciona a la laguna el tono verde-esmeralda traslucido muy característico, este contenido es tan alto que la base y el substrato subyacente son blancos; por lo que se cree que solo algunas formas de vida como algas (diatomeas) puede sobrevivir en dichas condiciones extremas (Williams *et al.* 2000).

3.1.3 Topografía.

La base del cráter tiene una altura de 1260 msnm., ocupada por la laguna sulfúrica, con poca cubierta vegetal. Las 3 laderas del cráter se elevan 300m, casi verticalmente, lo que ocasiona derrumbes. Las laderas Norte y Oeste, menos inclinadas, formadas por material menos rocoso y más inestables que la ladera Sur. En 1998, el Huracán Mitch ocasionó daños en la ladera Norte, 2 derrumbes grandes y varios menores; los grandes se originaron cerca de la cresta del volcán y destruyeron franjas anchas de bosque de toda la pendiente, derribaron árboles de hasta 2 m de diámetro, y cambió la forma de la laguna; la ladera sur, vertical presenta aglomeraciones de piedras menos propensos a erosión y derrumbes.

La ladera oriental, menos rocosa y de menor pendiente, y no rebasa mucho la altura de la base, razón por la cual, no ocurren derrumbes en esta ladera (Williams *et al.* 2000). Por otro lado en los años 2010 y 2011 se rompieron records en porcentajes de lluvias acumuladas en El Salvador, lo que ocasiono que el nivel de acumulación de agua en la Laguna de Alegría, subiera a niveles nunca vistos. En mayo de 2010, la Tormenta Tropical Agatha y en Octubre de 2011, la Depresión Tropical 12E, fueron las que mayor impactaron, ocasionando derrumbes desde la cresta del volcán en las laderas Sur y Oeste. Los promedio de lluvia, fueron 2010 con 2,549 mm y 2011 con 2429 mm (MARN, 2012).

3.1.4 Factores climáticos.

Los promedios anuales de temperatura y precipitación son 23.5 °C y 1147.32 mm respectivamente. El interior del cráter es más fresco y húmedo que el paisaje que lo rodea. La pendiente de la ladera reduce en parte la cantidad de radiación solar recibida durante el año, moderando el calor y la humedad; debido a su altura, también es frío durante los meses del invierno y templado durante los meses más calientes del verano (MARN-GEO, 2006).

3.1.5 Vegetación.

Holdridge (1975), clasificó la vegetación del área que rodea la cima del Volcán Tecapa, como bosque muy húmedo subtropical, mientras que Williams *et al.*, (2000), lo clasifica como bosque subcaducifolio en transición a perennifolio, porque la mayoría de árboles mantienen sus hojas en la época seca. Sin embargo la capa herbácea se reseca mucho durante esta época, pero el dosel retiene un gran porcentaje de su cobertura; dando el bosque un aspecto verde todo el año.

La denominación del área de bosque, se realizó a partir de la clasificación modificada de la cubierta natural terrestre, realizada por Mueller-Dombois & Ellenberg (1974), quienes la desarrollaron en nombre de la UNESCO; la cual incluye fisonomía, composición florística y estacionalidad de la vegetación. De acuerdo al “Mapa de los ecosistemas de El Salvador, actualización enero 2011”, el tipo de bosque en la Laguna de Alegría, es **Bosque tropical semideciduo latifoliado montano inferior, bien drenado** (MARN, 2011a).

3.2. Fase de campo.

Esta se realizó en tres fases, las cuales son: I. Fase prospección y II. Fase de ejecución de metodología de campo III. Fase de análisis de datos.

3.2.1. Fase I: prospección

Se realizaron 3 viajes de prospección al sitio de estudio, acompañado por los Jurados Evaluadores del Proyecto y Asesora (Anexo 17), para observar las características generales del área, y poder determinar el tipo de muestro a realizar.

3.2.2. Fase II. Ejecución de metodología de campo.

El estudio de la composición y estructura de la vegetación de la cuenca de la Laguna de Alegría, se realizó durante los meses de junio a diciembre de 2011. La cuenca se dividió en 3 estratos altitudinales a partir del espejo de agua: el primer estrato de 1260 a 1360 msnm (área 46.389 ha); el segundo de 1361 a 1460 msnm (área 15.859 ha y el tercero de 1461 a 1560 msnm (área 25.714 ha); con base en la interpretación de imagen ASTER 2009 (Anexo 2).

3.2.2.1 Composición de la vegetación.

Se utilizo la Metodología de Inventario Rápido propuesta por Gentry (1982), quien utilizo transectos de 2m x 50m; siendo modificada por el autor, por las características del área de estudio en acantilado y se utilizo transectos de 4 x 100m.

Según Garmendía & Samo (2005), la técnica de muestreo con transectos fue desarrollada inicialmente por ecólogos vegetales, aunque actualmente se aplica extensamente en animales: aves, mamíferos, reptiles, entre otros. Burnham *et al.*, (1980) y Buckland *et al.*, (1993), sugieren transectos de línea ya que es una de las mejores maneras, para obtener información poblacional y ecológica de las especies y comunidades de manera simultánea, que a su vez pueden ser analizadas y comparadas efectivamente.

Un transecto se puede definir como una línea o faja estrecha y continua que proporciona las características de una sección transversal de la vegetación. La transección es un método de estudio de las poblaciones, muy utilizado en la actualidad,

especialmente cuando se pretende estudiar la influencia de gradientes ambientales como por ejemplo la altitud o la orientación de una ladera (Garmendía & Samo, 2005)

Para el análisis de la vegetación, se establecieron 23 transectos de 4m x 100m (400 m²), obteniendo un total de 9200 m² de área total de estudio, distribuidos en cada estrato altitudinal (Anexo 3).

En el caso específico de los estratos 3 y parte del 2, presentan inclinaciones entre 65° a 90°. En vista de eso la metodología empleada fue modificada y adecuada a este tipo de topografía; y para hacer un descenso, se busco un árbol que estuviera por lo menos a 4m del borde del acantilado, con una circunferencia de 120 cm como mínimo (Anexo 4). Se recorrió todo el borde del cráter y tomando en cuenta estas medidas obligatorias de seguridad, se identificaron 9 puntos estratégicos para la ejecución de los descensos (transectos); 6 ubicados en el estrato 3 y 2.

Para la obtención de datos en los acantilados (descensos), se tomo en cuenta medidas de seguridad tales como cuerda gruesa, guantes de cuero, casco, lentes protectores, kit de arnés, así como la asesoría y apoyo de 2 miembros del equipo de rescate vertical, Comandos de Salvamento Filial Alegría (Anexo 5).

Según Cruz Pérez (1974), para al análisis de comunidades vegetales, es común utilizar cuadrados de 10 x 10 m (100 m²), mientras que Shmida (1984) y Barbour, *et al.* (1987) citados por Elías *et al.*, (2000), recomiendan delimitar cuadrantes de 20 x 50 m (1,000 m²), equivalente a 0.1 Ha, que es el área mínima representativa de la comunidad en estudio. En cada uno, se registraron las especies, arbóreas, arbustivas y herbáceas. La ubicación de los transectos, se realizo de manera dirigida, debido a lo inaccesible de algunas zonas y, su orientación, paralela a la pendiente.

Cada transecto se georeferencio y se marco con una cuerda, muestreando cada una de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, a 2 m de cada lado de la cuerda. Para las especies arbóreas y arbustivas se midió el CAP a 1.3 m sobre el suelo con una cinta métrica de sastre (Anexo 6): y de igual manera se anotaron los siguientes datos: nombre común, nombre científico, frecuencia y altura (Ventura Centeno, 2006) (Anexo 7).

Se colectaron con una tijera de podar 3 muestras botánicas de unos 30 cm de largo; cada muestra se colocó en una hoja de periódico, anotando lugar de colecta, fecha, colector, georeferencia y una breve descripción de los caracteres más sobresalientes de las mismas (Ventura Centeno, 2006). Luego fueron prensadas en una prensa botánica, secadas en una secadora artesanal (diseñada por el autor) (Anexo 8) y luego depositadas en el Herbario de la Universidad de El Salvador (ITIC). Las muestras botánicas en lo que se pudo contenían: hojas, flores y/o frutos; para poder identificarlas ya sea por comparación directa o por medio del uso de claves taxonómicas, en el herbario ITIC. Además, se utilizó una cámara digital, para fotografiar los sitios de estudio, así como el material vegetal colectado.

3.2.2.2 Estructura de la vegetación

La estructura de la vegetación en los transectos, se analizó con base en valores relativos del área basal, densidad y frecuencia de las especies. Con los valores relativos se obtiene Índice de Valor de Importancia Relativa (VIR), conocido comúnmente como Índice de Valor de Importancia (IVI) (Páiz Salgado, 2006).

a) Estructura vertical

La estructura vertical, está determinada en gran manera por la forma de las plantas; tamaño, forma de ramificación y de las hojas, la cual, a su vez influye y es influenciada por el gradiente vertical de luz. Además proporciona el almacén físico al cual están adaptadas a vivir muchas formas de vida (Smith & Smith, 2001). La estructura vertical del bosque se determinó por medio de la altura de los árboles y arbustos; estas se efectuaron por medio de un medidor de distancia laser.

b) Estructura horizontal.

La estructura horizontal se determinó con base a las clases diamétricas del DAP (Diámetro a 1.30 m del suelo) de árboles y arbustos. Con estos datos se logró producir una representación gráfica del bosque que permite la comparación visual, para ello se establecieron los siguientes intervalos de clase en centímetros: ≤ 10 ; de 10.1 a 20; de 20.1 a 30; de 30.1 a 40; de 40.1 a 50; de 50.1 a 60; de 60.1 a 70; de 70.1 a ≥ 80 (Murakami *et al*, 2005). La estructura horizontal, influye sobre la distribución y diversidad de la vida vegetal dentro de comunidades (Smith & Smith, 2001).

Por otra parte, SAGPYA⁸ & MECOM⁹ (2007), citados por García (2008), sostienen que en base a las clases diamétricas de árboles, se identifican dos tipos de bosques: bosques con estructura irregular y bosques con estructura regular. Los primeros presentan gran diversidad de especies y se caracterizan por una distribución de los individuos de diferentes clases diamétricas en forma de “J” invertida; mientras que los bosques con estructura regular contienen una o dos clases diamétricas dominantes.

3.2.2.3 Metodología de laboratorio

La identificación del material botánico, se realizó con el uso de claves taxonómicas en el Herbario de la Universidad de El Salvador (ITIC), y por comparación con las colecciones botánicas digitales presentes en INBIO¹⁰, UNIBIO¹¹, TROPICOS¹² y Muestras Neotropicales de Herbario¹³. Y mediante el apoyo de profesionales con experiencia en taxonomía de plantas.

A cada uno de los tres duplicados, se les asignó una viñeta taxonómica, para que puedan ser identificados con los siguientes datos: lugar y fecha de colecta, nombre de colector(es), familia, nombre común, nombre científico, entre otros, tal como se indica en la ficha (Anexo 9). Todas las muestras fueron depositadas en el herbario de la Universidad de El Salvador (ITIC).

3.2.3. Fase III. Análisis de datos.

Con la información registrada en los transecto se determinó la composición (riqueza de especies, abundancia, e índices de diversidad alfa (α)), así como los siguientes parámetros: densidad, área basal, frecuencia, valor de importancia, distribución de clases diamétricas, altura del dosel (EIA, 2002). Estos parámetros fueron procesados con Microsoft Excel 2007.

⁸ Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, Republica de Argentina.

⁹ Ministerio de Economía y Producción, Republica de Argentina.

¹⁰ Instituto Nacional de Biodiversidad. Costa Rica.

¹¹ Unidad de Informática para la Biodiversidad. Universidad Nacional Autónoma de México.

¹² Tropicos.org. Missouri Botanical Garden.

¹³ The Field Museum. Chicago, IL. USA.

a) Composición vegetal.

MARN (s.f.), sugiere realizar cálculos de la abundancia relativa, riqueza y diversidad de las especies presentes en cada comunidad. La abundancia relativa de una especie es la proporción de individuos de dicha especie en relación al total de individuos de todas las especies inventariadas y se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$A_r = \frac{A_i}{A_{total}} \times 100$$

Donde:

A_r = abundancia relativa de la especie

A_i = número total de individuos de la especie i

A_{total} = número total de individuos de todas las especies muestreadas

Además para medir la diversidad de especies dentro de una comunidad (diversidad α), se sugiere utilizar el índice de Shannon- Wiener y el de Simpson. El primero, se basa en que todas las especies tienen la misma probabilidad de ocurrencia en la muestra (García, 2008). Este presenta valores entre 1 y 6 y se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i (\ln p_i)$$

Donde:

H' = índice de diversidad de especies de Shannon-Wiener

P_i = proporción de la especie (n_i) en la muestra total (N) ($p_i = n_i / N$).

Por otra parte, con el índice de diversidad de especies de Simpson, podemos predecir la abundancia de las especies dentro del bosque, si están representadas en forma equitativa dentro de la población muestreada, haciendo una proporción entre cada especie y el número de individuos colectados, resultando en la probabilidad de elegir al azar dos individuos de la misma especie sus valores se encuentran entre 0 y 1 (García, 2008). Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\lambda = p_i^2$$

Donde:

p_i = abundancia proporcional de la especie i , lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Índice de equitatividad de Pielou.

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada; va desde 0 a 1.0, de tal forma que 1.0 es una situación donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988 citado por Moreno, 2001; Smith & Smith, 2001), se expresa de la siguiente manera: $J' = H'/H_{max}$

Donde:

$H_{max} = \text{Log}NS$, (H_{max} es el valor que tendría H' si todas las especies en la comunidad tuviesen el mismo número de individuos (Smith y Smith, 2001).

b) Estructura de la vegetación.

Para determinar la estructura horizontal y vertical de la vegetación de la cuenca, se midieron los valores de las siguientes variables dasométricas: circunferencia a 1.30 m del suelo y altura aproximada de los individuos.

$$\text{Área basal} = \pi \times R^2$$

$$AB = 3.1416 \times (D/2)^2$$

$$AB = \frac{3.1416 \times D^2}{4}$$

$$g = 0.7854 \times \text{dap}^2$$

Donde: g = área basal de un solo árbol

dap = diámetro a la altura del pecho

El CAP se utilizó para calcular el DAP, lo cual se hizo dividiendo su valor por la constante π (π). Con el DAP se realizaron las frecuencias diamétricas, con una amplitud de 10 cm de acuerdo con lo sugerido por UNESCO, PNUMA y FAO (1980). Los valores de altura promedio de los individuos sirvieron para determinar la estructura vertical. Además, se calcularon los valores absolutos y relativos de densidad, área basal y frecuencia, así como el índice de valor de importancia (IVI). Dichos valores fueron

obtenidos al procesar la información en la hoja de cálculo de Microsoft Excel 2007, con base a las fórmulas siguientes:

Densidad relativa:

$$D_r = \frac{D_x}{D_{total}} \times 100$$

Donde: D_r = densidad relativa

D_x = número total de individuos de la especie x

D_{total} = número total de individuos de todas las especie.

Área basal relativa:

$$AB_r = \frac{AB_x}{AB_{total}} \times 100$$

Donde: AB_r = área basal relativa

AB_x = área basal absoluta de la especie x

AB_{total} = sumatoria de las áreas basales absolutas de todas las especies.

Frecuencia relativa:

$$Fr = \frac{F_x}{\sum F_x total} \times 100$$

Donde: F_r = frecuencia relativa

F_x = número de veces que aparece la especie x

$\sum F_{x total}$ = sumatoria de las frecuencias de todas las especies.

Índice de valor de importancia:

$$IVI = Dr + ABr + Fr$$

Donde: IVI = índice de valor de importancia

Dr = densidad relativa

ABr = área basal relativa

Fr = frecuencia relativa.

Chi-cuadrado

Para comprobar estadísticamente, la influencia que tiene la pendiente en la distribución de las especies vegetales, se aplicó la prueba de **Chi-cuadrado**. Este es un estadístico que nos ayuda a decidir si las frecuencias observadas están o no en concordancia con las frecuencias esperadas (es decir, si el número de resultados esperados corresponde aproximadamente al número esperado). Para comprobarlo, se realizó un contraste de hipótesis usando dicha distribución.

H₀ = La pendiente no es condicionante para determinar el número de especies por hábito de crecimiento.

H₁ = La pendiente es condicionante para determinar el número de especies por hábito de crecimiento.

$$X^2 = \sum \frac{(fo - fe)^2}{fe}$$

Donde: X^2 = *chi*-cuadrado.

fo = Frecuencia observada

fe = Frecuencia esperada.

4. RESULTADOS.

4.1 Composición Florística.

El análisis de la composición y estructura, se realizó con base en 1,529 individuos con CAP mayor o igual a 15 cm, pertenecientes a 177 géneros, 239 especies distribuidas en 80 familias (Cuadro 1); las familias predominantes en cuanto a número de especies son: Asteraceae (Compositae), con (29), seguida de Leguminosae (28); Piperaceae (11); Euphorbiaceae (9) y Moraceae (8); y el resto de familias con número de especies entre (1 y 7). En el mismo cuadro se observa los géneros con mayor número de especies: *Ficus* (8), *Peperomia* (7), *Quercus* (5), *Achimenes*, *Psidium* y *Piper* 4 cada uno.

En el cuadro 2, se observan los resultados obtenidos en el estrato altitudinal 3, (1461-1560 msnm) ubicado en un área de acantilado, en el cual se registraron 18 géneros y 24 especies, distribuidas en 14 Familias correspondientes únicamente al estrato arbóreo y arbustivo (Figura 1); y muestra a las familias Fagaceae y Leguminosae con 5 especies cada una, Moraceae con 3 especies; y 11 familias con 1 sola especie. Los géneros con mayor número de especies fueron *Quercus* con 5 y *Ficus* 3; y 12 familias presentaron solo una especie por género. Dato importante de mencionar, es la presencia de ***Escobedia laevis*** y ***Pepermia heterodoxa*** como nuevo reporte para El Salvador.

En el cuadro 3 se presentan los resultados obtenidos en el estrato altitudinal 2, (1361-1460 msnm), en el cual se registraron 33 géneros y 38 especies distribuidas en 27 familias correspondientes únicamente al estrato arbóreo y arbustivo (Figura 1).

Donde se encuentran las familias con mayor número de especies las cuales: Leguminosae (6), Myrtaceae (4), Moraceae (3) y Annonaceae (2); y 23 familias con 1 especie cada una. Los géneros con mayor número de especies fueron *Ficus* (3), *Annona*, *Diphysa* y *Psidium* (2) cada una. Los 29 géneros restantes, presentan una sola especie.

Finalmente, en el cuadro 4 se presentan los resultados obtenidos en el estrato altitudinal 1(1260-1360msnm), donde se registraron 48 familias, 75 géneros y 95 especies solamente en el estrato arbóreo y arbustivo (Figura 1). Las familias con mayor número de especies son, Leguminosae (11), Moraceae (7), Meliaceae (6) y Euphorbiaceae (5); 44 familias presentan entre 1 a 4 especies. Los géneros más numerosos en especies fueron, *Ficus* (7), *Quercus*, *Inga*, *Psidium* y *Citrus* (3); *Ceiba*, *Cordia*, *Bursera*, *Cedrela*, *Trichilia* y *Piper* (2) cada uno y el resto de los demás géneros presentaron una sola especie.

4.1.1 Abundancia, riqueza y diversidad ∞ .

En el cuadro 5, se representa la abundancia, riqueza y diversidad alfa (∞) reportadas en 23 transectos muestreados, distribuidos en 3 estratos altitudinales, en el que se puede observar la riqueza total muestreada en el área, siendo esta de 239 especies, con una abundancia de 1529 individuos (incluyendo el estrato herbáceo); mientras que a nivel de estratos altitudinales, el N°.1 (1260-1360 msnm) presentó mayor riqueza con 176 especies y abundancia 945 individuos; seguido del estrato altitudinal N°. 2 (1361-1460 msnm), que presentó 97 especies y 326 individuos; y el estrato altitudinal N°. 3 (1461-1560 msnm), con 77 especies y 258 individuos, siendo el de menor riqueza y abundancia.

El mismo cuadro 5, muestra los valores calculados para los índices de diversidad (Shannon-Wiener, Pielou y Simpson), donde el estrato altitudinal N°.1, presenta la mayor diversidad de especies con valor: 4.55, 0.018 y 0.98; seguido por el N°. 2 (4.22, 0.022 y 0.97) y el N°. 3 con valores de (3.94, 0.031 y 0.96), respectivamente.

4.1.2. Prueba de *chi*-cuadrada

En los cuadros 6 (a, b y c) se presenta la pendiente versus hábito de crecimiento de los tres estratos altitudinales, con valores de frecuencias observadas y esperadas, para obtener el valor de *chi*-cuadrada (para aceptar o rechazar la relación que existe o no entre la pendiente del terreno y el hábito de crecimiento); al observar la sumatoria de las 9 frecuencias, dan como valor calculado 7.82, el valor de tabla 9.49 con un nivel de significación 0.05 y grados de libertad 4 (Anexo 10); como el valor calculado (7.82) es menor que el valor de tabla (9.49), se acepta la hipótesis nula (H₀), es decir: *la pendiente no es condicionante para determinar el número de especies por hábito de crecimiento, y se rechaza la hipótesis alternativa* (H₁).

4.2 Estructura Florística.

4.2.1 Densidad, área basal, frecuencia, e Índice Valor de Importancia.

Los valores relativos de densidad, área basal y frecuencia de las especies registradas en este estudio, así como el respectivo Índice de Valor de Importancia (IVI), se presentan en el cuadro 7. Los valores de densidad varían entre 12.85 a 0.08, los cuales se presentan en orden decreciente de mayor a menor; de tal manera que *Oreopanax xalapensis* con (12.85) presenta el valor mayor; y 17 especies presentan las densidades más bajas con valores de 0.08, entre ellos *Chamaedorea tepejilote* y *Quercus cf. lancifolia* (1.73), *Ulmus mexicana* (1.30) y *Juglans olanchana* (0.69), lo cual llama la atención por ser especies nativas y propias de ese tipo de comunidad vegetal; entonces cabe hacerse la pregunta, qué está sucediendo con ellas en esta zona?.

Los valores más altos de área basal los presentaron: *Cedrela odorata* (21.11); *Cedrela tonduzii* (12.04); *Prunus axitliana* (9.29); *Styrax argenteus* (7.61); *Ulmus mexicana* (6.11); *Sideroxylon persimile* (5.04); *Quercus sapotifolia* (4.48) y *Quercus cf. lancifolia* (3.84); estos datos se deben a que los individuos presentan diámetros basales altos, aunque su frecuencia sea baja. *Oreopanax xalapensis*, *Diphysa americana*, *Clethra lanata*, *Bursera simaruba*, *Saurauia kegeliana*, *Ficus donnell-smithii* y *Albizia adinocephala* distribuidos en los 3 estratos altitudinales, presentaron los mayores valores de frecuencia tanto absolutos como relativos.

Con respecto al Índice de Valor de Importancia (IVI) (cuadro 7), los mayores valores son para, *Cedrela odorata* (24.64); *Oreopanax xalapensis* (17.86); *Prunus axitliana* (14.82); *Cedrela tonduzii* (14.67) y *Styrax argenteus* (10.94), y los valores

menores son para *Piper cf. sanctum* (0.726); *Psidium friedrichsthalianum* (0.726); *Citrus limetta* (0.727); *Myriocarpa longipes* y *Waltheria glomerata* (0.727).

Los parámetros relativos de densidad, área basal y frecuencia e Índice de Valor de Importancia (IVI) por nivel altitudinal registrados en el estrato más alto (N° 3), (cuadro 8), se presentan de la manera siguiente: La mayor densidad: *Oreopanax xalapensis* (32.48); *Quercus sapotifolia* (12.1) y *Diphysa americana* (9.55). Los mayores valores de área basal: *Quercus sapotifolia* (31.11); *Quercus cf. lancifolia* (17.19); *Oreopanax xalapensis* (16.66), *Eriobotrya japonica* (6.43) y *Diphysa americana* (5.32); y mayor frecuencia: *Oreopanax xalapensis*, presente en los 6 transectos; *Clethra lanata* (5); *Quercus sapotifolia* y *Diphysa americana* presentes en 4 transectos.

En el mismo cuadro 8, se observa que las especies con mayores valores de IVI son *Oreopanax xalapensis* (62.18); *Quercus sapotifolia* (51.91); *Quercus cf. lancifolia* (27.90); *Diphysa americana* (23.57); *Clethra lanata* (20.68) y *Eriobotrya japonica* (14.60); mientras que las especies con menor IVI fueron, *Albizia adinocephala* (2.88); *Inga punctata* (2.89) y *Ficus pertusa* (3.32).

El cuadro 9, muestran los valores registrados en el estrato altitudinal 2 (medio), donde las especies con valores mayores de densidad son: *Prunus axitliana* con 13.21 (28 individuos); *Oreopanax xalapensis* 8.96 (19 individuos); *Saurauia kegeliana* 5.66 (12 individuos) y *Psidium guineense* 4.71 (10 individuos); las especies con mayor área basal *Prunus axitliana* (28.61); *Ulmus mexicana* (20.08) y *Oreopanax xalapensis* (5.05). Las especies con mayor frecuencia son, *Prunus axitliana*, *Oreopanax xalapensis*, *Saurauia kegeliana*, *Alstonia longifolia*, *Rhus terebinthifolia*, *Syzygium jambos*, *Ulmus mexicana* y cf. *Symphonia sp.*, presentes en 3 de los 6 transectos; los valores mayores de IVI son, *Prunus axitliana* (46.22); *Ulmus mexicana* (28.04); *Oreopanax xalapensis* (18.42) y *Saurauia kegeliana* (11.69), y los menores valores para *Xylosma characantha* (2.12); *Ficus cf. hondurensis* (2.14); *Albizia adinocephala* (2.15) y *Ficus donnell-smithii* (2.48).

El cuadro 10, muestra los resultados para el estrato altitudinal inferior N°. 1, y se observan los mayores valores de densidad para *Oreopanax xalapensis* (9.96); *Ardisia revoluta* (5.74); *Styrax argenteus*, *Trichilia havanensis* (3.95) y *Urera baccifera* (3.70).

Los valores mayores en área basal son para *Cedrela odorata* (25.71), *Cedrela tonduzii* (14.74); *Styrax argenteus* (9.33); *Prunus axitliana* (7.90) y *Sideroxylon persimile* (6.18). Especies con mayor frecuencia registrada: *Oreopanax xalapensis* presente en 8 transectos; *Inga pavoniana* (7); *Ardisia revoluta*, *Chamaedorea tepejilote*, *Sideroxylon persimile* y *Bursera ovalifolia* en 6 transectos de los 11 inventariados. Los valores mayores de IVI son para *Cedrela odorata* (31.27); *Cedrela tonduzii* (19.8); *Styrax argenteus* (15.66) y *Oreopanax xalapensis* (15.19). Los valores menores para *Myriocarpa longipes*, *Citrus limetta* y *Citrus aurantium* con 0.60.

4.2.2 Distribución de clases diamétricas.

La distribución de las clases diamétricas de las especies vegetales, del área total muestreada, presentó una forma de “J” invertida, en los nueve intervalos (<10 a >80 cm) (Figura 2). La figura 3, muestra que en el estrato N°.1, la distribución de clases diamétricas presenta valores en forma de “J” invertida hasta el octavo intervalo, con un leve aumento en el último intervalo; también es evidente, que el estrato 2 presenta valores en forma de “J” invertida desde el segundo al octavo intervalo, y ruptura en el último intervalo (9). Mientras que el 3º presentó una distribución de clases diamétricas en forma de “J” invertida hasta el sexto intervalo, presentando ruptura en el séptimo y octavo y un leve aumento en el último intervalo.

4.2.3 Altura del dosel.

La altura promedio de la vegetación del área total muestreada fue de 5.55 m, y a nivel de estratos altitudinales, la mayor altura promedio se registró en N°. 2 (1361-1460 msnm) con 5.6 m, seguido de 5.54 m en el N°. 1; y 5.52 m en el N°. 3; (Figura 4). El individuo más alto registrado fue *Prunus axitliana* con 20 m en el estrato No. 1; seguido de *Ulmus mexicana* con 19.3 m de altura en el estrato N°. 2; *Sideroxylon persimile* y *Styrax argenteus* con 17 m. en el estrato N°. 1; mientras que para el N°. 3; el individuo más alto fue *Quercus sapotifolia* con 15 m. Los individuos más pequeños oscilan entre (1.1 y 2.5) m. tales como *Clethra lanata*, *Saurauia kegeliana*, *Psidium guineense*, *Roupala glaberrima*, *Inga punctata* y *Yucca guatemalensis*, entre otras.

CUADRO 1: Composición florística del área total muestreada, en tres estratos altitudinales, Laguna de Alegría (2011-2012).

N°	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	HÁBITO		
			ARB.	ARB.	HIE.
1	ACANTHACEAE	<i>Blechum browneii</i> Juss.			X
		<i>Elytraria imbricata</i> (Valh) Pers.			X
		<i>Henrya insularis</i> Nees			X
		<i>Hypoestes phyllostachya</i> Baker			X
		<i>Tetramerium nervosum</i> Nees			X
2	ACTINIDACEAE	<i>Saurauia kegeliana</i> Schtdl.	X		
3	ADIANTACEAE	<i>Cheilanthes</i> cf. <i>brachypus</i> Kunze			X*
4	AGAVACEAE	<i>Manfreda scabra</i> (Ortega) McVaugh			X
		<i>Yucca guatemalensis</i> Baker.		X	
5	AMARANTHACEAE	<i>Chamissoa altissima</i> (Jacq.) Kunth		X	
		<i>Iresine calea</i> (Ibanez) Standl.		X	
		<i>Iresine diffusa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.		X	
		<i>Pleuropetalum sprucei</i> (Hook. f.) Standl.		X	
		<i>Achyranthes indica</i> (L.) Mill.			X
6	ANACARDIACEAE	<i>Anacardium occidentale</i> L.	X		
		<i>Mangifera indica</i> L.	X		
		<i>Rhus terebinthifolia</i> Schtdl. & Cham	X		
		<i>Spondias purpurea</i> L.	X		
7	ANNONACEAE	<i>Annona cherimola</i> Mill	X		
		<i>Annona diversifolia</i> Saff	X		
		<i>Annona holosericea</i> Saff.	X		
8	APIACEAE	<i>Cyclosporum leptophyllum</i> (Pers.) S. ex B. & P. W			X
		<i>Spananthe paniculata</i> Jacq			X
9	APOCYNACEAE	<i>Alstonia longifolia</i> (A.DC.) Pichon.	X		
		<i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K. Schum.	X		
10	ARACEAE	<i>Syngonium macrophyllum</i> Eng.			X
11	ARALIACEAE	<i>Oreopanax xalapensis</i> (Kunth) Decne. & Planch.	X		
12	ARECACEAE	<i>Brahea salvadorensis</i> H. Wendl. ex Becc.	XX		
13	ARISTOLOCHIACEAE	<i>Aristolochia anguicida</i> Jacq.			X**
		<i>Aristolochia</i> sp.			X**
14	ASCLEPIADACEAE	<i>Gonolobus lasiostemma</i> (Hemsl.) Woodson			X**
15	ASPARAGACEAE	<i>Echeandia skinneri</i> (Baker) Cruden			X
16	ASTERACEAE	<i>Acmella radicans</i> var. <i>radicans</i> (Jacq.) R.K. Jansen			X
		<i>Ageratum conyzoides</i> L.			X
		<i>Baccharis trinervis</i> Pers.		X	
		<i>Bidens pilosa</i> L.			X
		<i>Bidens squarrosa</i> Kunth.			X
		<i>Calyptocarpus wendlandii</i> Sch. Bip.			X
		<i>Chaptalia nutans</i> (L.) Pol.			X
		<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M. King & H. Rob.			X
		<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist.			X
		<i>Critonia daleoides</i> DC.		X	
		<i>Critonia morifolia</i> (Mill.) R.M. King & Rob		X	
		<i>Dahlia imperialis</i> Roezli ex Orgies.		X	
		<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.			X
		<i>Elephantopus mollis</i> Kunth.			X
		<i>Erechtites</i> cf. <i>valerianifolius</i> (Link ex Spreng.) DC.			X
		<i>Erechtites</i> cf. <i>hieracifolia</i> (L.) Raf.			X
<i>Eupatorium</i> sp.			X		

		<i>Fleischmanniopsis leucocephala</i> (Benth.) R.M.K. & H.Rob.		x	
		<i>Jaegeria hirta</i> (Lag.) Lees.			x
		<i>Lasianthaea fruticosa</i> (L.) K. Becker		x	
		<i>Melampodium paniculatum</i> Gardner.			x
		<i>Melanthera nivea</i> (L.) Small.			x
		<i>Onoseris onoseroides</i> (Kunth) B. L. Rob.			x
		<i>Sinclairia sublobata</i> (B.L.Rob.) Rydb.			x
		<i>Stevia ovata</i> var. <i>ovata</i> Willd.			x
		<i>Synedrella nodiflora</i> (L.) Gaertn.			x
		<i>Tagetes tenuifolia</i> Cav.			x
		<i>Telanthophora arborescens</i> (Steetz) H. Rob. & B.		x	
		<i>Vernonia patens</i> Kunth.		x	
17	BEGONIACEAE	<i>Begonia grandis</i> Dryand.			x
		<i>Begonia plebeja</i> Liebm.			x
18	BETULACEAE	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	x		
19	BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC. De 1845	x		
		<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth.		x	
20	BOMBACACEAE	<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britten & Baker f.	x		
		<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	x		
21	BORAGINACEAE	<i>Cordia alliodora</i> (R. & P.) Oken.	x		
		<i>Cordia inermis</i> (Mill.) I.M. Johnst.		x	
		<i>Heliotropium rufipilum</i> (Benth.) I.M. Johnst.			x
		<i>Heliotropium</i> sp.		x	
22	BURSERACEAE	<i>Bursera ovalifolia</i> (Schlecht.) Engl.	x		
		<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	x		
23	CECROPIACEAE	<i>Cecropia peltata</i> L.	x		
24	CLETHRACEAE	<i>Clethra lanata</i> M. Martens & Galeotti.	x		
25	CLUSIACEAE	<i>Calophyllum brasiliense</i> (Standl.) Standl. var. <i>rekoii</i> . cf. <i>Symphonia</i> sp.	x x		
26	COMMELINACEAE	<i>Commelina diffusa</i> Burm. F.			x
		<i>Commelina leiocarpa</i> Benth.			x
27	CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea cholulensis</i> Kunth.			x**
		<i>Ipomoea santae-rosae</i> Standl. & Steyerl.			x**
		<i>Ipomoea umbraticola</i> House.			x**
28	CUCURBITACEAE	<i>Rytidostylis ciliata</i> (Cogn) Kuntze.			x
29	CUPRESSACEAE	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	x		
30	DICKSONIACEAE	<i>Cibotium regale</i> Verschaff. & Lem.	x		x*
31	DIOSCORIACEAE	<i>Dioscorea composita</i> Hemsley			x**
		<i>Dioscorea salvadorensis</i> Standl.			x**
32	DRYOPTERIDACEAE	<i>Bolbitis</i> cf. <i>portoricensis</i> (Spreng.) Hennipman			x*
33	ERICACEAE	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.		x	
		<i>Monotropa uniflora</i> L.			x
34	EUPHORBIACEAE	<i>Acalypha macrostachya</i> Jacq.		x	
		<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp.			x
		<i>Croton niveus</i> Jacq.	x		
		<i>Euphorbia graminea</i> Jacq.			x
		<i>Euphorbia heterophylla</i> L.			x
		<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch.		x	
		<i>Phyllanthus acuminatus</i> Vahl	x		
		<i>Ricinus communis</i> L.		x	
		<i>Stillingia zelayensis</i> (Kunth) Müll. Arg.		x	
35	FAGACEAE	<i>Quercus</i> cf. <i>bumelioides</i> Liebm.	x		
		<i>Quercus</i> cf. <i>cortesii</i> Liebm.	x		
		<i>Quercus</i> cf. <i>lancifolia</i> Schlttdl & Cham.	x		

		<i>Quercus sapotifolia</i> Liebm.	x		
		<i>Quercus</i> sp.	x		
36	FLACOURTIACEAE	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	x		
		<i>Xylosma characantha</i> Standl.		x	
37	GESNERIACEAE	<i>Achimenes erecta</i> (Lam.) H.P. Fuchs.			x
		<i>Achimenes longiflora</i> DC.			x
		<i>Achimenes misera</i> Lindl.			x
		<i>Achimenes pedunculata</i> Benth.			x
		<i>Sinningia incarnata</i> (Aubl.) D.L. Denham			x
38	HERNANDIACEAE	<i>Gyrocarpus americanus</i> Jacq.	x		
39	HYDROPHYLLACEAE	<i>Wigandia urens</i> (Ruiz & Pav.) Kunth.		x	
40	JUGLANDACEAE	<i>Juglans olanchana</i> Standl. et L.O. Williams	x		
41	LAMIACEAE	<i>Salvia occidentalis</i> Sw.			x
		<i>Salvia purpurea</i> Cav.			x
42	LAURACEAE	<i>Persea americana</i> Mill.	x		
43	LEGUMINOSAE	<i>Acacia hindsii</i> Benth.		x	
		<i>Albizia adinocephala</i> (Donn. Sm.) B. & Rose ex R.	x		
		<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp.			x**
		<i>Centrosema falcata</i> Lam.			x**
		<i>Centrosema pubescens</i> Benth.			x**
		<i>Chamaecrista kunthiana</i> (Schltdl. & Ch.) H.S. I. & B.			x
		<i>Clitoria javitensis</i> (H.B.R.)			x**
		<i>Clitoria mexicana</i> Link.			x**
		<i>Diphysa americana</i> (Mill.) M.Sousa	x		
		<i>Diphysa spinosa</i> Rydb.	x		
		<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	x		
		<i>Inga paterno</i> Harms.	x		
		<i>Inga pavoniana</i> G. Don.	x		
		<i>Inga punctata</i> Willd.	x		
		<i>Lonchocarpus rugosus</i> subsp. <i>rugosus</i> B. J. P. L. S.	x		
		<i>Lysiloma acapulcense</i> (Kunth) Benth.	x		
		<i>Lysiloma auritum</i> (Schltdl.) Benth.	x		
		<i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl. ex Kunth			x
		<i>Mimosa pudica</i> L.			x
		<i>Mimosa ursina</i> Mart.			x
		<i>Piscidia grandifolia</i> (D. Sm.) I.M. Joh. var. <i>grandifolia</i>	x		
		<i>Samanea saman</i> (Benth.) Barneby & J.W. Grimes	x		
		<i>Senna hirsuta</i> var. <i>hirta</i> H.S. Irwin & Barneby		x	
		<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	x		
		<i>Zapoteca tetragona</i> (Willd.) H.M. Hern.		x	
		<i>Zornia latifolia</i> Sm.			x
		<i>Zornia reticulata</i> Sm.			x
44	LOGANIACEAE	<i>Buddleja americana</i> L.		x	
45	LORANTHACEAE	<i>Oryctanthus cordifolius</i> (C. Presl) Urban, 1897			x***
46	LYCOPODIACEAE	<i>Huperzia reflexa</i> (Lam.) Trevis.			x****
47	MALPIGHIACEAE	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	x		
48	MALVACEAE	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.		x	
		<i>Sida acuta</i> Burm. f.			x
		<i>Sida urens</i> L.			x
49	MELASTOMATAACEAE	<i>Conostegia xalapensis</i> (Bonpl.) D. Don ex DC.		x	
		<i>Miconia argentea</i> (Sw.) DC.		x	
		<i>Monochaetum floribundum</i> (Schltdl.) Naudin.		x	
		<i>Tibouchina longifolia</i> (Vahl) Baill.		x	
50	MELIACEAE	<i>Cedrela odorata</i> L.	x		
		<i>Cedrela tonduzii</i> C. DC.	x		

		<i>Swietenia macrophylla</i> King	x		
		<i>Trichilia americana</i> Sessé & Mac.	x		
		<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.		x	
		<i>Melia azedarach</i> L.	x		
51	MENISPERMACEAE	<i>Cissampelos pareira</i> L.			x**
52	MORACEAE	<i>Ficus cf. glauca</i> (Liebm.) Miq.	x		
		<i>Ficus cf. hondurensis</i> Standl. & L.O. Williams	x		
		<i>Ficus crocata</i> (Miq.) Miq.	x		
		<i>Ficus donnell-smithii</i> Standl.	x		
		<i>Ficus goldmanii</i> Standl.	x		
	MORACEAE	<i>Ficus obtusifolia</i> Kunth	x		
		<i>Ficus ovalis</i> (Liebm.) Miq.	x		
		<i>Ficus pertusa</i> L. f.	x		
53	MYRICACEAE	<i>Myrica cerifera</i> L.	x		
54	MYRSINACEAE	<i>Ardisia revoluta</i> Kunth.		x	
		<i>Rapanea ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez.		x	
55	MYRTACEAE	<i>Calophyllum</i> sp.	x		
		<i>Psidium cf. salutare</i> (Kunth) O. Berg.	x		
		<i>Psidium friedrichsthalianum</i> (O. Berg) Nied.	x		
		<i>Psidium guajava</i> L.	x		
		<i>Psidium guineense</i> Sw.	x		
		<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	x		
56	NYCTAGINACEAE	<i>Pisonia aculeata</i> L.			x**
57	ORCHIDACEAE	<i>cf. Sarcoglottis sceptrodes</i> (Rchb. f.) Schltr.			x*****
		<i>Cranichis apiculata</i> Lindl.			x*****
		<i>Cyclopogon comosus</i> (Rchb. f.) B-Bal. & E.W. G.			x*****
		<i>Govenia liliacea</i> (La Llave & Lex.) Lindl.			x*****
		<i>Govenia utriculata</i> (Sw.) Lindl.			x*****
58	PALMAE	<i>Chamaedorea tepejilote</i> Liebm.	xx		
59	PAPAVERACEAE	<i>Bocconia frutescens</i> L.		x	
60	PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora ornithoura</i> Mast.			x**
61	PHYTOLACCACEAE	<i>Phytolacca icosandra</i> L.		x	
		<i>Rivina humilis</i> L.			x
62	PINACEAE	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> W.H. B. & G.	x		
		<i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schltdl.	x		
63	PIPERACEAE	<i>Peperomia arboricola</i> C. DC.			x
		<i>Peperomia claytenoides</i> Kunth.			x
		<i>Peperomia heterodoxa</i> Standl. & Steyerm.			x
		<i>Peperomia lanceolatopeltata</i> C. DC.			x
		<i>Peperomia lancifolia</i> Hook.			x
		<i>Peperomia pilicaulis</i> C. DC.			x
		<i>Peperomia tetraphylla</i> (G. Forst.) Hook. & Arn.			x
		<i>Piper cf. multiplinervium</i> C. DC.		x	
		<i>Piper cf. sanctum</i> (Miq.) Schltdl.		x	
		<i>Piper hispidum</i> Sw.		x	

		<i>Piper umbellatum</i> L.		x	
64	POLYPODIACEAE	<i>Polypodium</i> sp.			x
65	PROTEACEAE	<i>Roupala glaberrima</i> Pittier		x	
66	RHAMNACEAE	<i>Gouania lupuloides</i> (L.) Urb.			x**
		<i>Colubrina arborescens</i> (Miller) Sarg.	x		
67	ROSACEAE	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	x		
		<i>Prunus axitliana</i> Standl.	x		
		<i>Rubus irasuensis</i> Liebm.			x**
68	RUBIACEAE	<i>Coffea arabica</i> L.		x	
		<i>Hamelia patens</i> var. <i>patens</i> Jacq.		x	
		<i>Hoffmannia angustifolia</i> Standl.		x	
		<i>Bouvardia leiantha</i> Benth.		x	
69	RUTACEAE	<i>Citrus aurantium</i> L.		x	
		<i>Citrus limetta</i> Risso.	x		
		<i>Citrus</i> sp.		x	
		<i>Zanthoxylum culantrillo</i> Kunth.		x	
70	SAPINDACEAE	<i>Serjania laruooteana</i> Camb.			x**
		<i>Serjania rhombea</i> Radlk			x**
		<i>Thouinidium decandrum</i> (Humb. & Bonpl.) Radlk.	x		
71	SAPOTACEAE	<i>Sideroxylon persimile</i> (Hemsl.) T.D. Penn.	x		
72	SCROPHULARIACEAE	<i>Castilleja arvensis</i> Schltld. et Cham			x
		<i>Escobedia laevis</i> Schltld. & Cham			x
73	SOLANACEAE	<i>Cestrum tomentosum</i> L. F.		x	
		<i>Lycianthes arrazolensis</i> (J.M. Cou. & Don. Sm.) Bit.			x
		<i>Solanum nigrum</i> L.			x
		<i>Solanum schlechtendalianum</i> Walp.			x
74	STERCULIACEAE	<i>Waltheria glomerata</i> C. Presl		x	
75	STYRACACEAE	<i>Styrax argenteus</i> C. Presl.	x		
76	TILIACEAE	<i>Heliocarpus mexicanus</i> (Turcz.) Sprague		x	
77	ULMACEAE	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume.	x		
		<i>Ulmus mexicana</i> (Liebm.) Planch	x		
78	UMBELLIFERAE	<i>Anethum</i> cf. <i>minus</i> Gouan			x
79	URTICACEAE	<i>Boehmeria caudata</i> Sw.		x	
		<i>Myriocarpa longipes</i> Liebm.		x	
		<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd."chichicaste"		x	
80	VERBENACEAE	<i>Citharexylum donnell-smithii</i> Greenm.		x	
		<i>Lippia myriocephala</i> Schltld. & Cham.		x	
SIGNIFICADO ABREVIATURAS UTILIZADAS : XX: Palmera, *Helecho, **Bejuco/Trepadora, *** Matapalo, **** Lycopodium, *****Orquidea					

80 FAMILIAS, 177 GENEROS Y 239 SP.

CUADRO 2: Listado de especies arbóreas y arbustivas, del estrato altitudinal 3 (1461 - 1560 msnm).

N°	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	HÁBITO	
			ÁRBOL	ARB.
1	ACTINIDACEAE	<i>Saurauia kegeliana</i> Schltld.	x	
2	ANNONACEAE	<i>Annona holosericea</i> Saff	x	
3	ARALIACEAE	<i>Oreopanax xalapensis</i> (Kunth) Decne. & Planch	x	
4	BURSERACEAE	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	x	
5	CLETHRACEAE	<i>Clethra lanata</i> M. Martens & Galeotti	x	
6	FAGACEAE	<i>Quercus</i> cf. <i>bumelioides</i> Liebm.	x	
		<i>Quercus</i> cf. <i>cortesii</i> Liebm.	x	
		<i>Quercus</i> cf. <i>lancifolia</i> Schltld & Cham.	x	
		<i>Quercus</i> <i>sapotifolia</i> Liebm.	x	
		<i>Quercus</i> sp.	x	
7	LEGUMINOSAE	<i>Albizia adinocephala</i> (Donn. Sm.) B. & R. ex Re.	x	
		<i>Diphysa americana</i> (Mill.) M. Sousa	x	
		<i>Inga punctata</i> Willd.	x	
		<i>Lonchocarpus rugosus</i> subsp. <i>rugosus</i> Benth. J.	x	
		<i>Lysiloma auritum</i> (Schltld.) Benth.	x	
8	MELIACEAE	<i>Cedrela odorata</i> L.	x	
9	MORACEAE	<i>Ficus crocata</i> (Miq.) Miq.	x	
		<i>Ficus donnell-smithii</i> Standl.	x	
		<i>Ficus pertusa</i> L. f.	x	
10	PAPAVERACEAE	<i>Bocconia frutescens</i> L.		x
11	PINACEAE	<i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schltld.	x	
12	ROSACEAE	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	x	
13	TILIACEAE	<i>Heliocarpus mexicanus</i> (Turcz.) Sprague		x
14	ULMACEAE	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume.	x	

14 FAMILIAS, 18 GENEROS Y 24 SP.

CUADRO 3: Listado de especies arbóreas y arbustivas, del estrato altitudinal 2 (1361 – 1460 msnm).

N°	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	HÁBITO	
			ÁRBOL	ARB.
1	ACTINIDACEAE	<i>Saurauia kegeliana</i> Schldt.		x
2	ANACARDIACEAE	<i>Rhus terebinthifolia</i> Schtdl. & Cham	x	
3	ANNONACEAE	<i>Annona cherimola</i> Mill	x	
		<i>Annona holosericea</i> Saff.	x	
4	APOCYNACEAE	<i>Alstonia longifolia</i> (A.DC.) Pichon.	x	
5	ARALIACEAE	<i>Oreopanax xalapensis</i> (K.) D. & P.	x	
6	BETULACEAE	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	x	
7	BURSERACEAE	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	x	
8	CLETHRACEAE	<i>Clethra lanata</i> M. Martens & Galeotti	x	
9	CLUSIACEAE	cf. <i>Symphonia</i> sp.	x	
10	ERICACEAE	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.		x
11	FAGACEAE	<i>Quercus</i> cf. <i>cortesii</i> Liebm.	x	
12	FLACOURTIACEAE	<i>Xylosma characantha</i> Standl.		x
13	HYDROPHYLLACEAE	<i>Wigandia urens</i> (Ruiz & Pav.) Kunth.	x	
14	LEGUMINOSAE	<i>Albizia adinocephala</i> (D. S.) B. & R. ex R.	x	
		<i>Diphysa americana</i> (Mill.) M. Sousa	x	
		<i>Diphysa spinosa</i> Rydb.	x	
		<i>Lonchocarpus rugosus</i> subsp. <i>rugosus</i> B. J. P. L. S.	x	
		<i>Lysiloma auritum</i> (Schldt.) Benth.	x	
		<i>Piscidia grandifolia</i> (Donn. Sm.) I.M. J. var. <i>grandifolia</i>	x	
15	MALPIGHIACEAE	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	x	
16	MELIACEAE	<i>Trichilia americana</i> Sessé & Mac.	x	
17	MORACEAE	<i>Ficus</i> cf. <i>hondurensis</i> Standl. & L.O. Williams	x	
		<i>Ficus donnell-smithii</i> Standl.	x	
		<i>Ficus ovalis</i> (Liebm.) Miq.		x
18	MYRSINACEAE	<i>Rapanea ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez.		x
19	MYRTACEAE	<i>Calophyllum</i> sp.	x	
		<i>Psidium</i> cf. <i>salutare</i> (Kunth) O. Berg.	x	
		<i>Psidium guineense</i> Sw.	x	
		<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	x	
20	PINACEAE	<i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schldt.	x	
21	PIPERACEAE	<i>Piper hispidum</i> Sw.		x
22	PROTEACEAE	<i>Roupala glaberrima</i> Pittier		x
23	ROSACEAE	<i>Prunus axitliana</i> Standl.	x	
24	SAPINDACEAE	<i>Thouinidium decandrum</i> (Humb. & Bonpl.) R.	x	
25	TILIACEAE	<i>Heliocarpus mexicanus</i> (Turcz.) Sprague		x
26	ULMACEAE	<i>Ulmus mexicana</i> (Liebm.) Planch	x	
27	URTICACEAE	<i>Boehmeria caudata</i> Sw.		x

27 FAMILIAS, 33 GENEROS Y 38 SP.

CUADRO 4: Listado de especies arbóreas y arbustivas, del estrato altitudinal 1 (1260-1360 msnm).

N°	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	HÁBITO	
			ÁRBOL	ARB.
1	ACTINIDACEAE	<i>Saurauia kegeliana</i> Schltld.	x	
2	AGAVACEAE	<i>Yucca guatemalensis</i> Baker.		x
3	ANACARDIACEAE	<i>Anacardium occidentale</i> L.	X	
		<i>Mangifera indica</i> L.	x	
		<i>Rhus terebinthifolia</i> Sch. & Cham	x	
		<i>Spondias purpurea</i> L.	x	
4	ANNONACEAE	<i>Annona cherimola</i> Mill.	x	
5	APOCYNACEAE	<i>Alstonia longifolia</i> (A.DC.) Pichon.	x	
		<i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K. Schum.	x	
6	ARALIACEAE	<i>Oreopanax xalapensis</i> (Kunth) D. & Planch.	x	
7	BETULACEAE	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	x	
8	BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC. De 1847	x	
		<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth.		x
9	BOMBACACEAE	<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britten & Baker f.	x	
		<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	x	
10	BORAGINACEAE	<i>Cordia alliodora</i> (R.& P.) Oken.	x	
		<i>Cordia inermis</i> (Mill.) I.M. Johnst.	x	
11	BURSERACEAE	<i>Bursera ovalifolia</i> (Schlecht.) Engl.	x	
		<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	x	
12	CECROPIACEAE	<i>Cecropia peltata</i> L.	x	
13	CLETHRACEAE	<i>Clethra lanata</i> M. Martens & Galeotti.	x	
14	CLUSIACEAE	<i>Calophyllum brasiliense</i> (Std.) S. var. <i>rekoj</i> .	x	
		<i>Symphonia</i> sp. c.f.	x	
15	CUPRESSACEAE	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	x	
16	EUPHORBIACEAE	<i>Acalypha macrostachya</i> Jacq.		x
		<i>Croton niveus</i> Jacq.	x	
		<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch.		x
		<i>Phyllanthus acuminatus</i> Vahl	x	
		<i>Ricinus communis</i> L.		x
17	FAGACEAE	<i>Quercus cf. lancifolia</i> Schltld & Cham.	x	
		<i>Quercus sapotifolia</i> Liebm.	x	
		<i>Quercus</i> sp.	x	
18	FLACOURTIACEAE	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	x	
19	HERNANDIACEAE	<i>Gyrocarpus americanus</i> Jacq.	x	
20	HYDROPHYLLACEAE	<i>Wigandia urens</i> (Ruiz & Pav.) Kunth.	x	

21	JUGLANDACEAE	<i>Juglans olanchana</i> Standl. et L.O. Williams	x	
22	LAURACEAE	<i>Persea americana</i> Mill.	x	
23	LEGUMINOSAE	<i>Acacia hindsii</i> Benth.		x
		<i>Albizia adinocephala</i> (Donn. Sm.) B. & R. ex R.	x	
		<i>Diphysa americana</i> (Mill.) M.Sousa	x	
		<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	x	
		<i>Inga paterno</i> Harms.	x	
		<i>Inga pavoniana</i> G. Don.	x	
		<i>Inga punctata</i> Willd.	x	
		<i>Lysiloma acapulcense</i> (Kunth) Benth.	x	
		<i>Samanea saman</i> (Benth.) B. & J.W. Grimes	x	
		<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	x	
		<i>Zapoteca tetragona</i> (Willd.) H.M. Hern.		x
24	MALVACEAE	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav. var. <i>arboreus</i>		x
25	MELASTOMATACEAE	<i>Miconia argentea</i> (Sw.) DC.		x
26	MELIACEAE	<i>Cedrela odorata</i> L.	x	
		<i>Cedrela tonduzii</i> C. DC.	x	
		<i>Swietenia macrophylla</i> King	x	
		<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.		x
		<i>Melia azedarach</i> L.	x	
		<i>Trichilia americana</i> Sessé & Mac.	x	
27	MORACEAE	<i>Ficus cf. glaucens</i> (Liebm.) Miq.	x	
		<i>Ficus cf. hondurensis</i> Standl. & L.O. Williams	x	
		<i>Ficus donnell-smithii</i> Standl.	x	
		<i>Ficus goldmanii</i> Standl.	x	
		<i>Ficus obtusifolia</i> Kunth	x	
		<i>Ficus ovalis</i> (Liebm.) Miq.	x	
		<i>Ficus pertusa</i> L. f.	x	
28	MYRICACEAE	<i>Myrica cerifera</i> L.	x	
29	MYRSINACEAE	<i>Ardisia revoluta</i> Kunth.		x
30	MYRTACEAE	<i>Psidium friedrichsthalianum</i> (O. Berg) Nied.	x	
		<i>Psidium guajava</i> L.	x	
		<i>Psidium guineense</i> Sw.	x	
		<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	x	
31	PALMAE	<i>Chamaedorea tepejilote</i> Liebm.	xx	
32	PAPAVERACEAE	<i>Bocconia frutescens</i> L.		x
33	PHYTOLACCACEAE	<i>Phytolacca icosandra</i> L.		x
34	PINACEAE	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> (S.) W.H. B. & G.	x	

35	PIPERACEAE	<i>Piper cf. sanctum</i> (Miq.) Schlttdl.		x
		<i>Piper hispidum</i> Sw.		x
36	PROTEACEAE	<i>Roupala glaberrima</i> Pittier		x
37	RHAMNACEAE	<i>Colubrina arborescens</i> (Miller) Sarg.	x	
38	ROSACEAE	<i>Prunus axitliana</i> Standl.	x	
39	RUBIACEAE	<i>Hamelia patens</i> var. <i>patens</i> Jacq.		x
		<i>Coffea arabica</i> L.		x
40	RUTACEAE	<i>Citrus aurantium</i> L.		x
		<i>Citrus limetta</i> Risso.	x	
		<i>Citrus</i> sp.		x
		<i>Zanthoxylum culantrillo</i> Kunth.		x
41	SAPINDACEAE	<i>Thouinidium decandrum</i> (Humb. & Bonpl.) Radlk.	x	
42	SAPOTACEAE	<i>Sideroxylon persimile</i> (Hemsl.) T.D. Penn.	x	
43	SOLANACEAE	<i>Cestrum tomentosum</i> L. F.		x
44	STERCULIACEAE	<i>Waltheria glomerata</i> C. Presl		x
45	STYRACACEAE	<i>Styrax argenteus</i> C. Presl.	x	
46	ULMACEAE	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume.	x	
		<i>Ulmus mexicana</i> (Liebm.) Planch	x	
47	URTICACEAE	<i>Boehmeria caudata</i> Sw.		x
		<i>Myriocarpa longipes</i> Liebm.		x
		<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.		x
48	VERBENACEAE	<i>Citharexylum donnell-smithii</i> Greenm.		x

48 Familias, 75 Géneros y 95 especies.

CUADRO 5: Abundancia, riqueza y diversidad total, por estrato altitudinal.

	N° familias	N° especies	N° Indiv.	Shannon -Wiener (H')	Pielou	Simpson (D)
Estrato 1	68	176	945	4.55	0.018	0.98
Estrato 2	53	97	326	4.22	0.022	0.97
Estrato 3	35	77	258	3.94	0.031	0.96
TOTAL	80	239	1529	4.81	0.016	0.98

Prueba de *Chi-Cuadrado*.

Cuadro 6: Cuadros de frecuencias observadas y frecuencias esperadas para calcular X^2 . Para el número de especies de los tres estratos altitudinales, según hábito de crecimiento versus pendiente.

Ho = La pendiente no es condicionante para determinar el número de especies por hábito de crecimiento.

H1 = La pendiente es condicionante para determinar el número de especies por hábito de crecimiento.

6 a) Cuadro de frecuencias observadas.

	ÁRBOL	ARBUSTO	HIERBA	Total
0° - 45°	67	44	66	177
46° - 67°	31	29	37	97
68° - 90°	23	13	41	77
Total	121	86	144	351

6 b) Cuadro de frecuencias esperadas.

	ÁRBOL	ARBUSTO	HIERBA
0° - 45°	61.01	43.36	72.61
46° - 67°	33.44	23.76	39.79
68° - 90°	26.54	18.86	31.59
Total	120.99	85.98	143.99

6 c) Cuadro de las sumatoria de las $(fo - fe)^2/fe$. Valor de significación 0.05 y grado de libertad 4.

$$X^2 = \sum \frac{(fo - fe)^2}{fe}$$

	ÁRBOL	ARBUSTO	HIERBA
0° - 45°	0.58810195	0.00944649	0.60173668
46° - 67°	0.17803828	1.1556229	0.19562956
68° - 90°	0.47217784	1.82076352	2.8030421
Total	1.23831807	2.98583291	3.60040833
Valor calculado $\Sigma = 7.82$		Valor tabla = 9.49	

CUADRO 7: Índice de Valor de Importancia (IVI) correspondiente al área total muestreada.

N°	Nombre científico	Den. Rel.	Área B. Rel.	Fr. Rel.	IVI
1	<i>Cedrela odorata</i> L.	2.257	21.11	1.274	24.64
2	<i>Oreopanax xalapensis</i> (Kunth) Decne. & Planch.	12.85	3.098	1.911	17.86
3	<i>Prunus axitliana</i> Standl.	4.253	9.295	1.274	14.82
4	<i>Cedrela tonduzii</i> C. DC.	1.997	12.04	0.637	14.67
5	<i>Styrax argenteus</i> C. Presl.	2.691	7.618	0.637	10.95
6	<i>Quercus sapotifolia</i> Liebm.	3.819	4.48	1.274	9.573
7	<i>Ulmus mexicana</i> (Liebm.) Planch	1.302	6.114	1.274	8.69
8	<i>Sideroxylon persimile</i> (Hemsl.) T.D. Penn.	1.476	5.048	0.637	7.161
9	<i>Quercus</i> cf. <i>lancifolia</i> Schltld & Cham.	1.736	3.843	1.274	6.853
10	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	2.083	1.743	1.911	5.737
11	<i>Bursera ovalifolia</i> (Schlecht.) Engl.	1.563	3.464	0.637	5.664
12	<i>Diphysa americana</i> (Mill.) M.Sousa	2.517	0.982	1.911	5.41
13	<i>Ardisia revoluta</i> Kunth.	3.906	0.52	0.637	5.064
14	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume.	2.257	1.518	1.274	5.049
15	<i>Clethra lanata</i> M. Martens & Galeotti.	2.257	0.252	1.911	4.42
16	<i>Piper hispidum</i> Sw.	2.17	0.399	1.274	3.843
17	<i>Saurauia kegeliana</i> Schltld.	1.563	0.325	1.911	3.798
18	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.	2.517	0.638	0.637	3.793
19	<i>Trichilia americana</i> Sessé & Mac.	1.389	1.036	1.274	3.699
20	<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.	2.691	0.33	0.637	3.658
21	<i>Alstonia longifolia</i> (A.DC.) Pichon.	1.997	0.207	1.274	3.477
22	<i>Psidium guineense</i> Sw.	1.649	0.376	1.274	3.299
23	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	1.91	0.537	0.637	3.084
24	<i>Wigandia urens</i> (Ruiz & Pav.) Kunth.	1.389	0.388	1.274	3.051
25	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	1.563	0.142	1.274	2.978
26	<i>Inga pavoniana</i> G. Don.	1.649	0.461	0.637	2.747
27	<i>Ficus ovalis</i> (Liebm.) Miq.	0.694	0.773	1.274	2.742
28	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	0.521	0.821	1.274	2.616
29	<i>Inga punctata</i> Willd.	1.042	0.205	1.274	2.52
30	cf. <i>Symphonia</i> sp.	0.694	0.529	1.274	2.498
31	<i>Quercus</i> cf. <i>cortesii</i> Liebm.	0.521	0.703	1.274	2.498
32	<i>Thouinidium decandrum</i> (Humb. & Bonpl.) Radlk.	0.955	0.232	1.274	2.46
33	<i>Ficus donnell-smithii</i> Standl.	0.434	0.107	1.911	2.452
34	<i>Chamaedorea tepejilote</i> Liebm.	1.736	0.049	0.637	2.422
35	<i>Lysiloma auritum</i> (Schltld.) Benth.	0.781	0.347	1.274	2.402
36	<i>Albizia adinocephala</i> (Donn. Sm.) B. & R. ex Rec.	0.26	0.082	1.911	2.253
37	<i>Gyrocarpus americanus</i> Jacq.	0.608	0.995	0.637	2.24

38	<i>Lonchocarpus rugosus</i> subsp. <i>rugosus</i> B. J. P. L. S	0.608	0.343	1.274	2.224
39	<i>Bocconia frutescens</i> L.	0.868	0.078	1.274	2.219
40	<i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schtdl.	0.434	0.443	1.274	2.151
41	<i>Cecropia peltata</i> L.	0.781	0.688	0.637	2.107
42	<i>Heliocarpus mexicanus</i> (Turcz.) Sprague	0.781	0.034	1.274	2.089
43	<i>Rhus terebinthifolia</i> Schtdl. & Cham	0.608	0.157	1.274	2.038
44	<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britten & Baker f.	0.174	1.158	0.637	1.969
45	<i>Quercus</i> sp.	0.347	0.341	1.274	1.962
46	<i>Juglans olanchana</i> Standl. et L.O. Williams	0.694	0.47	0.637	1.802
47	<i>Annona cherimola</i> Mill.	0.347	0.11	1.274	1.731
48	<i>Boehmeria caudata</i> Sw.	0.434	0.014	1.274	1.722
49	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	0.521	0.55	0.637	1.708
50	<i>Psidium</i> cf. <i>salutare</i> (Kunth) O. Berg.	0.781	0.234	0.637	1.652
51	<i>Roupala glaberrima</i> Pittier	0.347	0.02	1.274	1.641
52	<i>Myrica cerifera</i> L.	0.868	0.089	0.637	1.594
53	<i>Acalypha macrostachya</i> Jacq.	0.868	0.072	0.637	1.577
54	<i>Calophyllum</i> sp.	0.521	0.411	0.637	1.568
55	<i>Annona holosericea</i> Saff.	0.26	0.034	1.274	1.568
56	<i>Ficus pertusa</i> L. f.	0.174	0.108	1.274	1.555
57	<i>Ficus</i> cf. <i>hondurensis</i> Standl. & L.O. Williams	0.174	0.104	1.274	1.551
58	<i>Zanthoxylum culantrillo</i> Kunth.	0.868	0.038	0.637	1.543
59	<i>Cordia alliodora</i> (R.& P.) Oken.	0.694	0.176	0.637	1.507
60	<i>Miconia argentea</i> (Sw.) DC.	0.781	0.05	0.637	1.468
61	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> (Seneclauze)	0.26	0.48	0.637	1.377
62	<i>Colubrina arborescens</i> (Miller) Sarg.	0.521	0.126	0.637	1.284
63	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	0.521	0.121	0.637	1.278
64	<i>Citharexylum donnell-smithii</i> Greenm.	0.434	0.201	0.637	1.272
65	<i>Psidium guajava</i> L.	0.521	0.088	0.637	1.246
66	<i>Rapanea ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez.	0.434	0.173	0.637	1.244
67	<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	0.521	0.036	0.637	1.194
68	<i>Ficus</i> cf. <i>glaucens</i> (Liebm.) Miq.	0.26	0.273	0.637	1.17
69	<i>Quercus</i> cf. <i>bumelioides</i> Liebm.	0.26	0.226	0.637	1.123
70	<i>Phytolacca icosandra</i> L.	0.434	0.012	0.637	1.083
71	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	0.26	0.148	0.637	1.046
72	<i>Ficus crocata</i> (Miq.) Miq.	0.174	0.227	0.637	1.038
73	<i>Yucca guatemalensis</i> Baker.	0.347	0.026	0.637	1.01
74	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC. De 1847	0.26	0.107	0.637	1.005
75	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav. var. <i>arboreus</i>	0.347	0.019	0.637	1.003
76	<i>Hamelia patens</i> var. <i>patens</i> Jacq.	0.347	0.012	0.637	0.996
77	<i>Lysiloma acapulcense</i> (Kunth) Benth.	0.26	0.093	0.637	0.99

78	<i>Mangifera indica</i> L.	0.174	0.166	0.637	0.976
79	<i>Cestrum tomentosum</i> L. F.	0.26	0.051	0.637	0.949
80	<i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K. Schum.	0.26	0.047	0.637	0.945
81	<i>Cordia inermis</i> (Mill.) I.M. Johnst.	0.26	0.036	0.637	0.933
82	<i>Inga paterno</i> Harms.	0.26	0.029	0.637	0.926
83	<i>Ricinus communis</i> L.	0.26	0.028	0.637	0.925
84	<i>Spondias purpurea</i> L.	0.174	0.115	0.637	0.925
85	<i>Phyllanthus acuminatus</i> Vahl	0.26	0.024	0.637	0.921
86	<i>Diphysa spinosa</i> Rydb.	0.174	0.11	0.637	0.921
87	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	0.26	0.006	0.637	0.904
88	<i>Croton niveus</i> Jacq.	0.174	0.054	0.637	0.865
89	<i>Zapoteca tetragona</i> (Willd.) H.M. Hern.	0.174	0.042	0.637	0.853
90	<i>Piscidia grandifolia</i> (D. Sm.) I.M. J. var. <i>grandifolia</i>	0.174	0.029	0.637	0.839
91	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	0.174	0.018	0.637	0.828
92	<i>Samanea saman</i> (Benth.) Barneby & J.W. Grimes	0.174	0.014	0.637	0.824
93	<i>Acacia hindsii</i> Benth.	0.174	0.005	0.637	0.815
94	<i>Coffea arabica</i> L.	0.174	0.004	0.637	0.815
95	<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch.	0.174	0.004	0.637	0.815
96	<i>Calophyllum brasiliense</i> (Standl.) Standl. var. <i>rekoii</i> .	0.087	0.074	0.637	0.797
97	<i>Swietenia macrophylla</i> King	0.087	0.061	0.637	0.784
98	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	0.087	0.039	0.637	0.763
99	<i>Melia azedarach</i> L.	0.087	0.023	0.637	0.747
100	<i>Ficus goldmanii</i> Standl.	0.087	0.02	0.637	0.744
101	<i>Xylosma characantha</i> Standl.	0.087	0.018	0.637	0.742
102	<i>Persea americana</i> Mill.	0.087	0.018	0.637	0.741
103	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth.	0.087	0.015	0.637	0.739
104	<i>Ficus obtusifolia</i> Kunth	0.087	0.013	0.637	0.737
105	<i>Citrus</i> sp.	0.087	0.012	0.637	0.736
106	<i>Anacardium occidentale</i> L.	0.087	0.011	0.637	0.735
107	<i>Citrus aurantium</i> L	0.087	0.005	0.637	0.729
108	<i>Citrus limetta</i> Risso.	0.087	0.003	0.637	0.727
109	<i>Myriocarpa longipes</i> Liebm.	0.087	0.004	0.637	0.727
110	<i>Waltheria glomerata</i> C. Presl	0.087	0.004	0.637	0.727
111	<i>Piper</i> cf. <i>sanctum</i> (Miq.) Schltdl.	0.087	0.002	0.637	0.726
112	<i>Psidium friedrichsthalianum</i> (O. Berg) Nied.	0.087	0.003	0.637	0.726
	TOTAL	100	100	100	300

CUADRO 8: Índice de Valor de Importancia (IVI) correspondiente al Estrato 3 (1461 - 1560 msnm).

N°	Nombre científico	Den. Rel.	Área B. Rel.	Fr. Rel.	IVI
1	<i>Oreopanax xalapensis</i> (Kunth) Decne. & Planch	32.48	16.66	13.04	62.19
2	<i>Quercus sapotifolia</i> Liebm.	12.1	31.11	8.696	51.91
5	<i>Quercus cf. lancifolia</i> Schlttdl & Cham.	6.369	17.19	4.348	27.91
3	<i>Diphysa americana</i> (Mill.) M. Sousa	9.554	5.32	8.696	23.57
4	<i>Clethra lanata</i> M. Martens & Galeotti	8.28	1.528	10.87	20.68
6	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	3.822	6.438	4.348	14.61
9	<i>Lonchocarpus rugosus subsp. rugosus</i> B. J. P. L. S.	2.548	2.381	4.348	9.276
12	<i>Quercus cf. cortesii</i> Liebm.	1.911	4.78	2.174	8.864
7	<i>Heliocarpus mexicanus</i> (Turcz.) Sprague	3.185	0.127	4.348	7.66
8	<i>Bocconia frutescens</i> L.	2.548	0.5	4.348	7.396
11	<i>Quercus cf. bumelioides</i> Liebm.	1.911	2.642	2.174	6.727
19	<i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schlttdl.	1.274	2.857	2.174	6.305
16	<i>Ficus crocata</i> (Miq.) Miq.	1.274	2.66	2.174	6.108
15	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	1.274	0.455	4.348	6.077
10	<i>Saurauia kegeliana</i> Schlttdl.	2.548	1.243	2.174	5.965
24	<i>Quercus sp.</i>	0.637	0.766	4.348	5.75
13	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume.	1.911	0.372	2.174	4.456
21	<i>Cedrela odorata</i> L.	0.637	1.344	2.174	4.155
18	<i>Lysiloma auritum</i> (Schlttdl.) Benth.	1.274	0.53	2.174	3.977
17	<i>Ficus donnell-smithii</i> Standl.	1.274	0.365	2.174	3.812
14	<i>Annona holosericea</i> Saff	1.274	0.059	2.174	3.506
22	<i>Ficus pertusa</i> L. f.	0.637	0.513	2.174	3.324
23	<i>Inga punctata</i> Willd.	0.637	0.087	2.174	2.897
20	<i>Albizia adinocephala</i> (Donn. Sm.) B. & R. ex Rec.	0.637	0.074	2.174	2.885
	TOTAL	100	100	100	300

CUADRO 9: Índice de Valor de Importancia (IVI) correspondiente al estrato 2 (1361 - 1460 msnm).

N°	Nombre científico	Den. Rel.	Área B. Rel.	Fr. Rel.	IVI
1	<i>Prunus axitliana</i> Standl.	13.21	28.61	4.412	46.23
2	<i>Ulmus mexicana</i> (Liebm.) Planch	2.83	20.8	4.412	28.04
3	<i>Oreopanax xalapensis</i> (Kunth) Decne. & Planch	8.962	5.053	4.412	18.43
4	<i>Saurauia kegeliana</i> Schtdl.	5.66	1.618	4.412	11.69
5	<i>Alstonia longifolia</i> (A.DC.) Pichon.	4.245	1.47	4.412	10.13
6	<i>Calophyllum</i> sp.	2.83	4.136	2.941	9.907
7	cf. <i>Symphonia</i> sp.	2.358	2.885	4.412	9.655
8	<i>Psidium</i> cf. <i>salutare</i> (Kunth) O. Berg.	4.245	2.358	2.941	9.545
9	<i>Wigandia urens</i> (Ruiz & Pav.) Kunth.	3.774	2.701	2.941	9.416
10	<i>Lysiloma auritum</i> (Schtdl.) Benth.	3.302	3.043	2.941	9.286
11	<i>Psidium guineense</i> Sw.	4.717	1.416	2.941	9.074
12	<i>Rhus terebinthifolia</i> Schtdl. & Cham	2.83	1.532	4.412	8.774
13	<i>Clethra lanata</i> M. Martens & Galeotti	4.245	1.04	2.941	8.226
14	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	2.83	0.593	4.412	7.835
15	<i>Trichilia americana</i> Sessé & Mac.	1.887	2.88	2.941	7.708
16	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	3.774	0.707	2.941	7.422
17	<i>Rapanea ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez.	2.358	1.74	2.941	7.04
18	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	2.83	1.215	2.941	6.987
19	<i>Thouinidium decandrum</i> (Humb. & Bonpl.) Radlk.	1.887	1.373	2.941	6.201
20	<i>Quercus</i> cf. <i>cortesii</i> Liebm.	1.415	2.968	1.471	5.853
21	<i>Diphysa americana</i> (Mill.) M. Sousa	1.887	0.901	2.941	5.729
22	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	0.472	3.53	1.471	5.472
23	<i>Boehmeria caudata</i> Sw.	1.887	0.085	2.941	4.913
24	<i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schtdl.	1.415	2.008	1.471	4.894
25	<i>Roupala glaberrima</i> Pittier	1.415	0.069	2.941	4.425
26	<i>Lonchocarpus rugosus</i> subsp. <i>rugosus</i>	1.415	1.406	1.471	4.292
27	<i>Heliocarpus mexicanus</i> (Turcz.) Sprague	1.887	0.228	1.471	3.586
28	<i>Diphysa spinosa</i> Rydb.	0.943	1.111	1.471	3.525
29	<i>Ficus ovalis</i> (Liebm.) Miq.	1.415	0.572	1.471	3.458
30	<i>Annona cherimola</i> Mill	0.943	0.566	1.471	2.98
31	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	1.415	0.065	1.471	2.951
32	<i>Piscidia grandifolia</i> (Donn. Sm.) var. <i>grandifolia</i>	0.943	0.288	1.471	2.702
33	<i>Piper hispidum</i> Sw.	0.943	0.076	1.471	2.49
34	<i>Ficus donnell-smithii</i> Standl.	0.943	0.072	1.471	2.486
35	<i>Annona holosericea</i> Saff.	0.472	0.288	1.471	2.231
36	<i>Albizia adinocephala</i> (Donn. Sm.) B. & R. ex Record	0.472	0.21	1.471	2.153
37	<i>Ficus</i> cf. <i>hondurensis</i> Standl. & L.O. Williams	0.472	0.202	1.471	2.144
38	<i>Xylosma characantha</i> Standl.	0.472	0.185	1.471	2.127
	TOTAL	100	100	100	300

CUADRO 10: Índice de Valor de Importancia (IVI) correspondiente al estrato 1 (1260 - 1360 msnm).

N°	Nombre científico	Den. Rel.	A. B. Rel.	Fr. Rel.	IVI
1	<i>Cedrela odorata</i> L.	3.192848	25.71689	2.36967	31.279
2	<i>Cedrela tonduzii</i> C. DC.	2.9374202	14.74836	1.89573	19.582
3	<i>Styrax argenteus</i> C. Presl.	3.9591316	9.332513	2.36967	15.661
4	<i>Oreopanax xalapensis</i> (Kunth) Decne. & Planch.	9.9616858	1.43838	3.79147	15.192
5	<i>Prunus axitliana</i> Standl.	2.6819923	7.908312	1.89573	12.486
6	<i>Sideroxylon persimile</i> (Hemsl.) T.D. Penn.	2.1711367	6.184303	2.8436	11.199
7	<i>Bursera ovalifolia</i> (Schlecht.) Engl.	2.2988506	4.243952	2.8436	9.3864
8	<i>Ardisia revoluta</i> Kunth.	5.7471264	0.637623	2.8436	9.2284
9	<i>Ulmus mexicana</i> (Liebm.) Planch	1.1494253	4.960364	2.36967	8.4795
10	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume.	2.9374202	1.806307	2.36967	7.1134
11	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.	3.7037037	0.7819	2.36967	6.8553
12	<i>Quercus sapotifolia</i> Liebm.	3.192848	2.233582	0.94787	6.3743
13	<i>Inga pavoniana</i> G. Don.	2.4265645	0.564389	3.31754	6.3085
14	<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.	3.9591316	0.404179	1.89573	6.259
15	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	1.7879949	2.001745	1.89573	5.6855
16	<i>Chamaedorea tepejilote</i> Liebm.	2.5542784	0.060371	2.8436	5.4583
17	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	2.8097063	0.65838	1.89573	5.3638
18	<i>Piper hispidum</i> Sw.	2.9374202	0.479898	1.89573	5.3131
19	<i>Quercus cf. lancifolia</i> Schlttdl & Cham.	1.2771392	2.909211	0.47393	4.6603
20	<i>Cecropia peltata</i> L.	1.1494253	0.84344	2.36967	4.3625
21	<i>Trichilia americana</i> Sessé & Mac.	1.5325671	0.919452	1.89573	4.3478
22	<i>Alstonia longifolia</i> (A.DC.) Pichon.	1.7879949	0.07455	2.36967	4.2322
23	<i>Inga punctata</i> Willd.	1.4048531	0.241923	2.36967	4.0164
24	<i>Gyrocarpus americanus</i> Jacq.	0.8939975	1.219407	1.89573	4.0091
25	<i>Diphysa americana</i> (Mill.) M.Sousa	1.2771392	0.537054	1.4218	3.236
26	<i>Ficus ovalis</i> (Liebm.) Miq.	0.6385696	0.877646	1.4218	2.938
27	<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britten & Baker f.	0.2554278	1.419085	0.94787	2.6224
28	<i>Juglans olanchana</i> Standl. et L.O. Williams	1.0217114	0.576229	0.94787	2.5458
29	<i>Psidium guineense</i> Sw.	1.1494253	0.288553	0.94787	2.3858
30	<i>Myrica cerifera</i> L.	1.2771392	0.108756	0.94787	2.3338
31	<i>Acalypha macrostachya</i> Jacq.	1.2771392	0.087998	0.94787	2.313
32	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	0.6385696	0.707934	0.94787	2.2944
33	<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	0.7662835	0.044145	1.4218	2.2322
34	<i>Cordia alliodora</i> (R.& P.) Oken.	1.0217114	0.215465	0.94787	2.185

35	<i>Miconia argentea</i> (Sw.) DC.	1.1494253	0.061248	0.94787	2.1585
36	<i>Wigandia urens</i> (Ruiz & Pav.) Kunth.	1.0217114	0.147054	0.94787	2.1166
37	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	1.5325671	0.101739	0.47393	2.1082
38	<i>Colubrina arborescens</i> (Miller) Sarg.	0.7662835	0.154217	0.94787	1.8684
39	<i>Psidium guajava</i> L.	0.7662835	0.108171	0.94787	1.8223
40	<i>Zanthoxylum culantrillo</i> Kunth.	1.2771392	0.046777	0.47393	1.7978
41	<i>Bocconia frutescens</i> L.	0.7662835	0.042684	0.94787	1.7568
42	<i>Thouinidium decandrum</i> (Humb. & Bonpl.) R.	0.8939975	0.116795	0.47393	1.4847
43	<i>Clethra lanata</i> M. Martens & Galeotti.	0.5108557	0.02295	0.94787	1.4817
44	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> (Seneclauze)	0.3831418	0.587631	0.47393	1.4447
45	<i>Mangifera indica</i> L.	0.2554278	0.20304	0.94787	1.4063
46	<i>Cestrum tomentosum</i> L. F.	0.3831418	0.06271	0.94787	1.3937
47	<i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K. Schum.	0.3831418	0.058032	0.94787	1.389
48	<i>Citharexylum donnell-smithii</i> Greenm.	0.6385696	0.246308	0.47393	1.3588
49	<i>Spondias purpurea</i> L.	0.2554278	0.140768	0.94787	1.3441
50	<i>Zapoteca tetragona</i> (Willd.) H.M. Hern.	0.2554278	0.051454	0.94787	1.2547
51	<i>Acacia hindsii</i> Benth.	0.2554278	0.005701	0.94787	1.209
52	<i>Coffea arabica</i> L.	0.2554278	0.00497	0.94787	1.2083
53	<i>Quercus</i> sp.	0.3831418	0.337815	0.47393	1.1949
54	<i>Ficus</i> cf. <i>glauca</i> (Liebm.) Miq.	0.3831418	0.33416	0.47393	1.1912
55	cf. <i>Symphonia</i> sp.	0.3831418	0.297762	0.47393	1.1548
56	<i>Phytolacca icosandra</i> L.	0.6385696	0.014325	0.47393	1.1268
57	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	0.3831418	0.181698	0.47393	1.0388
58	<i>Yucca guatemalensis</i> Baker.	0.5108557	0.032013	0.47393	1.0168
59	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav. var. <i>arboreus</i>	0.5108557	0.02295	0.47393	1.0077
60	<i>Hamelia patens</i> var. <i>patens</i> Jacq.	0.5108557	0.015056	0.47393	0.9998
61	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC. De 1847	0.3831418	0.131559	0.47393	0.9886
62	<i>Lysiloma acapulcense</i> (Kunth) Benth.	0.3831418	0.114018	0.47393	0.9711
63	<i>Cordia inermis</i> (Mill.) I.M. Johnst.	0.3831418	0.044145	0.47393	0.9012
64	<i>Inga paterno</i> Harms.	0.3831418	0.035375	0.47393	0.8925
65	<i>Ricinus communis</i> L.	0.3831418	0.034205	0.47393	0.8913
66	<i>Phyllanthus acuminatus</i> Vahl	0.3831418	0.029089	0.47393	0.8862
67	<i>Saurauia kegeliana</i> Schldl.	0.2554278	0.071042	0.47393	0.8004
68	<i>Annona cherimola</i> Mill.	0.2554278	0.066364	0.47393	0.7957
69	<i>Croton niveus</i> Jacq.	0.2554278	0.066364	0.47393	0.7957
70	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	0.2554278	0.021634	0.47393	0.751
71	<i>Samanea saman</i> (Benth.) B. & J.W. Grimes	0.2554278	0.01681	0.47393	0.7462

72	<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch.	0.2554278	0.00497	0.47393	0.7343
73	<i>Ficus</i> cf. <i>hondurensis</i> Standl. & L.O. Williams	0.1277139	0.102762	0.47393	0.7044
74	<i>Calophyllum brasiliense</i> (Standl.) S. var. <i>rekoii</i> .	0.1277139	0.090045	0.47393	0.6917
75	<i>Ficus donnell-smithii</i> Standl.	0.1277139	0.083905	0.47393	0.6856
76	<i>Ficus pertusa</i> L. f.	0.1277139	0.078205	0.47393	0.6799
77	<i>Swietenia macrophylla</i> King	0.1277139	0.074404	0.47393	0.6761
78	<i>Albizia adinocephala</i> (D. Sm.) B. & R. ex Rec.	0.1277139	0.067095	0.47393	0.6687
79	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	0.1277139	0.047507	0.47393	0.6492
80	<i>Melia azedarach</i> L.	0.1277139	0.02792	0.47393	0.6296
81	<i>Ficus goldmanii</i> Standl.	0.1277139	0.024558	0.47393	0.6262
82	<i>Persea americana</i> Mill.	0.1277139	0.021488	0.47393	0.6231
83	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth.	0.1277139	0.018564	0.47393	0.6202
84	<i>Ficus obtusifolia</i> Kunth	0.1277139	0.015787	0.47393	0.6174
85	<i>Roupala glaberrima</i> Pittier	0.1277139	0.015787	0.47393	0.6174
86	<i>Citrus</i> sp.	0.1277139	0.015056	0.47393	0.6167
87	<i>Anacardium occidentale</i> L.	0.1277139	0.013302	0.47393	0.6149
88	<i>Boehmeria caudata</i> Sw.	0.1277139	0.007163	0.47393	0.6088
89	<i>Citrus aurantium</i> L	0.1277139	0.006578	0.47393	0.6082
90	<i>Rhus terebinthifolia</i> Schtdl. & Cham	0.1277139	0.005555	0.47393	0.6072
91	<i>Myriocarpa longipes</i> Liebm.	0.1277139	0.004531	0.47393	0.6062
92	<i>Waltheria glomerata</i> C. Presl	0.1277139	0.004531	0.47393	0.6062
93	<i>Citrus limetta</i> Risso.	0.1277139	0.003654	0.47393	0.6053
94	<i>Psidium friedrichsthalianum</i> (O. Berg) Nied.	0.1277139	0.003216	0.47393	0.6049
95	<i>Piper</i> cf. <i>sanctum</i> (Miq.) Schtdl.	0.1277139	0.002485	0.47393	0.6041
	TOTAL	100	100	100	300

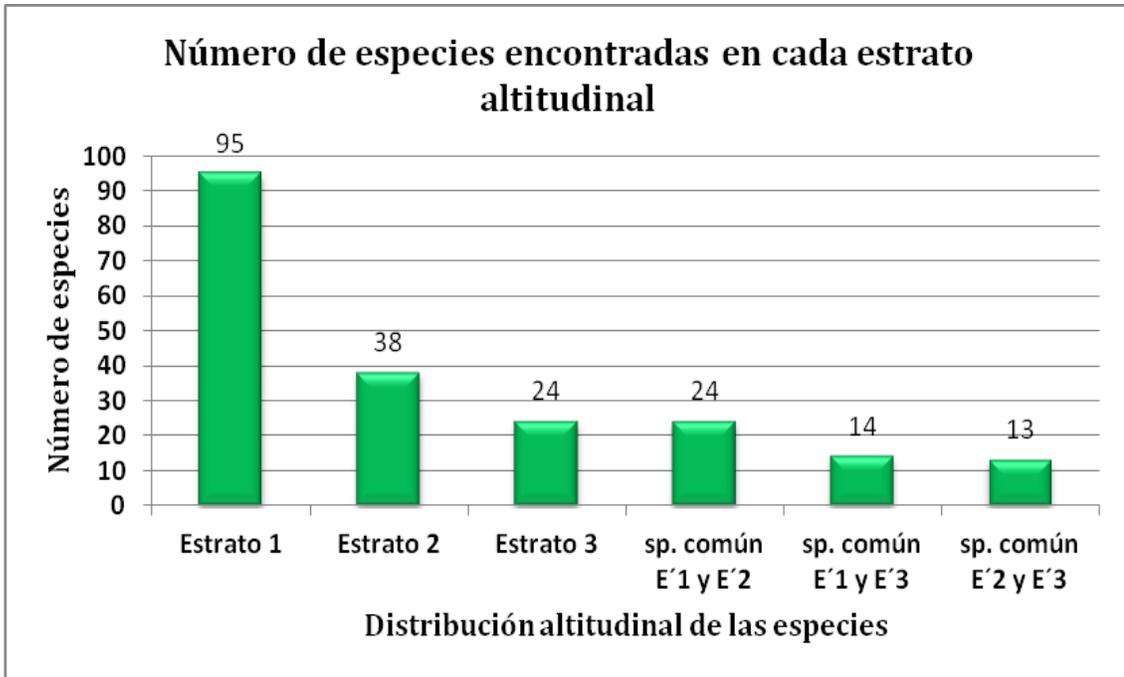


Figura 1: Número de especies encontradas en cada estrato altitudinal y similitud de especies entre los tres estratos.

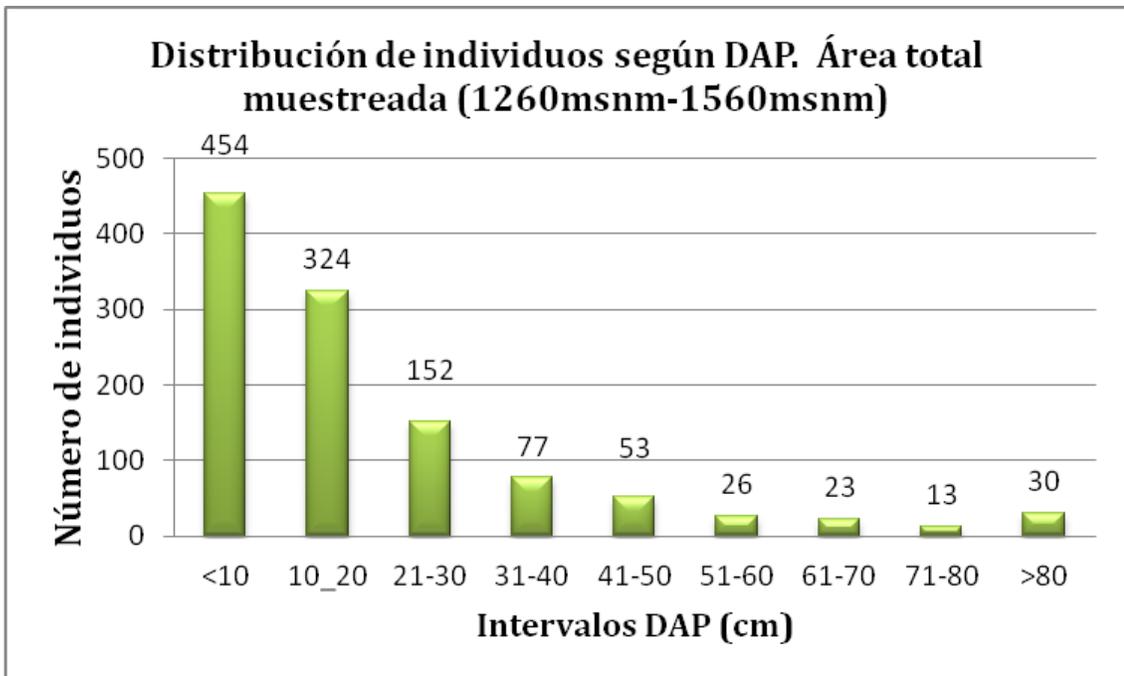


Figura 2. Distribución de individuos según clases DAP para el área total muestreada.

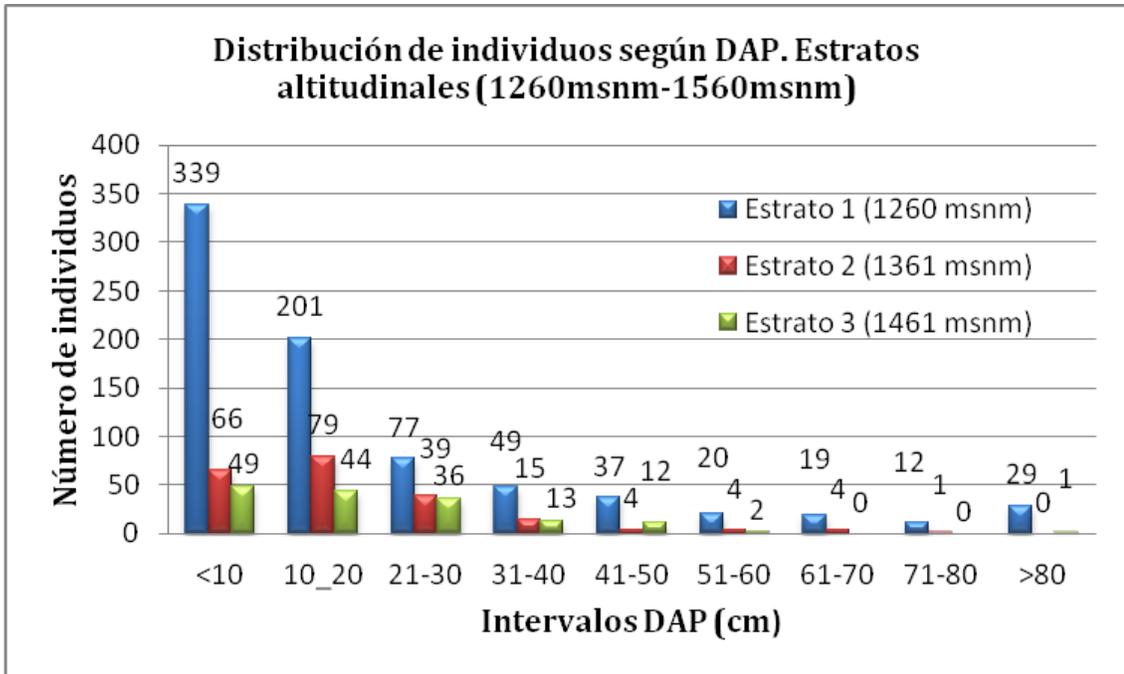


Figura 3. Distribución de individuos según clases DAP por estrato altitudinal.

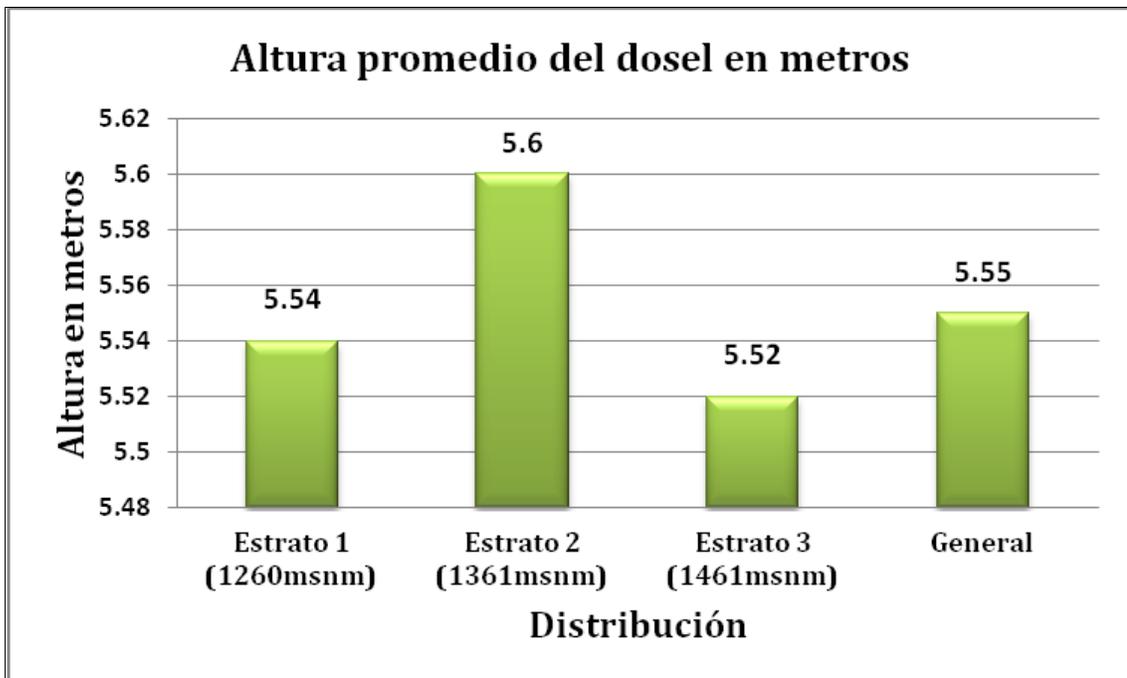


Figura 4. Altura promedio del dosel en metros.

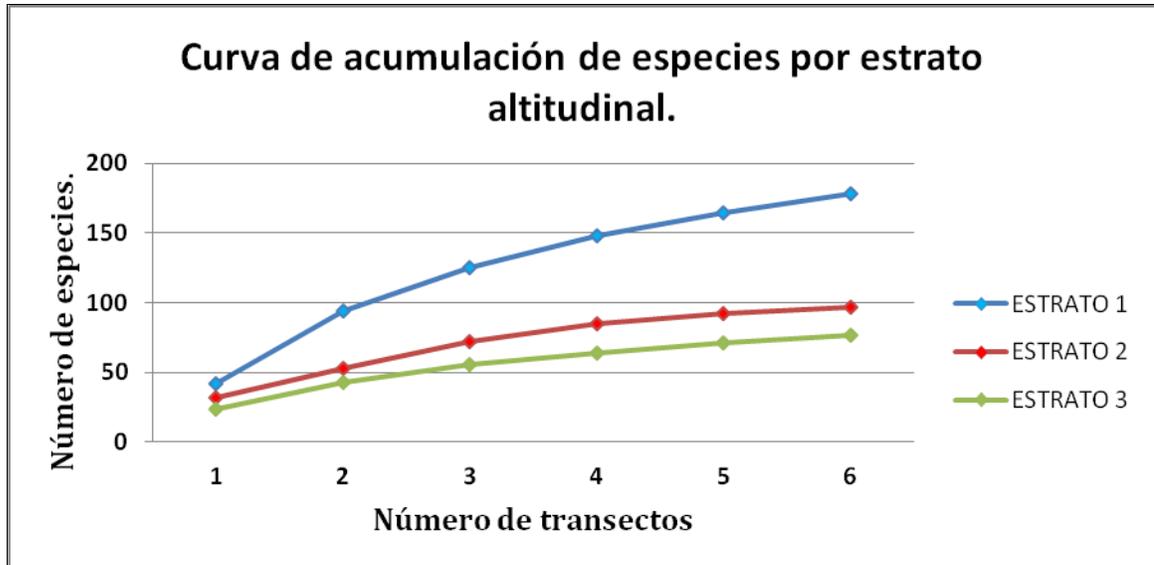


Figura 5. Curva de acumulación de especies por cada estrato altitudinal.

Nota: Para el estrato N°1 se han graficado solo 6 transectos de los 11 realizados, esto para hacer una comparación equitativa, con los otros 2 estratos.

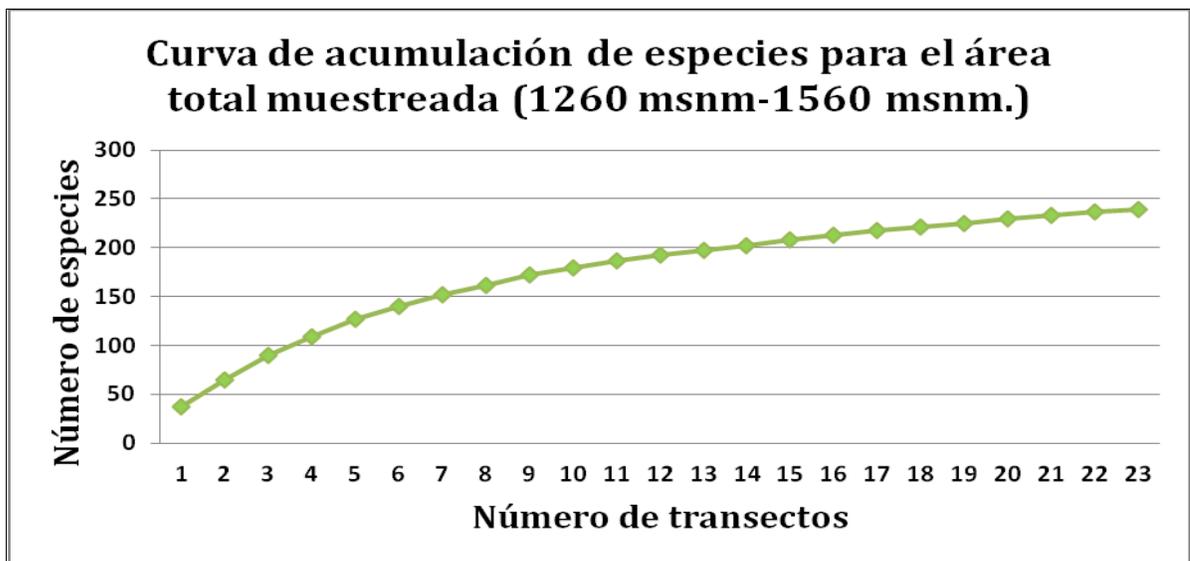


Figura 6. Curva de acumulación de especies para el área total muestreada.

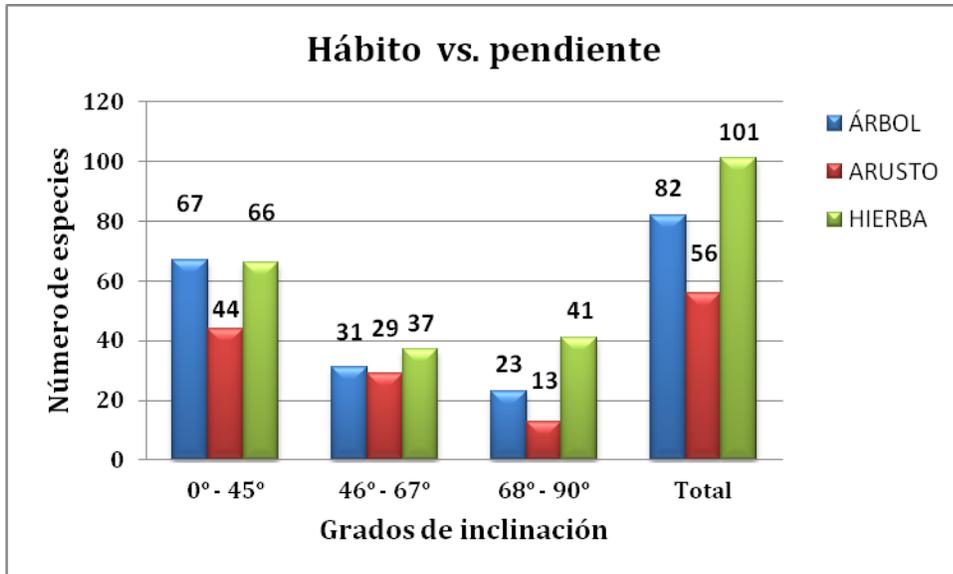


Figura 7: Hábito de crecimiento de las especies versus rangos de grados de inclinación.

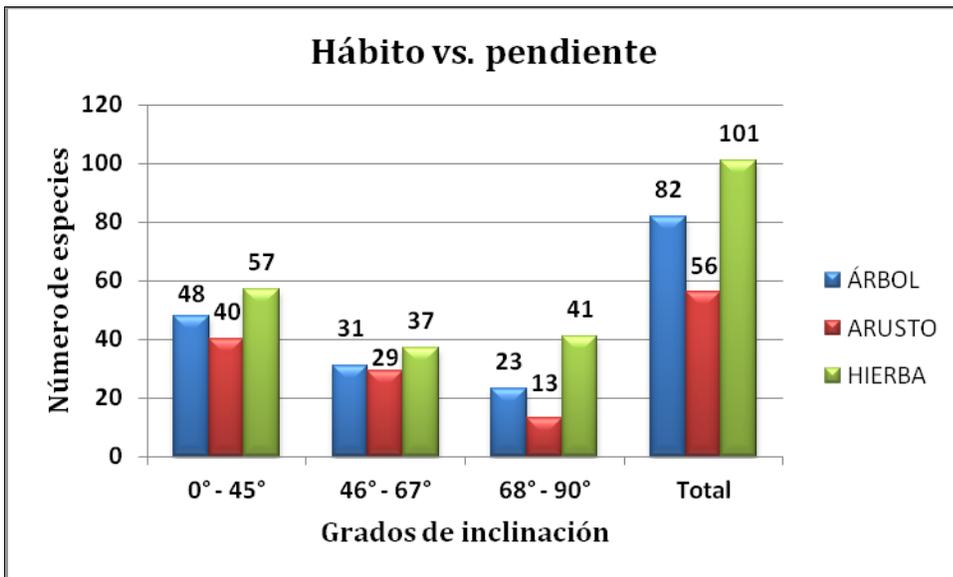


Figura 8: Hábito de crecimiento de las especies versus rangos de grados de inclinación.

Nota: Se ha tomado únicamente 6 transectos de los 11, correspondientes al Estrato Altitudinal 1 (1260-1360 msnm), para hacer una comparación uniforme en los 3 estratos altitudinales.

5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

5.1. Composición Florística.

Como resultado de la investigación florística, en 3 estratos altitudinales (1260-1560 msnm), establecidos en el bosque y acantilado de la Laguna de Alegría, se registra un total de 177 géneros y 239 especies, distribuidas en 80 familias. Las familias reportadas en este estudio coinciden en parte con las 106 reportadas por Williams, *et al.* (2000), y con las 48 por MARN (2011a). Ambos estudios se llevaron a cabo en el mismo bosque, con la diferencia de que los estudios citados, se centraron en un inventario rápido de la vegetación (solamente elaboraron el listado de un sector de la vegetación circundante al espejo de agua). Las diferencias encontradas en cuanto a número de especies y familias probablemente se deban, a la metodología y área estudiada, en esta investigación.

Las familias comunes y mayor representadas en comparación con (Williams, *et al.*, 2000 y MARN; 2011a), son dentro del grupo de vasculares superiores, al menos 10: *Amaranthaceae*, *Annonaceae*, *Asteraceae*, *Begoniaceae*, *Leguminosae*, *Meliaceae*, *Moraceae*, *Piperaceae*, *Urticaceae* y *Verbenaceae*; pero familias como: *Asparagaceae*, *Betulaceae*, *Loganiaceae*, *Palmae* y *Umbelliferae*; vienen a sumarse a la base de datos florística, ya que no son reportadas por los autores citados. Por otro lado, registran dentro de las vasculares inferiores: *Achizaeaceae*, *Aspleniaceae*, *Blechnaceae*; y como nuevo ingreso la familia *Lycopodiaceae*.

Asimismo, las familias más abundantes en cuanto a número de especies registradas en este estudio (Cuadro 1), coinciden en parte con las familias, que según Gentry (1988), contribuyen en la riqueza de especies de diferentes comunidades de plantas, y que además, son comunes en los neotrópicos, éstas son en orden decreciente: *Leguminosae*, *Lauraceae*, *Annonaceae*, *Rubiaceae*, *Moraceae*, *Myristicaceae*, *Sapotaceae*, *Meliaceae*, *Arecaceae*, *Euphorbiaceae* y *Bignoniaceae*. Estas familias, de acuerdo con el mismo autor, contribuyen con cerca del 52% de la riqueza de especies para muestreos de 0.1 ha en bosques de tierras bajas.

En cuanto al número total de especies reportadas (239), este es menor comparado con Williams *et al.* (2000) (447); Pero mayor que el reporte de MARN (2011a) (86); encontrándose además: *Alnus acuminata*, *Albizia adinocephala*, *Anethum cf. minus*, *Brahea salvadorensis*, *Buddleja americana*, *Chamaedorea tepejilote*, *Echeandia skinneri*, *Escobedia laevis*, *Huperzia reflexa*, *Manfreda scabra*, *Monotropa uniflora*, *Peperomia hererodoxa* y *Solanum schlechtendalianum*, no reportadas y que vienen a sumarse a la base de datos. Cerca de la base de la ladera sur, hay varios individuos muy grandes de ciertos arboles como el “mezcal” (*Ulmus mexicana*) y “cedro” (*Cedrela odorata*) y varias especies del arbusto cordoncillo (*Piper sp.*) los cuales normalmente están asociados con bosques primarios.

5.1.1 Riqueza, Abundancia y Diversidad Alfa (α).

En cuanto a riqueza, en el presente estudio esta fue menor (239), que la reportada por Williams *et al.* (2000) (447); pero mayor que el reporte de MARN (2011a) (86); encontrándose además: *Alnus acuminata*, *Albizia adinocephala*, *Anethum cf. minus*, *Brahea salvadorensis*, *Buddleja americana*, *Chamaedorea tepejilote*, *Echeandia skinneri*, *Escobedia laevis*, *Huperzia reflexa*, *Manfreda scabra*, *Monotropa uniflora* *Peperomia heterodoxa* y *Solanum schlechtendalianum*, no reportadas y que vienen a sumarse a la base de datos. Esta diferencia probablemente se deba a la metodología empleada, ya que los autores citados, utilizaron un avistamiento (evaluación ecológica rápida); contrastando con el establecimiento de transecto lineales (utilizada en el presente estudio) midiendo datos estructurales que de acuerdo con Rangel-Ch. & Velásquez (1997), la metodología del transecto puede incluir varios hábitats; por la tala selectiva de la vegetación para diversos fines durante los últimos años, y, porque tanto la riqueza como la abundancia pueden verse afectadas por la intensidad de muestreo (MARN, s.f.).

En la figura 5 y figura 6 se observa el cambio en la riqueza de especies, que incrementa con el número de transectos muestreados, dejando claro que el tamaño de la muestra casi fue suficiente para lograr la asíntota; por lo que se concluye que hizo falta poco esfuerzo de muestreo con el método utilizado y durante el tiempo en que se llevo a cavo.

Flores (1978; citado por Landaverde Solórzano, 2005; y Azcúnaga & Cortez, 1997), plantean que los géneros *Pinus* y *Quercus* se distribuyen altitudinalmente entre 600-1500 msnm para el primero, y entre 900-1800 msnm para el segundo; lo que coincide con los resultados obtenidos; ya que son rangos altitudinal óptimos para su establecimiento.

En el presente estudio se pudo evidenciar la baja presencia de individuos del género *Pinus* con respecto al género *Quercus*; la dominancia de *Quercus* sobre *Pinus* en los tres estratos, podría deberse según (Cabrera, 2002), a varios factores, entre ellos que las especies latifoliadas como los “robles” o “encinos” (*Quercus*) están sustituyendo a coníferas ya que estas, proporcionan condiciones umbrofilas (sombrias) propiciando la ausencia de regeneración de *Pinus*, y la regeneración de especies latifoliadas; además de los incendios forestales, la sobre explotación del “pino” para leña y madera para diversos fines, situación evidente, por presencia de tocones muertos, presente en el área de estudio.

5.1.2 Diversidad de especies

La diversidad de especies de flora en la Laguna de Alegría, en los tres estratos altitudinales, se determinó utilizando los Índices de Diversidad de Shannon-Weiner, Pielou. y Simpson.

El **ÍNDICE DE SHANNON** tiene como valores de referencia a: **1 para baja diversidad y 5 para alta diversidad**; se tiene como resultados en estrato 1: un valor de 4.55 esta como el transecto de mayor diversidad y los de menor diversidad los transectos 2 y 3 con un valor de 4.22 y 3.94. Sabiendo que el valor máximo que presenta el índice de Shannon es 5; los valores obtenidos para diversidad de especies, en los 3 estratos altitudinales presentan valores entre 3.94 y 4.55 lo cual indica una alta diversidad en los 3 estratos. Según Smith y Smith (2001), cuando los valores del índice sobrepasan de 3, significa que es una comunidad diversa.

EQUIDAD DE PIELOU (0 - 1)

Para este índice en general, los 3 estratos altitudinales muestran alto grado de equidad, ya que se obtuvieron valores entre (0.88 – 0.92), mostrando que los individuos de cada estrato presentan una distribución uniforme. Y para el área total un valor de 0.87.

DOMINANCIA DE SIMPSON (0 - 1)

Toma en cuenta la dominancia de las especies con mayor representatividad. A medida que el índice se incrementa, la diversidad decrece. De acuerdo a Pielou (1969), entre mas aumente el valor a 1, la diversidad disminuye y la dominancia aumenta.

Por tanto tomando este concepto, los estratos en general presentan una alta diversidad de especies, ya que el valor máximo de dominancia obtenido en los 3 estratos altitudinales es de 0.031 para la especie *Oreopanax xalapensis* en el estrato 3.

Finalmente, es importante resaltar que la diversidad encontrada en los acantilados de las paredes del cráter del Volcán Tecapa, es difícil de comparar con otros estudios que se hayan realizado en el país, ya que por lo revisado no se encontró otro estudio similar que tome en cuenta pendientes de 90°.

5.2. Estructura florística.

5.2.1 Valor de importancia de las especies.

Según los valores del Índice de Valor de Importancia (IVI), las 5 especies ecológicamente más importantes son: *Cedrela odorata*, *Oreopanax xalapensis*, *Prunus axitliana*, *Cedrela tonduzii* y *Styrax argenteus* y representan el 27.64 % de IVI, debido sus valores altos de densidad, área basal y frecuencia relativa. Sin embargo, no siempre las especies con alto valores en alguno de los prametros utilizados para determinar la importancia, son más importantes. Especies como *Ulmus mexicana*, *Sideroxylon persimile* y *Quercus sapotifolia*, sobresalen por sus altos valores de área basal relativa, aunque sus valores de densidad y frecuencia sean bajos (Cuadro 7).

5.2.2. Distribución de clases diamétricas.

La distribución diamétrica del total de individuos muestreados, tuvo un patrón de “J” invertida, lo que indica que el mayor número de individuos esta en las categorías de <20 cm (DAP), lo que representan el 67%, y un número menor en las categorías >20. La forma de “J” invertida en la distribución de los individuos, es un indicativo del proceso de regeneración natural del bosque (Dechner & Dias, 2004); además de indicar que se trata de un bosque con estructura irregular o bosque disétaneo compuesto de tres clases de edades en la misma área: individuos maduros, jóvenes y en regeneración. Fenómenos atribuido probablemente a la tala selectiva de especies económicamente importantes (SAGPYA & MECOM, 2007) (Anexo 11).

Con respecto a la distribución diamétrica a nivel altitudinal, en general se presentan distribuciones en forma de “J” invertida, lo cual indica el proceso de regeneración natural en los tres estratos altitudinales muestreados. En el caso específico del estrato N°3, presenta árboles de menor tamaño por diversos factores climáticos (evapotranspiración, radiación solar, nubosidad, luz, temperatura y presión atmosférica, precipitación, vientos, gases, entre otros) que no permite el desarrollo pleno de los individuos. Según UNESCO, PNUMA y FAO (1980) en el bosque primario, las especies esciófitas (tolerantes a la sombra), presentan patrones de crecimiento en “J” invertida y las heliófitas (intolerantes a la sombra) en forma de recta.

5.2.3 Altura del dosel.

La altura promedio de los individuos arbóreos muestreados es de 5.55 m., lo que en términos de altura de dosel, se considera baja; probablemente, esta baja altura de los individuos en la cuenca, puede ser resultado de la intervención antropogénica del pasado, y el bosque se encuentre en un franco proceso de regeneración natural; o puede estar relacionado con la topografía y otros elementos del medio (emanaciones de azufre); y según la UNESCO, PNUMA y FAO (1980), las laderas con fuerte pendiente parecen ser más ricas en árboles pequeños que las mesetas, pero más pobres que estas en árboles grandes.

Así mismo, (Clark *et al.*; 1999), afirman que el efecto del suelo en la vegetación puede verse modificado por la topografía; por lo que en un bosque en pendiente, la tasa de formación de claros puede ser más alta y el dosel más bajo que en uno que se encuentre en plano; otro elemento que estaría afectando el desarrollo pleno de la vegetación en la cuenca, son las emisiones sulfúricas por distintas fumarolas, ubicadas en los estratos altitudinales N° 1 y parte del N° 2.

Además, un factor biológico que no se considero en esta investigación, pero es evidente que está afectando el crecimiento o desarrollo pleno de la vegetación, es la infestación (sobrepoblación) de bejuco, la cual según (Bolfor, *et. al.*, 2000) la disminución del crecimiento de los árboles tanto en diámetro como en altura, es uno de los problemas que pueden ocasionar los bejucos (Anexo 12); por lo tanto, al no haber estudiado este factor, no se tiene un dato estadístico que respalde la cantidad de infestación, sin embargo por lo observado en el campo se deduce que el grado de

infestación por bejuco, afecta en diferentes niveles en la cobertura vegetal de los 3 estratos altitudinales; de tal manera que en algunas áreas la infestación es mayor que en otras; observándose además, áreas con impacto muy reducido o nulo (Anexo 13.)

Los árboles más sobresaliente en términos de altura son: *Prunus axitliana* (20 m.) en el estrato N° 1, *Ulmus mexicana* (19.3 m.) en el estrato N° 2; *Sideroxylon persimile* y *Styrax argenteus* 17 m. en el estrato N° 1. Según Gonzáles y Hernández (2006), manifiestan que suelos con alto contenido de humedad favorecen el desarrollo de árboles de gran altura; lo cual se comprueba en el presente estudio, ya que el estrato con los árboles más altos está ubicado cerca del espejo de agua.

5.2.4 Prueba de *Chi*-cuadrada

Los resultados obtenido con la prueba de *Chi*-cuadrada, para determinar si la pendiente del sitio en estudio, influye sobre el número de especies por hábito de crecimiento (árbol, arbusto, hierba) de la vegetación muestreada (cuadros 6a y 6b); estos comprueban, que el valor calculado es <7.82 , que el valor de tabla 9.49; por lo que se acepta la Hipótesis nula (H_0), es decir, la inclinación no es condicionante, para determinar el número de especies por hábito de crecimiento (en ese lugar y en esas condiciones); y se rechaza la hipótesis alternativa (H_1) (Cuadro 6c).

Pero al observar los resultados absolutos (cuadros 6a y 6b), no coinciden con el resultado de *Chi*-cuadrada; tal como lo establece (Rahbek, 1995, citado por Zacarías, 2009); quien plantea que los resultados de los estudios de las variaciones altitudinales son escaso y en muchas ocasiones contradictorios. Según Vásquez y Givnish (1998; Kharkwal *et al.*, 2005; Chang-Ming *et al.*, 2005, Hai-Bao *et al.*, 2006, citados por Zacarías, 2009), los patrones de distribución presentan diferencias de acuerdo con su forma de vida; cita como ejemplo, que las especies arbustivas disminuyen con la altitud a diferencia de las arbóreas no caducifolias que siguen un patrón opuesto

Al observar los (cuadros 6a y 6b), la forma de vida árbol y arbusto disminuyen; no así en la forma de vida hierba, que predomina en el estrato N°3 con la mayor inclinación (zona de acantilado y de mayor altitud); resultados contradictorios con los obtenidos por (Zacarías, 2009), quien establece que las formas de vida arbustivas y herbáceas, disminuyen con la altitud; esto, probablemente se deba a factores climáticos (radiación solar, emanaciones gaseosas de azufre en el área, nubosidad, velocidad de los vientos,

evapotranspiración, temperatura, presión y humedad atmosférica, precipitación, entre otros), que favorecen a unas y afecta a otras en el crecimiento, cabe recalcar que los acantilados reciben menos luz solar directa.

Por otro lado, según Lorne (1996; citado por Zacarías, 2009), la composición florística, cambia continuamente con la elevación sobre el nivel del mar, como respuestas fisiológicas independientes de las especies a los factores ambientales relacionados con la altitud; ya que conforme se incrementa, disminuye la temperatura media y la duración de las estaciones de crecimiento, las lluvias se incrementan al igual que la humedad y la velocidad del viento Whittaker (1965; citado por Zacarías, 2009); aunado a todo lo anterior también se reduce la superficie del área de ocupación Korner (2000; citado por Zacarías, 2009), todo ello ocasiona que haya una disminución de la riqueza de especies conforme se avanza a elevaciones más altas Lomolino (2001; citado por Zacarías, 2009). En los acantilados, las condiciones para el desarrollo de las plantas son muy adversas y la mayor parte de las plantas de estos medios varían su fisiología o morfología para adecuarse a las mismas, uniéndose la fragilidad del suelo y los fuertes vientos de este tipo de zonas.

Según UNESCO, PNUMA y FAO (1980), la abundancia de los árboles está muy relacionada con la topografía del terreno; así las laderas con fuertes pendientes superior a 30°, presentan menos árboles que las de pendientes suave y moderada; esto coincide con el presente estudio, ya que en el estrato N° 3, con pendiente de 68°-90°, la riqueza y abundancia fueron menores, comparadas con el estrato N° 2, cuya pendiente es de 45°-90°; y el estrato N° 1, con pendiente de 0°-67° (Figura 7) y (Figura 8).

Las diferencias en altura sobre el nivel del mar, producen diferencias climáticas, (Vreugdenhil, 2003 y Vreugdenhil *et al.*, 2002), quienes mencionan factores de cambio importantes: Disminución de temperatura alrededor de 6.5°C/1000 msnm; incremento de humedad, precipitación, nubosidad, intensidad de la radiación solar, factores que se fortalecen o reducen entre ellos, creando factores ambientales complejos que en su conjunto crean las condiciones para que algunas especies sobrevivan.

Según UNESCO, PNUMA Y FAO (1980), la elevación también puede ser un factor de aislamiento en poblaciones. Las áreas en tierras altas tienen una distribución disyunta que puede resultar en un aislamiento genético de flora y fauna, lo que genera niveles de endemismo relativamente elevados en regiones montañosas y de acantilados.

6 CONCLUSIONES

Después de analizar los resultados obtenidos, se llega a las siguientes conclusiones:

- Se registraron 1529 individuos, pertenecientes a 239 especies, 177 géneros distribuidas en 80 familias, además se registró a *Escobedia laevis* y *Peperomia heterodoxa* como nuevo reporte para El Salvador (Anexo 14).
- De acuerdo al listado oficial de especies de vida silvestre amenazada o en peligro de extinción, *Cedrela odorata* y *Cedrela tonduzii* se encuentran en la categoría de **AMENAZADAS** y *Cibotium regale*, *Swietenia machophylla* y *Ulmus mexicana* están en **PELIGRO DE EXTINCIÓN**.
- La composición florística en la cuenca de la Laguna de Alegría, presenta alta diversidad, ya que según los valores del índice de Diversidad de Shannon (1-5), los resultados sobrepasan de 3, lo que significa que es una comunidad muy diversa.
- De acuerdo con la curva de acumulación de especies, falta poco esfuerzo de muestreo para lograr la asíntota, con el método utilizado y durante el tiempo en que se llevo a cabo el muestreo.
- Los resultados obtenidos con la prueba de *Chi-cuadrada*, son contradictorios con los resultados de la distribución de las especies, respecto a variaciones altitudinales; esto probablemente se deba a factores climáticos (radiación solar, emanaciones gaseosas de azufre en el área, nubosidad, velocidad de los vientos, evapotranspiración, temperatura, presión y humedad atmosférica, precipitación, entre otros), que favorecen a unas y afectan a otras.
- En los acantilados, las condiciones para el desarrollo de las plantas son muy adversas y la mayoría de estas varían su fisiología o morfología para adecuarse a las mismas, uniéndose la fragilidad del suelo y los fuertes vientos de este tipo de zonas, lo que muchas veces genera niveles de endemismo relativamente elevados en este tipo de ecosistemas.
- La abundancia de los árboles está muy relacionada con la topografía del terreno; así las laderas con pendientes superiores a 30 °, presentan menos árboles que las de pendientes suave y moderada.

- Las emanaciones de gases azufrados, factores climáticos diversos y la altitud, aparentemente son la causa principal, que influyen en las diferencias en composición y estructura florística a lo largo del gradiente altitudinal estudiado.
- Según valores de IVI, del área total muestreada las 5 especies ecológicamente más importantes son: *Cedrela odorata*, *Oreopanax xalapensis*, *Prunus axitliana*, *Cedrela tonduzii* y *Styrax argenteus*, representan el 27.64 %, y son especies propias de este tipo de relicto de bosque.
- La forma de “J” invertida que presentan las distribuciones diamétricas de los individuos muestreados, indican la estructura irregular de bosque y por consiguiente el estado de regeneración de la vegetación arbórea, presentando tres clases de edades en la misma área: individuos maduros, jóvenes y en regeneración.

7 RECOMENDACIONES

- Dar seguimiento a los estudios de composición y estructura florística en las montañas circundantes a la Laguna de Alegría, para identificar especies, que presenten potencial económico, alimenticio, entre otros; además la posibilidad real de encontrar nuevos registros para la Flora de El Salvador, e incluso para la ciencia.
- Estudiar de manera exhaustiva la vegetación y aumentar el área de estudio, ya que según la curva de acumulación de especies hizo falta esfuerzo de muestreo, para lograr una asíntota y así tener un mayor número de especies para el área.
- Estudiar de manera exhaustiva la vegetación de los acantilados de la Laguna de Alegría, ya que la metodología utilizada para los descensos en los acantilados, limitó el muestreo, por la inexperiencia en el área de alpinismo.
- Es necesario capacitar a los líderes comunales y la población de Alegría en general, sobre educación ambiental, concientizándolos que dicho bosque constituye un potencial científico así como eco turístico, para disminuir la presión de explotación del recurso forestal del bosque.
- A las autoridades Municipales, dejar de sembrar plantas exóticas en el área, ya que estas compiten con las plantas nativas por espacio y recurso, eliminan hábitats o fuentes de comida importantes para animales nativos, y podrían hibridizar con plantas nativas causando la pérdida de ambas especies.
- A las autoridades Municipales, que son las que administran el área, no ocasionar mas perturbaciones dentro del bosque, ya que con la construcción de la cancha de futbol (Anexo 15), en la base del cráter de la Laguna de Alegría, dañaron e eliminaron de manera permanente una cantidad considerable de especies propias de este relictos de bosque; aunado a esto en la época lluviosa las corrientes de agua que descienden por los acantilados drenan la cancha, depositando una cantidad considerable de sedimento al interior de la Laguna.

- Proteger la zona de amortiguamiento en las faldas del volcán, que en gran medida está siendo talado por los caficultores. Por lo que se propone promover prácticas amigables con el medio ambiente, con los caficultores de esta zona.
- Formular un plan de manejo para el área Laguna de Alegría, con el fin de conservar y recuperar los recursos bióticos y hacer un aprovechamiento sostenible de dicho bosque, para que las futuras generaciones puedan conocer este relicto de bosque.
- Dar un aprovechamiento sostenible y equilibrado del área, en conjunto con las autónomas MARN y Ministerio de Turismo (MITUR).

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- ACEVEDO MALDONADO, M. G. & M. DÍAZ AMAYA. 1994. Descripción de la Vegetación Arbórea Nativa y Naturalizada en Peligro de Extinción de la Zona Caliente del Municipio de San Miguel. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Escuela de Biología, Universidad de El Salvador. Tesis de Licenciatura. 258 pp.
- ARGUETA, C. 1988. Estudio de la diversidad y dominancia de la vegetación arbórea en cuatro zonas del cerro Las Pavas. Facultad de Ciencias y Humanidades, Departamento de Biología, Universidad de El Salvador. Tesis de Licenciatura. 40 pp.
- AZCUNAGA, N. & CORTEZ, M. H. 1997. Inventario de especies forestales en la finca cafetalera El Espino, La Libertad, El Salvador. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador. 82 p.
- BARBOUR, M. G., J. H. BURK & PITTS. 1987. *Terrestrial Plant Ecology*. 2ª Ed. The Benjamin/Cumming Publishing Company. Inc. Menlo Park. C. A., pp. 182-208.
- BARRIENTOS, NELSON SALATIEL, J.A. CRUZ Y E. VELÁSQUEZ. 2002. Estudio preliminar de la vegetación arbórea de la ladera sureste del cerro Santa Lucía, en el municipio de Santa Ana, Departamento de Santa Ana. Departamento de Biología, Facultad Multidisciplinaria de Occidente, Universidad de El Salvador. (Tesis de Licenciatura) 95 pp.
- BOLFOR; MOSTACEDO, BONIFACIO; FREDERICKSEN, TODD S. 2000. *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Santa Cruz, Bolivia. Disponible en la web: <http://es.scribd.com/doc/53038497/19/Indices-de-diversidad>
- BUCKLAND, S. T., D. R. ANDERSON, K. P. BURNHAM, AND J. L. LAAKE. 1993. *Distance sampling: estimating abundance of biological populations*. Chapman & Hall, London. 446 pp.
- BURNHAM, K.P., D.R. ANDERSON Y J.L. LAAKE. 1980. Estimation of density from line transect sampling of biological populations. *Wildlife Monographs*. 72:1-202
- CABRERA, J. M. 2002. Estudio comparativo de las especies de coníferas en el Parque Nacional Montecristo. MAG. PAES. CATIE. 30 p.

- CALDERÓN, S. & P.C. STANDLEY. 1941. Lista Preliminar de Plantas de El Salvador. 2ª Edición. Imprenta nacional, San Salvador. 450 pp.
- CHANG-MING Z., WEI-LIE CH., ZI-Q TIANG. Y ZONG-QUIANG X. 2005. Altitudinal pattern of plant diversity in Shenongjia mountains Central China. *Journal of Integrative Plant Biology* 47: 1431-1449
- CHOUSSY, F. 1975. Flora Salvadoreña. Tomo I. 2ª Edición. Editorial Universitaria, San Salvador. 100 pp.
- _____. 1976. Flora Salvadoreña. Tomo II. 2ª Edición. Editorial Universitaria, San Salvador. 100 pp.
- _____. 1977. Flora Salvadoreña. Tomo III. 2ª Edición. Editorial Universitaria, San Salvador. 100 pp.
- _____. 1978. Flora Salvadoreña. Tomo IV. 2ª Edición. Editorial Universitaria, San Salvador. 100 pp.
- CLARK, D.B., PALMER, M. y CLARK, D.A. Edaphic factors and the landscape-scale distributions of tropical rain forest trees. *Ecology*, 1999, 80, 2662-75.
- CRUZ, EDGAR. 2001. Estado actual de la información sobre manejo forestal. Estado de la información forestal en El Salvador. Comisión Europea-FAO. Santiago.
- CRUZ PÉREZ, L. M., 1974. Manual de Laboratorio de Ecología Vegetal. Facultad de Ciencias Agronómicas, Editorial Universitaria, San Salvador, El Salvador. 128 pp.
- DECHNER, A & DIAZ GRANADOS, M. 2004. Composición y Estructura de la vegetación boscosa de la cuenca baja del río San Salvador, vertiente norte de la sierra nevada de Santa Marta, Colombia. *Universitas Scientiarum Revista de la Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. Vol. 12 N° 2, 99-124.*
- EIA (ESCUELA DE INGENIERÍA DE ANTIOQUIA). 2002. Ecosistemas colombianos, documentos de ecología, Colombia. Sitio Web EIA: <http://ftp.eia.edu.co/Sitios%20Web/biologia/ecologia/documentos/documentos.htm> (visitada 10-10-09).
- ELÍAS ORTIZ, C. A., P. A. FABIAN MUÑOZ & R. A. SANTOS PINO. 2000. Influencia edáfica en la composición y distribución arbórea y arbustiva de la ladera noroeste del volcán de San Vicente, departamento de San Vicente.

- FAO (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN). 2001. Estado de la información forestal en El Salvador. Depósito de Documentos de la FAO. 153 pp
- FLORES, J. S. 1978. Tipos de vegetación de El Salvador y su estado actual, un estudio ecológico. editorial universitaria, San Salvador, El Salvador. 273 p.
- GALVEZ DIAZ, BLANCA CELIA, F.O. MARTINEZ IBAÑEZ Y S.R. PEÑA GARCIA. 1996. Estado de la vegetación arbórea y arbustiva de la cuenca del río Pampe en el municipio de Chalchuapa, Departamento de Santa Ana. Departamento de Biología, Facultad Multidisciplinaria de Occidente, Universidad de El Salvador. (Tesis de Licenciatura) 52 pp.
- GARCÍA, O. A. 2008. Composición y Estructura de la Vegetación Arbórea de la ladera sureste del cerro Santa Lucia en el Municipio de Santa Ana. Facultad Multidisciplinaria de Occidente Departamento de Biología, Universidad de El Salvador. Tesis de Licenciatura. 68 pp.
- GARMENDÍA SALVADOR, A. & SAMO LUMBREAS A. J. 2005. Prácticas de ecología. Práctica doce, muestreos de comunidades (III): Transectos. 166 pp. Disponible en la web:
http://books.google.com.sv/books?id=YjfwBBoEJtAC&pg=PA117&lpg=PA117&dq=cuanto+es+el+%C3%A1rea+mínimo+de+muestreo+en+vegetaci%C3%B3n&source=bl&ots=YnCz-MngxJ&sig=_o55FGOiz7hAvvKV38DWhi7EXml&hl=es#v=onepage&q=cuanto%20es%20el%20%C3%A1rea%20mínimo%20de%20muestreo%20en%20vegetaci%C3%B3n&f=false
- GENTRY, A. 1982. Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central and South America, Pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the Andean orogeny. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 69: 557-593.
- GENTRY, A. 1988. Changes in Plant Community Diversity and Floristic Composition on Environmental and Geographical Gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 75 (1), 1-34.
- GONZALEZ, E. Y HERNÁNDEZ E. 2006. Conservación de árboles forestales y estado de la población de *Guaiacum sactum* en el bosque seco tropical del parque

- nacional Palo Verde, Costa Rica. Revista de Biodiversidad y Conservación Brenesia, Museo Nacional de Costa Rica, Departamento de Historia Natural No 65. 87 pp.
- GONZÁLEZ AYALA, J.C. 1977. La Vegetación Arbórea del Pedregal de San Isidro, un análisis florístico y cuantitativo. Facultad de Ciencias y Humanidades, Departamento de Biología, Universidad de El Salvador. Tesis de Licenciatura. 34 pp.
- GUZMÁN, D.J. 1975. Especies Útiles de la Flora Salvadoreña. Tomo I. 3ª Edición. Dirección de Publicaciones del Ministerio de Educación, San Salvador. 703 pp.
- _____. 1976. Especies Útiles de la Flora Salvadoreña. Tomo II. 3ª Edición. Dirección de Publicaciones del Ministerio de Educación, San Salvador. 470 pp.
- GUZMÁN, D. J. 1941. Especies Utiles de La Flora Salvadoreña, Segunda Edición 691 pp.
- HAI-BAO R., SHU-KUI N. Y LI-YANG Z. 2006. Distribution of vascular plants richness along an elevational gradient in the Dogling Mountains Beijing, China. Journal of Integrative Plant Biology 48: 143-16.
- HERNÁNDEZ OSORIO, B. A. 1985. Descripción e importancia de las especies arbóreas del Cerro de Las Pavas. Facultad de Ciencias y Humanidades, Departamento de Biología, Universidad de El Salvador. Tesis de Licenciatura. 262 pp.
- HOLDRIDGE, L.R. 1975. Zonas de vida ecológica de El Salvador. FAO y Dirección General de Recursos Naturales Renovables del Ministerio de Agricultura y Ganadería. San Salvador, El Salvador. 98 p.
- KHARKWAL G., MEHROTRA P., RAWAT Y. S. Y PANGTEY, Y.P.S. 2005. Phytodiversity and growth form in relation to altitudinal gradient in the central Himalayan (Kumaun) region of India. Current Science 89: 873-878
- KORNER C. 2000. Why are there global gradients in species richness? Mountains might hold the answer. Trends in Ecology and Evolution 15:513-514.
- LANDAVERDE SOLÓRZANO, E. M. 2005. Diversidad y Abundancia de la Vegetación Arbórea en dos Estratos Altitudinales en el Bosque La Montañona, Chalatenango, El Salvador. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Universidad de El Salvador. Tesis de Licenciatura. 57pp.
- LINARES, J. L., 2003 [2005], Los Árboles de El Salvador, Listado comentado de los árboles nativos y cultivados en La República de El Salvador.

- LOMOLINO M. 2001. Elevation-Gradient of species density: historical and prospective views. *Global Ecology and Biogeography* 10: 3-13
- LOPEZ, TERESA ELIZABETH., S.A. PERALTA Y O.M. SANABRIA. 2003. Estudio preliminar de la composición de la vegetación arbórea de la ladera noreste del cerro Santa Lucía, municipio de Santa Ana. Departamento de Biología, Facultad Multidisciplinaria de Occidente, Universidad de El Salvador (Tesis de Licenciatura) 55 pp.
- LORNE B. B. 1996. Changes on altitudinal and latitudinal gradients. Tesis Doctoral, School of Arts and Sciences, Washington University, Washington. 275 pp.
- MAGURRAN A. 1988. Diversidad Ecológica y su Medición. Ediciones Vedra S.A.
- MARN (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES), s.f. Manual de Inventarios de la Biodiversidad. San Salvador, El Salvador. 119 pp.
- MARN (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES). 2003 (a). Informe Nacional del Estado Actual de las Áreas Naturales Protegidas. 57 pp. Disponible en la web: <http://www.marn.gob.sv/uploaded/content/article/1966333952.pdf>
- MARN (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES). 2003 (b). Catalogo de Espacios Naturales. 185 pp. Disponible en la web: http://www.marn.gob.sv/area_conservacion/documentos/CATALOGO%20DE%20AREAS%20PROTEGIDAS.pdf
- MARN (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES) & GEO EL SALVADOR. 2006. Informe del Estado del Medio Ambiente de El Salvador. Disponible en la web: <http://www.marn.gob.sv/?fath=170&categoria=203>
- MARN (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES). 2011(a). Mapa de los Ecosistemas de El Salvador, actualización enero 2011. 115 pp.
- MARN (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES). 2011(b). Información General de los Sitios RAMSAR de El Salvador. Disponible en la web: http://www.marn.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=765:informacion-general-de-los-sitios-ramsar-de-el-salvador-&catid=25:avisos-ciudadano&Itemid=76

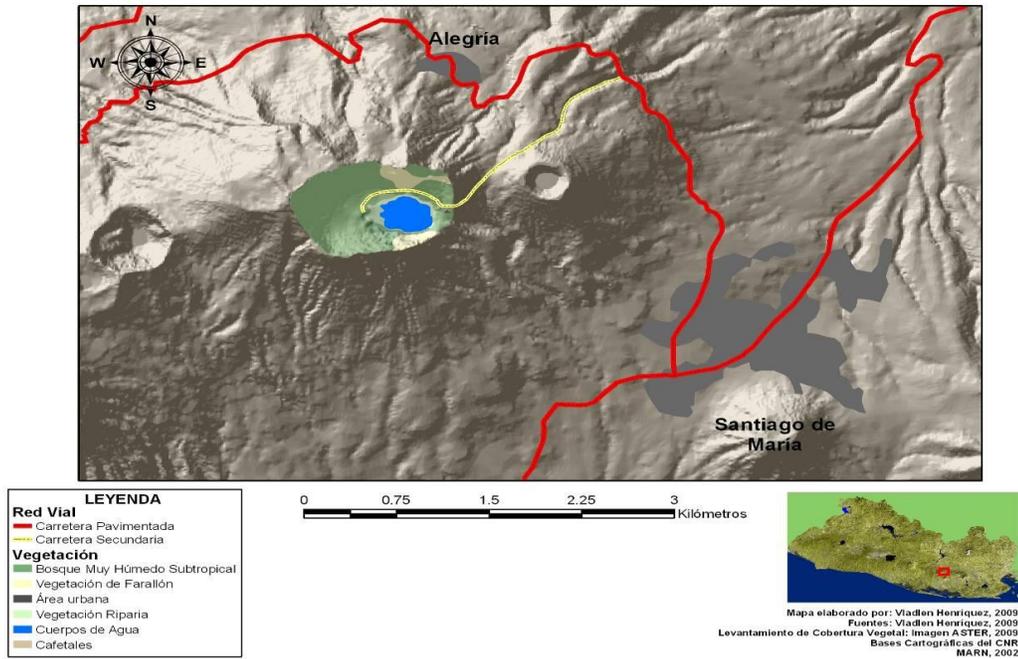
- MARN (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES). 2012. Promedios históricos de lluvia acumulada por día, mes y promedio anual. Disponible en la web: http://www.marn.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=1372:lluvia-de-abril-rompe-record-historico-de-los-ultimos-42-anos-&catid=1:noticias-ciudadano&Itemid=227
- MEDRANO SOLÍS, J. J. 1984. Estudio sobre Regeneración Natural Espontánea de la Vegetación Arbórea del Cerro de Las Pavas. Facultad de Ciencias y Humanidades, Departamento de Biología, Universidad de El Salvador. Tesis de Licenciatura. 56 pp.
- MAG (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA), SECRETARÍA EJECUTIVA DEL MEDIO AMBIENTE. 2007. Sistema Salvadoreño de Áreas Protegidas (SISAP), San Salvador, El Salvador.
- MORENO, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp.
- MUELLER-DOMBOIS, D. Y ELLENBERG, H. (1974). Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley & Sons. Nueva York. Braun Blanquet, J. (1979). Fitosociología. Ed. Blume. Barcelona. Pp: 135-160.
- MURAKAMI, A. F. BASCOPE, V. CARDONA-PEÑA, D. DE LA QUINTANA, A. FUENTES, P. JØRGENSEN, C. MALDONADO, T. MIRANDA, N. PANIAGUA-ZAMBRANA Y R. SEIDEL. 2005. Composición florística y estructura del bosque amazónico Preandino en el sector del Arroyo Negro, parque Nacional Madidi, Bolivia. editorenjefe.ecologiabolivia.googlepages.com/09ArroyoNegro40-3.pdf
- PÁIZ SALGADO, G. 2006. Evaluación de la Biodiversidad presente en el ecosistema de la Laguna cratérica y zonas adyacentes al cráter de la Reserva Natural Volcán Cosigüina. Managua, Nicaragua. Amigos de la Tierra, MARENA, Agencia Española de Cooperación Internacional y 80 pp.
- PÉREZ ACOSTA, A.C. & S. M. HERRERA ALEGRÍA. 1998. Estudio Cualitativo y Cuantitativo de la Vegetación Arbórea de los Cantones El Cacao y El Ciprés Ubicados en la Zona Sur del Volcán de Conchagua, Departamento de La Unión. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Escuela de Biología, Universidad de El Salvador. Tesis de Licenciatura. 75 pp.

- PIELOU E.C. 1969. An Introduction to Mathematical Ecology. Wiley Interscience. New York, EE.UU. 98 pp. Referenciada. 04/042009. Disponible: <http://rev-inv-ope.univ-paris1.fr/files/26205/IO-26205-9.pdf>
- RAHBEK C. 1995. The elevational gradient of species richness; a uniform pattern? *Ecography* 18: 200-205
- RANGEL-CH, O. Y A. VELASQUEZ. 1997. Métodos de estudio de la vegetación. Instituto de Ciencias Naturales, Instituto de Hidrológica, Meteorología y Estudios Ambientales, Bogotá. 87 pp.
- RENDEROS, M. A. 1997. Flora Fanerogámica del Volcán de San Salvador, El Boquerón. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Escuela de Biología, Universidad de El Salvador. Tesis de Licenciatura. 90 pp.
- RIVERA ALBERTO, J. J. & W. A. CERRATO. 1985. Cuantificación de la Vegetación Arbórea del Municipio de Guazapa. Departamento de San Salvador. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Escuela de Biología, Universidad de El Salvador. Tesis de Licenciatura. 44 pp.
- SAGPYA y MECON. Publicaciones 2007, Manuales de buenas practicas forestales, Introducción diagnostico, Recursos forestales, Republica de argentina 50 pp.
- SHMIDA, A. 1984. Whittaker's. Plant Diversity Sampling Method. *Israel Journal of Botany* 33. Pp 41- 46.
- SICA (SISTEMA DE INTEGRACION CENTROAMERICANA). 2007. Comisión Trinacional del Plan Trifinio. Disponible en la web: <http://www.sica.int/busqueda/Noticias.aspx?IDItem=42312&IDCat=3&IdEnt=140&Idm=1&IdmStyle=1>
- SMITH, R. & SMITH, T. 2001. Ecología. 4^o Edición. Pearson Educación, S. A. Madrid, España. 642 pp.
- STANDLEY, P.C. & S. CALDERÓN. 1925. Lista preliminar de las plantas de El Salvador. San Salvador.
- UNESCO, PNUMA y FAO. 1980. Ecosistemas de los bosques tropicales. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Madrid, 573 pp.
- VÁZQUEZ G. A. Y GIVNISH J. T. 1998. Altitudinal gradients in tropical forest composition structure and diversity in the Sierra de Manantlán *Journal of Ecology* 86: 999-1020

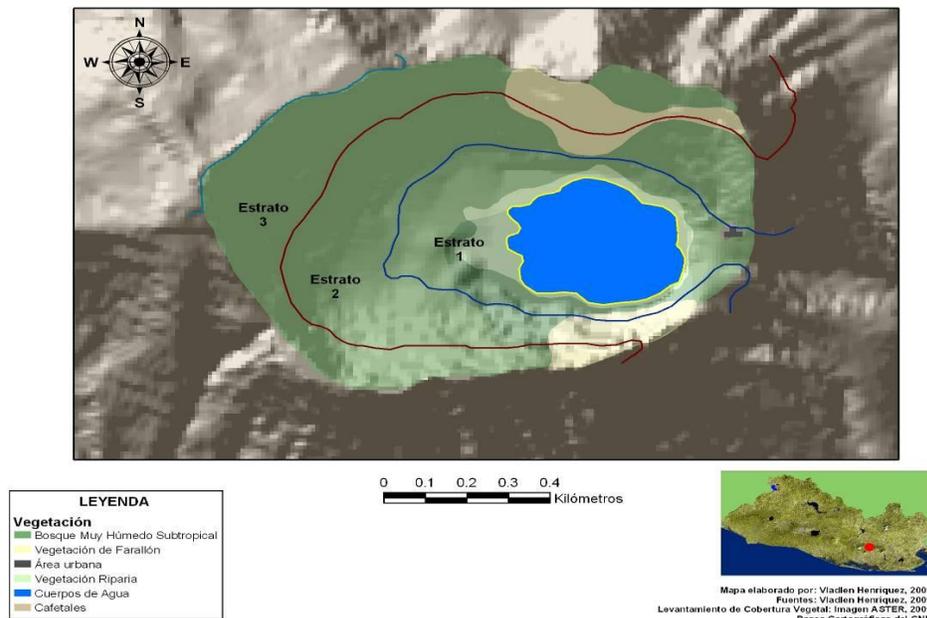
- VENTURA CENTENO, N. E. 1980. Análisis de la Distribución, Dispersión y Dominancia de la Vegetación Arbórea del Parque Nacional Walter Thilo Deininger. Facultad de Ciencias y Humanidades, Departamento de Biología, Universidad de El Salvador. Tesis de Licenciatura. 58 pp.
- VENTURA CENTENO, N. E. y R VILLACORTA. 2000. Mapa de los Ecosistemas Terrestres y Acuáticos de El Salvador. Banco Mundial, MARN. 160 pp.
- VENTURA CENTENO, N. E. 2006. Manual de Botánica II, Escuela de Biología. Universidad de El Salvador. 40 pp.
- VILLACORTA HERNÁNDEZ, D.M 2001. Vegetación arbórea y arbustiva en ribera laguna El Jocotal. Departamento de San Miguel, El Salvador. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática Escuela de Biología, Universidad de El Salvador, Tesis de Licenciatura 79 pp.
- VREUGDENHIL, D., 2003, Protected Areas System Planning and Monitoring, doctoral thesis Wageningen University.
- VREUGDENHIL, D., MEERMAN, J., MEYRAT, A.K., GÓMEZ, A.D., GRAHAM, D.J., 2002, Mapa de Ecosistemas de América Central, Volume I, The World Bank, Washington, D.C.
- WHITTAKER R.H. 1965. Vegetation of the Santa Catalina Mountains, Arizona: A gradient analysis of the South Slope. Ecology 46: 429-450.
- WILLIAMS, D., HERRERA, R. W., & LINARES, J. L., 2000. La Flora Vasculare de la Laguna de Alegría, un área Natural del Departamento de Usulután, El Salvador. Reporte final del proyecto: Inventario de la flora de la Laguna de Alegría. Asociación de Desarrollo Comunal Alberto Masferrer, Jardín Botánico la Laguna, Cuerpos de Paz, Servicio de Parques Nacionales y Vida silvestre. 50 pp.
- ZACARÍAS E. Y. 2009. Composición y Estructura del Bosque Templado de Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca, a lo largo de un Gradiente altitudinal. Tesis de Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales. Instituto Politécnico Nacional. 72 pp.

ANEXOS

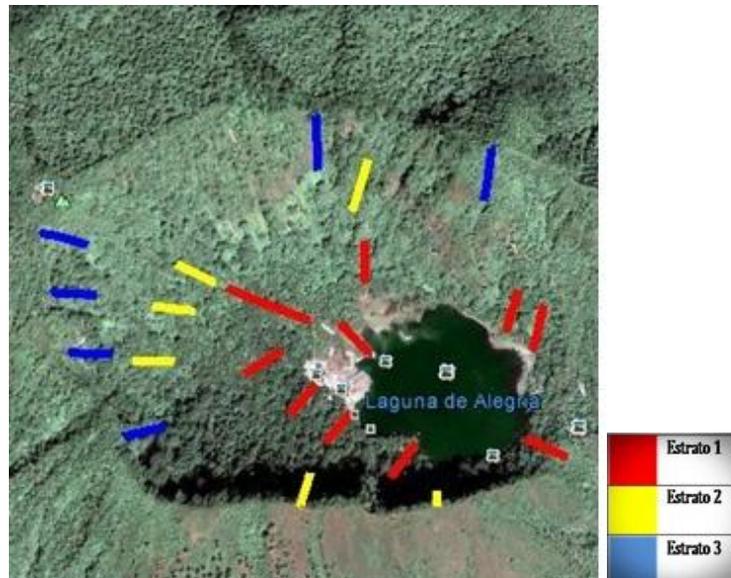
Anexo 1. Ubicación Geográfica de La laguna de Alegría, Municipio de Alegría, Usulután. Fuente: Arc Gis 9.2. Bases cartográficas del CNR; MARN, 2002. Diseñado por: Vladlen Henríquez, 2009.



Anexo 2. Delimitación de los estratos altitudinales, en la cuenca de la Laguna de Alegría, Usulután. Fuente: Arc Gis 9.2. Bases cartográficas del CNR; MARN, 2002. Diseño; Vladlen Henríquez, 2009.



Anexo 3. Distribución de transectos por estrato altitudinal en la cuenca de la Laguna de Alegría. Fuente: software libre Google Earth, Europa Technologies, DigitalGlobe 2011.



Estrato	Rango altitudinal (msnm)	Área en Ha	Número de transectos
1	1260 a 1360	46.389	11
2	1361 a 1460	15.859	6
3	1461 a 1560	25.714	6
Total		87.962	23

Anexo 4: Método de anclaje para realizar los descensos.



Anexo 5: Equipo de descenso utilizado para muestrear los acantilados de la Laguna de Alegría.



Anexo 6: Medición de la circunferencia a 1.3 m del nivel de suelo.



Anexo 7: Hoja de colecta de datos por transecto.



“Composición y Estructura Vegetal en tres estratos altitudinales, en la cuenca de la Laguna de Alegría, Municipio de Alegría, Usulután”.

UES

FECHA _____ ESTRATO ___ N° TRANSECTO _____ msnm _____
COORDENADAS _____

N°	Nombre común	Nombre científico	CAP(cm)	Altura (m)	Fenología			Observaciones

V: Vegetativo R: Floración F. Fructificación.

Anexo 8: Secadora artesanal, utilizada para secar las muestras vegetales colectadas en campo.



Anexo 9: Ficha para Identificación y montaje de muestras botánicas.

HERBARIO DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR (ITIC)
ESCUELA DE BIOLOGÍA




N° _____ Col. _____ Fecha _____

Departamento _____ Altitud _____

Coordenadas _____

Nombre Científico _____

Familia _____

Nombre Vulgar _____

Localidad _____

Determino _____ Fecha _____

Corrigió _____ Fecha _____

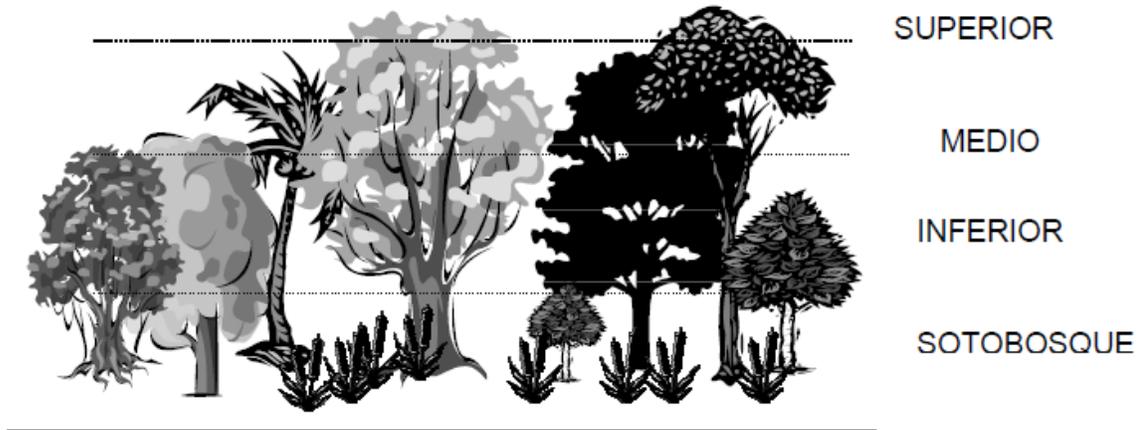
Observaciones _____

Anexo 10: Tabla de distribución *chi*- cuadrada. Grados de libertad

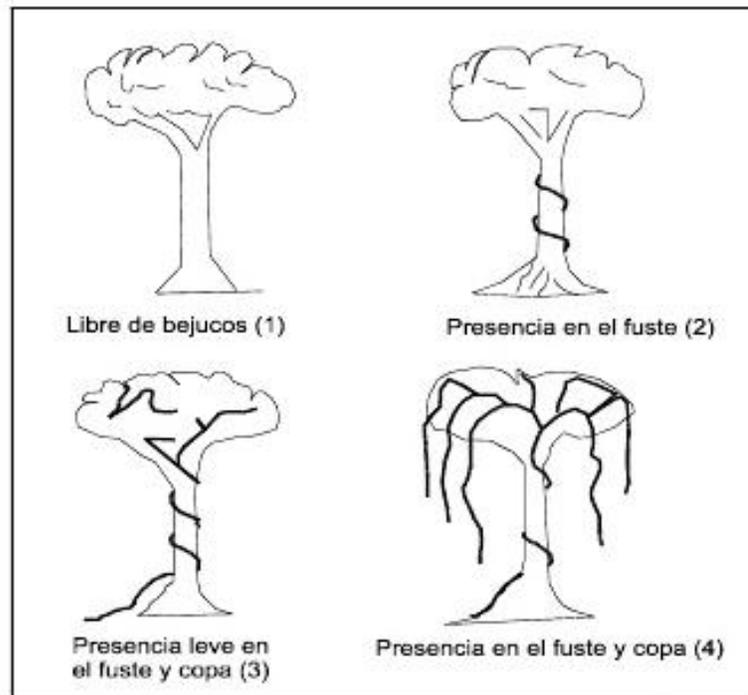
DISTRIBUCION DE χ^2

Grados de libertad	Probabilidad										
	0,95	0,90	0,80	0,70	0,50	0,30	0,20	0,10	0,05	0,01	0,001
1	0,004	0,02	0,06	0,15	0,46	1,07	1,64	2,71	3,84	6,64	10,83
2	0,10	0,21	0,45	0,71	1,39	2,41	3,22	4,60	5,99	9,21	13,82
3	0,35	0,58	1,01	1,42	2,37	3,66	4,64	6,25	7,82	11,34	16,27
4	0,71	1,06	1,65	2,20	3,36	4,88	5,99	7,78	9,49	13,28	18,47
5	1,14	1,61	2,34	3,00	4,35	6,06	7,29	9,24	11,07	15,09	20,52
6	1,63	2,20	3,07	3,83	5,35	7,23	8,56	10,64	12,59	16,81	22,46
7	2,17	2,83	3,82	4,67	6,35	8,38	9,80	12,02	14,07	18,48	24,32
8	2,73	3,49	4,59	5,53	7,34	9,52	11,03	13,36	15,51	20,09	26,12
9	3,32	4,17	5,38	6,39	8,34	10,66	12,24	14,68	16,92	21,67	27,88
10	3,94	4,86	6,18	7,27	9,34	11,78	13,44	15,99	18,31	23,21	29,59
	No significativo								Significativo		

Anexo 11: Bosque con estructura irregular.



Anexo 12: Diagrama del grado de infestación de bejucos.



Anexo 13: Bejucos presentes en la vegetación de la cuenca de la laguna de Alegría.



Anexo 14: Nuevo reporte para El Salvador de *Peperomia heterodoxa*.



Anexo 15: Daños antropogénicos ocasionados en la base del cráter de la laguna de Alegría.



Anexo 16: Agradecimientos infinitos a MSc. Nohemy Ventura Centeno. Por su apoyo incondicional como asesora de tesis.



Anexo 17: Viajes realizados al área de estudio, con jurados y asesora para evaluar trabajo en campo. Izq.- Der. Lic. Carlos Salazar, MSc. Nohemy Ventura y Lic. Carlos Elías.

