

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



**“ANÁLISIS DE LA SUCESIÓN PRIMARIA EN LAS LAVAS  
DE QUEZALTEPEQUE, LA LIBERTAD”**

**TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:**

**JOSÉ LÓPEZ MONTENEGRO  
WENDY CAROLINA RUSCONI LUNA**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:**

**LICENCIADO (A) EN BIOLOGÍA**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, JULIO DE 2005.**

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



**“ANÁLISIS DE LA SUCESIÓN PRIMARIA EN LAS  
LAVAS DE QUEZALTEPEQUE, LA LIBERTAD”**

**PRESENTADO POR**

**JOSÉ LÓPEZ MONTENEGRO  
WENDY CAROLINA RUSCONI LUNA**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:**

**LICENCIADO (A) EN BIOLOGÍA**

**ASESORES**

**M.Sc. NOHEMY ELIZABETH VENTURA CENTENO  
LIC. JESÚS REYES GRANDE**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, JULIO DE 2005.**

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



**“ANÁLISIS DE LA SUCESIÓN PRIMARIA EN LAS  
LAVAS DE QUEZALTEPEQUE, LA LIBERTAD”**

**PRESENTADO POR**

**JOSÉ LÓPEZ MONTENEGRO  
WENDY CAROLINA RUSCONI LUNA**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:**

**LICENCIADO (A) EN BIOLOGÍA**

**ASESORES**

**M.Sc. NOHEMY ELIZABETH VENTURA CENTENO  
LIC. JESÚS REYES GRANDE**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, JULIO DE 2005.**

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



**“ANÁLISIS DE LA SUCESIÓN PRIMARIA EN LAS  
LAVAS DE QUEZALTEPEQUE, LA LIBERTAD”**

**TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:**

**JOSÉ LÓPEZ MONTENEGRO  
WENDY CAROLINA RUSCONI LUNA**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:**

**LICENCIADO (A) EN BIOLOGÍA**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, JULIO DE 2005.**

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



**“ANÁLISIS DE LA SUCESIÓN PRIMARIA EN LAS  
LAVAS DE QUEZALTEPEQUE, LA LIBERTAD”**

**TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:**

**JOSÉ LÓPEZ MONTENEGRO  
WENDY CAROLINA RUSCONI LUNA**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:**

**LICENCIADO (A) EN BIOLOGÍA**

**JURADO EVALUADOR:**

**LICDA. BLANCA LUZ DE LEZAMA  
LIC. RODOLFO FERNANDO MENJÍVAR**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, JULIO DE 2005**

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTORA**

**Dra. María Isabel Rodríguez**

**SECRETARIA GENERAL**

**Licda. Alicia Margarita Rivas de Recinos**

**FISCAL**

**Lic. Pedro Rosalío Escobar Castaneda**

**AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS  
NATURALES Y MATEMATICA**

**DECANO DE LA FACULTAD**

**M.Sc. José Héctor Elías Díaz**

**DIRECTORA DE LA ESCUELA DE BIOLOGÍA**

**M.Sc. Ana Martha Zetino Calderón**

**Ciudad Universitaria, San Salvador, Julio de 2005**

## DEDICATORIA

- AL PUEBLO SALVADOREÑO Gracias a sus impuestos pude estudiar y culminar esta carrera.
- A LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR Por proporcionarme empleo y una beca exenta para llevar a cabo este proyecto de formación.
- A MIS PADRES Carlos Guillermo López Zelaya (Q.E.P.D.)  
Blanca Domitila Montenegro (Q.E.P.D.)  
Por sus ejemplos de lucha, apoyo incondicional, y por que siempre estuvieron cuando los necesité.
- A MI ESPOSA Wendy  
Por compartir juntos Triunfos y Fracazos, pero sobre todo compartir el Amor.
- A MIS HERMANOS Yanira, Blanca, Javier (Q.E.P.D.)  
Por brindarme apoyo y animarme a salir adelante.
- A MI MADRE BIOLOGICA Ana Isabel López Montenegro  
Por traerme al mundo.
- A MI TIO Mauricio López  
Por su apoyo cuando más lo necesite.
- A MI TIA Josefa López (FITA)  
Por ser como mí Segunda Madre.
- A MIS CAMARADAS UERS 30 DE Julio  
Por ser mis compañeros de lucha, para construir una nueva sociedad.

**José**

## DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO      Por que me proveyó y Fortaleció en todo momento; para poder terminar esta carrera.
- A MIS PADRES                María Emilia Luna de Rusconi  
   Héctor Manuel de Jesús Rusconi Merlos  
   Por el ejemplo de lucha y su apoyo incondicional en todo momento, para no darme por vencida.
- A MI ESPOSO                 José  
   Por ayudarme en todo momento con su amor y ternura y no dejarme vencer ante las adversidades.
- A MIS HERMANOS            Elena Elizabeth y Juan Carlos  
   Por su apoyo y ánimo para salir adelante.
- A MIS SOBRINOS            Cindy Milene y Noé Adonai  
   Por ser mi inspiración a salir adelante.

**Wendy**



## **AGRADECIMIENTOS**

A LOS ASESORES:

A LA MSc. NOHEMY ELIZABETH VENTURA CENTENO, De manera especial queremos agradecer su apoyo y ayuda incondicional durante toda la investigación, ya que sin su ayuda hubiese sido imposible culminar dicha investigación.

AL Lic. JESÚS REYES GRANDE, por su ayuda en los Viajes de investigación.

A LOS MIEMBROS DEL JURADO EXAMINADOR.

Licda. BLANCA LUZ DE LEZAMA y Lic. RODOLFO FERNANDO MENJÍVAR, por el tiempo y esfuerzo empleado para que la presente investigación quedara bien elaborada.

AL Lic. RUBEN CARBALLO (ex - empleado del Jardín Botánico La Laguna) por su apoyo incondicional, y su ayuda desinteresada en la identificación del material líquénico.

AL Lic. LUIS GARCÍA GUIROLA, Director de Meteorología del Servicio nacional de Estudios Territoriales (SNET); por el apoyo brindado proporcionando datos climatológicos.

## INDICE DE CONTENIDOS

<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>FUNDAMENTO TEORICO.....</b>	<b>2</b>
<b>METODOLOGIA</b>	
<b>A. Descripción del lugar.....</b>	<b>12</b>
<b>A. 1. Descripción Geográfica.....</b>	<b>12</b>
<b>B. Descripción general de factores Bióticos y Abióticos.....</b>	<b>14</b>
<b>B.1. Hidrografía.....</b>	<b>14</b>
<b>B.2. Ríos principales de         Quezaltepeque.....</b>	<b>14</b>
<b>B.3. Orografía.....</b>	<b>14</b>
<b>B.4. Suelos.....</b>	<b>16</b>
<b>B.5. Vegetación.....</b>	<b>16</b>
<b>B.6. Paisajes.....</b>	<b>16</b>
<b>B.7.Clima.....</b>	<b>16</b>
<b>C. Cronología de erupciones del volcán de San         Salvador (Boquerón o Quezaltepeque).....</b>	<b>17</b>
<b>D. metodología de campo.....</b>	<b>18</b>
<b>D.1.a. Análisis Cualitativo.....</b>	<b>18</b>
<b>D.1.b. Análisis Cuantitativo.....</b>	<b>18</b>
<b>D.1.c. Análisis Climatológico.....</b>	<b>19</b>

<b>RESULTADOS.....</b>	<b>20</b>
<b>DISCUSION.....</b>	<b>43</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>47</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>49</b>
<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....</b>	<b>50</b>
<b>ANEXOS</b>	

## INDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Composición florística en las lavas de Quezaltepeque, La Libertad, durante el periodo de diciembre de 2003 a Julio de 2004.	23
2. Composición florística del segundo estadio Liquécnico de las lavas de Quezaltepeque, La Libertad, durante el periodo de diciembre de 2003 a Julio de 2004.	25
3. Composición florística de los Musgos presentes en el tercer estadio de la sucesión primaria de en las lavas de Quezaltepeque, La Libertad, durante el periodo de diciembre de 2003 a Julio de 2004.	27
4. Composición florística de vasculares inferiores presentes en el cuarto estadio de la sucesión primaria de en las lavas de Quezaltepeque, La Libertad, durante el periodo de diciembre de 2003 a Julio de 2004.	28
5. Composición florística presentes en el cuarto estadio (herbáceo) de la sucesión primaria en las lavas de Quezaltepeque, La Libertad, durante el periodo de diciembre de 2003 a Julio de 2004.	30
6. Frecuencia y densidad en términos absolutos y relativos de la composición florística del quinto estadio (arbóreo) de la sucesión primaria en las lavas de Quezaltepeque,, La Libertad, durante el periodo de diciembre de 2003 a Julio de 2004.	33
7. Número de Especies para cada una de las formas de vida, reportada en los cinco estadios identificados en la sucesión primaria en las lavas de Quezaltepeque, La Libertad, durante el período de diciembre de 2003 a Julio de 2004.	35
7. a. Número de Especies para cada una de las formas de vida, reportadas en los cinco estadios identificados en la sucesión primaria.	36
8. Datos climatológicos proporcionados por la estación meteorológica de San Andrés, ubicada en las instalaciones de la Escuela Nacional de Agricultura (ENA), en el Valle de San Andrés, La Libertad, para el 2004.	37
8. a. Muestra la diferencia en precipitación mensual y anual durante los años 1978 y 2004.	38

## LISTA DE GRAFICOS

	Pág.
1. Porcentajes de géneros y especies por familia según la composición florística en las lavas de Quezaltepeque.	24
2. Cobertura relativa de la composición líquénica en el primer estadio en la sucesión primaria de las lavas de Quezaltepeque, 2004.	25
3. Frecuencia y cobertura del único género ( <i>Polytrichum sp.</i> ) reportado para el segundo estadio (musgos) de la sucesión primaria en las Lavas de Quezaltepeque.	27
4. Frecuencia y densidad absoluta y relativa de las diferentes especies de vasculares inferiores presentes en el cuarto estadio de la sucesión primaria en las lavas de Quezaltepeque, La Libertad, durante el período de diciembre de 2003 a Julio de 2004.	28
5. Porcentajes de especies por familia presentes en el quinto estadio (herbáceo) identificado en la sucesión primaria en las lavas de Quezaltepeque, La Libertad, durante el período de diciembre de 2003 a Julio de 2004.	31
6. Frecuencia y Densidad relativa de la composición florística del quinto estadio (arbóreo) de la sucesión primaria en las lavas de Quezaltepeque, La Libertad, durante el período de diciembre de 2003 a Julio de 2004.	33
7. Porcentajes de especies presente por estadio identificado, en la sucesión primaria de las lavas de Quezaltepeque, 2004.	35
7. a. Porcentajes de especies presente por estadio identificado, en la sucesión primaria.	36
8. Registros de precipitación en milímetros en el departamento de la Libertad, durante los años de 1978 y 2004.	38
9. Relación entre temperaturas promedio, promedio máxima y mínima; temperatura absoluta máxima y mínima, durante el 2004.	39
10. Relación entre evapotranspiración potencial (mm.), precipitación (mm.) y la humedad relativa (%) durante el 2004 (Fuente SNET, 2005).	40
11. Relación entre la humedad relativa de los años 1978 y 2004.	41
12. Relación entre la nubosidad, con la luz solar hr. /día durante el 2004.	42

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1. Mapa de ubicación del área de estudio, Lavas de Quezaltepeque, Departamento de la Libertad. El Salvador.	13

## LISTA DE FOTOGRAFIAS

	Pág.
1. <i>Buellia cinereo-caesia</i> , Liquen dominante en el segundo estadio de la sucesión primaria	26
2. <i>Polytrichum sp.</i> Musgo dominante en el tercer estadio de la sucesión primaria	27
3. <i>Selaginella cuspidata</i> , dominante en la sucesión primaria de las lavas de Quezaltepeque.	30
4. <i>Cheilantes brachyopus</i> , helecho dominante en la sucesión primaria de las lavas de Quezaltepeque.	29
5. <i>Melinis minutiflora Beauv.</i> , Poaceae dominante en el quinto estadio de la sucesión primaria de las lavas de Quezaltepeque.	31
6. <i>Areaeoccus sp</i> especie no reportada para El Salvador dentro del quinto estadio de la sucesión primaria	32
7. <i>Bursera simaruba</i> , especie dominante del quinto estadio de los árboles de porte bajo presentes en la sucesión primaria en las lavas de Quezaltepeque.	34
8. <i>Plumeria acutifolia</i> , especie reportada para del quinto estadio de los árboles de porte bajo presentes en la sucesión primaria en las lavas de Quezaltepeque.	34

## LISTA DE ANEXOS

<b>ANEXO</b>	<b>PAG.</b>
1. Unidades muestrales para la toma de datos	55
1. a. Franjas longitudinales de 10 x 50 m (500 m <sup>2</sup> ), para el inventario de árboles.	56
1. b. Cuadriculas de 10 x 10m (100 m <sup>2</sup> ), para el inventario de arbustos.	56
1. c. Cuadriculas de 1 x 1 m (1 m <sup>2</sup> .), para el inventario de pteridofitos y hierbas.	57
1. d. Cuadriculas de 10X10 cm. (100 cm <sup>2</sup> , para el inventario de líquenes y musgos.	57
2. Hoja de campo primer estadio seral (líquenes y musgos)	58
3. Hoja de campo segundo estadio seral (Pteridofitos y Herbáceos)	59
4. Hoja de campo tercer estadio seral (Arbustos y Árboles)	60



## RESUMEN

La presente investigación se realizó en las Lavas de Quezaltepeque, ubicadas en el Departamento de La Libertad, durante un periodo de 40 semanas (los meses de diciembre de 2003 a julio de 2004). Como resultado se obtuvo la identificación de 23 familias, 39 géneros y 42 especies; de los cuales existen especies dominantes en cada uno de los estadios, siendo: Liquélico, Musgos, Pteridofitos, Herbáceas, Arbustos achaparrados y Árboles. Para la obtención de datos tanto cualitativos como cuantitativos se utilizó el método del cuadrado o cuadrícula, y además fórmulas matemáticas para cuantificar a cada una de las especies registradas, determinando diferentes estadios; así mismo se utilizaron datos climatológicos para obtener una idea de como habría sido el desarrollo de la sucesión primaria.

## I. INTRODUCCION

En El Salvador, como en cualquier parte del mundo se desarrollan procesos que conllevan a la pérdida de cobertura vegetal natural y posterior regeneración de la misma; como es el caso de las erupciones volcánicas que cubren en la mayoría de los casos, totalmente los suelos de los sitios donde se producen, razón por la cual, cuando hay pérdida total de la cobertura vegetal, esta debe de iniciar a partir de una ausencia total de suelo. El territorio de la región centroamericana en general y de El Salvador en particular, han sido afectados en diversas épocas por erupciones volcánicas; por lo que en estas áreas la cobertura vegetal se ha desarrollado a través de un proceso dinámico conocido como sucesión primaria, y a pesar de la importancia de dicho proceso, este no ha sido estudiado en sus diferentes estadios dentro del territorio nacional, para conocer como avanza y progresa este fenómeno a partir de los diferentes factores que actúan a diferentes escalas en el tiempo y el espacio.

A pesar de que las erupciones volcánicas han afectado la cobertura vegetal, en El Salvador es relativamente poco lo que se ha documentado acerca de la sucesión primaria, con relación a la importancia ecológica, económica, evolutiva, etc. de este proceso para planificar estrategias de aprovechamiento de las áreas que se encuentran en procesos de formación de comunidades vegetales; tal como sucede en las Lavas de Quezaltepeque, área que al igual que otras zonas con origen similar, están sufriendo presiones antropogénicas por el desarrollo de asentamientos humanos, depósitos de desechos sólidos, extracción pétreo, etc. entre otros factores.

Por lo antes planteado, es importante la realización de esta investigación sobre el desarrollo de la sucesión primaria que se lleva a cabo sobre el material pétreo producto de la erupción del volcán de San Salvador, llamado Boquerón o Quezaltepeque, provocada en 1917; ya que es una zona importante por la recarga acuífera, hábitat para la fauna silvestre (insectos, artrópodos, anfibios, reptiles, aves y mamíferos), reservorio de biodiversidad vegetal y animal.

De tal manera, que el objetivo principal de este estudio fue desarrollar un análisis cualitativo y cuantitativo de la flora presente en cada una de los estadios del proceso de sucesión primaria que se desarrolla en las Lavas de Quezaltepeque, así como su importancia dentro del ecosistema.

## II. FUNDAMENTO TEORICO

La vegetación es el resultado de la acción de diversos factores ambientales sobre el conjunto de las especies que cohabitan e interactúan en un espacio continuo, determinado por factores abióticos (clima, agua, nutrimentos, etc.); como también de los factores bióticos y de las acciones antropicas, de tal manera que en la medida que se desarrolla la vegetación modifica algunos de los factores del ambiente, los cuales evolucionan a lo largo del tiempo, haciéndose evidentes con aquellos cambios rápidos que suceden durante las primeras etapas de desarrollo y más lentos a medida que alcanzan su equilibrio tal como lo plantean (Matteucci & Colma, 1982).

Se menciona que los fenómenos volcánicos generan grandes cambios en la vegetación del área donde suceden, modificando a su vez el sustrato orgánico que sirve de partida en los procesos bioquímicos del suelo; luego que un área ha sido cubierta por una capa de material volcánico se inicia un fenómeno de formación de suelo donde el factor determinante es el clima ya que rige la intensidad de la alteración y redistribución de los elementos liberados por ser el vehículo que los transporta (Phillippe, 2003).

Por otro lado, Duchaufour (2002), afirman que en la formación de suelo ocurren dos procesos importantes: *Meteorización e Intemperización*; los cuales permiten la transformación de las rocas parentales y minerales primarios a través de reacciones físicas y químicas que originan los minerales secundarios como lo son las arcillas que van a formar el suelo, conocida como *meteorización edafoquímica*.

Así mismo, Malpartida (2002), menciona que las rocas son fuente de materiales sólidos, que generalmente proceden directa e indirectamente de roca madre, los parámetros que inciden sobre la formación y evolución de los suelos son muchos, siendo los más importantes:

1. La composición mineralógica de las rocas, se afirma que cuando las rocas poseen abundantes minerales inestables evolucionan fácil y rápidamente en la formación del suelo; mientras que aquellas rocas que poseen minerales muy estables, como el cuarzo, apenas llegan a meteorizarse aunque se encuentren expuestas durante largo tiempo al fenómeno de meteorización.

La permeabilidad es otro factor que regula la penetración y circulación del aire y del agua lo que condiciona de forma decisiva la fragmentación, alteración y translocación de los materiales.

2. La Granulometría que determina el tamaño de las partículas de los constituyentes de la roca y juega un papel muy importante en el proceso de *edafización* de los materiales de la roca.

Además, tal como es conocido a nivel mundial, el clima es determinante en la formación de suelo; pero estos fenómenos climatológicos a nivel regional y local sufren de diversas variaciones (Rodríguez & Albes, 2002), ya que la acción del clima en la formación del suelo regula el aporte de agua; también la temperatura influye sobre los factores bióticos que definen el relieve. Así mismo, la disponibilidad y flujo de agua regulan la velocidad de desarrollo del proceso de formación de suelo; ya que la percolación (infiltración) se considera un factor decisivo en la formación del mismo y este se encuentra condicionado por los factores climáticos, cantidad y distribución anual de las precipitaciones como la permeabilidad (Phillippe, 2003).

Por otro lado, el relieve es considerado un factor formador del suelo ya que la inclinación y longitud de laderas, posición fisiográfica y la orientación de las mismas son elementos importantes y fundamentales; ya que el transporte de materiales modifica el relieve dando paso a la formación de materiales edáficos, así como también la cantidad de agua que pasa a través de las rocas permite que se de una permeabilidad.

Otro factor importante en la formación de suelo durante los procesos de sucesiones primarias lo constituye el *Intemperismo*; el cual comienza su acción haciendo que las rocas ígneas y metamórficas cambien su composición de materiales densos y sólidos a materiales mas suaves y porosos que van a formar partículas diferentes en cuanto a composición y estructura; debido a que las rocas quedan expuestas a ciertas condiciones tales como erosión, congelamiento y fusión del agua, de tal manera que el calentamiento y enfriamiento disgregan lentamente las rocas, aunque el cambio más grande que ocurre lo producen los cambios químicos por la acción del agua, el oxígeno, el dióxido de carbono y demás compuestos orgánicos.

Da Silva (2002), También plantea, que los compuestos orgánicos permiten la generación de condiciones propicias para el establecimiento de organismos pioneros como algas, hongo y bacterias entre otros, que en definitiva colaboran en la formación y enriquecimiento del suelo; este mismo autor establece, que los procesos formadores de suelo incrementan el espesor y complejidad del mismo con el paso del tiempo; lo cual puede durar hasta cientos de años e irá predominando la materia orgánica hasta que llegue el momento en que la acumulación de esta y la actividad biológica harán llegar a un equilibrio vegetal toda aquella área que ha estado desnuda.

Dentro de los procesos exitosos formadores de suelo para crear cobertura vegetal en áreas cubiertas por materiales volcánicos esta la sucesión primaria originada por regeneración natural, la cual es definida como aquella condición indispensable para asegurar una producción persistente, donde la eficiencia de ésta depende de la renovación y mejoramiento de las especies vegetales que están siendo utilizados, y para que esta se inicie deben existir condiciones adecuadas y favorables tales como disponibilidad de semillas y un satisfactorio estado del suelo para propiciar la germinación y el posterior establecimiento de plantas (Kandus, 2003).

Por su parte Molina (1996), define los procesos de sucesión como una dinámica espontánea, continua y lenta que presenta toda comunidad vegetal en busca de su clímax o estabilidad dinámica o equilibrio final. El desarrollo de las comunidades constituyen un proceso que involucra cambios en la composición florística y en fisonomía, hasta que llega a un estado de clímax; la sucesión puede ser primaria o secundaria, ambas pasan por un conjunto de estados o etapas que son la Pionera, Temprana, Tardía y Clímax.

Así, la sucesión primaria se inicia cuando el proceso de sucesión vegetal se da al mismo tiempo que el proceso de formación de suelo, es decir cuando la comunidad parte de cero, a través de la acción de musgos, líquenes, hepáticas y hierbas. Así se tiene que en aquellos sitios donde la sucesión primaria es posible, la pradera se conformará lentamente, luego dará lugar a la formación arbustiva, donde se desarrollarán en un principio las llamadas especies pioneras, hasta llegar a conformar un bosque secundario.

Cruz Pérez (1974) plantea que las sucesiones ecológicas primarias comienzan sobre la roca desnuda, taludes pedregosos, dunas, depósitos de lava volcánica, o sobre cualquier otro lugar donde exista una deficiencia de agua a las cuales se les denomina etapa Xerarch, las cuales con el correr del tiempo van a llegar a conformar una Xerosere. De igual manera Clements (1916), afirma que La sucesión puede subdividirse en etapas o fases, cada una sustituyendo a la anterior en un proceso lento y gradual.

Clements (1916), plantea además que las fluctuaciones y ritmos, se desarrollan en pequeñas sucesiones, llamadas sucesiones elementales y micro sucesiones, todas ellas reunidas, sincronizadas y armonizadas en la Sucesión principal. Las fluctuaciones disminuyen en amplitud al aumentar la *madurez* del sistema. Las relaciones de competencia son manifiestas y muy características a lo largo de toda sucesión. Así mismo, sostiene que la sustitución de unas especies vegetales por otras, en grupos de especies que desempeñan la misma función en el ecosistema, es uno de los acontecimientos esenciales de toda sucesión y, a la vez, es un proceso típico de competencia ya que especies *oportunistas* o pioneras, propias de las primeras etapas de toda sucesión, son sustituidas por otras especies, generalmente más especializadas. Así, en una sucesión existen varias fases que siguen un orden determinado:



**Fase 1:** Roca desnuda (suelo escaso).

**Fase 2:** Líquenes, Weaver y Clements, señalan dos etapas liquenicas:

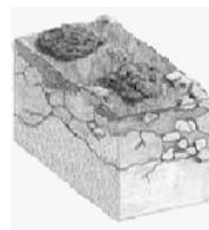
**1<sup>ra</sup> fase:** es de líquenes del tipo Crustáceos, que crecen incrustados en las rocas.



**2<sup>da</sup> fase:** es la de los Líquenes foliosos (de forma foliosa), esta se establece luego de la etapa pionera, de líquenes crustáceos; comienza a acumular suelo en cantidades mínimas.



**Fase 3:** Briofitos. Presencia de hepáticas y musgos estas se establecen cuando ya hay suficiente suelo acumulado.



**Fase 4:** Pteridofitos se va enriqueciendo el suelo. Existe cada vez más materia Orgánica. Aparecen las primeras *Sellaginela* y Helechos.



**Fase 5: Embriofitas**, estas se presentan en diversas etapas:

**1<sup>ra</sup> etapa:** de las Herbáceos, comienza por hierbas xerófilas que presentan un ciclo de vida muy corto, estas ya cuentan con acumulación de suelo y por ende de humus.



**2<sup>da</sup> etapa:** acá se inicia el desarrollo de los Arbustos, esta se establece luego que las condiciones métricas son favorables para el desarrollo y acumulación de suelo, donde aparece la dominancia de arbustos de los cuales estos pueden llegar a constituir la vegetación permanente. Además el suelo tiene una potente capa de humus, con el paso de los años, la diversidad faunística y florística va en aumento.



**3<sup>ra</sup> etapa:** es la de los Árboles aquí la riqueza de materia orgánica es máxima, así como también es máxima la diversidad biológica, se instalan árboles de hoja caduca de distintas especies, dependiendo del suelo. En los claros del bosque existe una gran riqueza florística y abundante fauna.



Por su parte Ventura y Villacorta (2,000), manifiestan que existen patrones específicos, que regulan toda sucesión y estos son en principio las especies oportunistas o invasoras, estas colonizan el lugar ya que poseen una gran facilidad de dispersión y rápida multiplicación, aunque luego van siendo reemplazadas por especies que presentan un crecimiento más lento pero más resistente y organizado; generando una rica diversidad tanto vegetal como animal y propicia una estructura más compleja; de tal manera que incluso aumentan las relaciones de parasitismo, comensalismo y demás relaciones intra e ínter específicas entre las poblaciones que se desarrollan.

Este planteamiento concuerda con lo establecido por Flores (1977) y Odum (1985), quienes sostienen que los cambios que suceden durante la repoblación vegetal se caracterizan por una serie de cambios con el paso del tiempo, en la estructura de las especies en las comunidades. Holdridge (1978), por su parte plantea que la sucesión puede observarse en varias etapas de desarrollo en superficies graníticas (roca desnuda), y en aquellas áreas en las cuales se haya removido toda la vegetación y el suelo.

De igual manera Connell & Slatyer (1977), manifiestan que toda sucesión se origina en varias etapas y es así como plantearon tres mecanismos de sucesión los cuales son:

- 1) **Facilitación:** En esta fase las especies de sucesión tempranas o pioneras preparan el sitio para la invasión y establecimiento de un siguiente grupo de especies.
- 2) **Inhibición:** las especies pioneras monopolizan el espacio y previenen la invasión de otras especies hasta que su desaparición por nuevas perturbaciones se abre el sitio a nuevos invasores.
- 3) **Tolerancia:** Tanto las pioneras como las especies de sucesión tardías pueden estar presentes al inicio de la sucesión, y los cambios sucesionales resultan de diferencias en las tasas de crecimiento y del tiempo generacional de las especies. Este mecanismo implica carencia de interacciones fuertes entre especies.



Así mismo Kandus (2003), mantiene que la sucesión es un proceso autoinducido, en el que la biocenosis modifica los factores ecológicos a lo largo del tiempo, especialmente los edáficos y climáticos a nivel del suelo y plantean que los cambios que pueden ser registrados son grandes, por ejemplo la distribución diferencial de la calidad y cantidad de la radiación solar en sentido vertical, composición e intensidad de la misma, condiciones térmicas, humedad, distribución del perfil del viento, capacidad de retención de agua del suelo, fertilidad y en la competencia intra e ínter específica; también plantean que este proceso rara vez ocurre de manera completa en la realidad, ya que hay limitaciones espaciales y temporales.

De acuerdo con Odum (1985), la sucesión primaria es un proceso de reemplazo de comunidad en un área determinada, dicho reemplazo recibe el nombre de Seré, por lo que las comunidad transitorias reciben el nombre de estadios Seriales o estadios pioneros y al llegar a un estadio más estable se le conoce como clímax el cual va a tener una larga permanencia sobre el área, a menos que esta sea afectada por perturbaciones de gran magnitud.

Flores (1977), sostiene que cuando un volcán hace erupción queda una gran cantidad de suelo cubierto con material de origen volcánico, el cual no permite la reproducción de las plantas. Sin embargo con el paso de los años, especies tales como líquenes rupícolas comienzan un lento pero efectivo trabajo en la descomposición de las rocas contribuyendo además el viento y la lluvia; estas primeras plantas van creando las condiciones para que otras como los helechos y gramíneas se vayan desarrollando hasta que llegue el momento que haya suelo para dar cabida a semillas de árboles, por lo que sería interesante llevar registros de cada época en la cual se observarían plantas distintas las cuales estarían acompañadas por diversos animales.

Por tales razones se ha determinado que durante los primeros estadios de una sere principalmente en una sucesión primaria el desarrollo es muy difícil ya que miembros de muy pocas organismos especializados pueden invadir el área, principalmente especies pioneras; sin embargo las que llegan modifican gradualmente el medio agregando materia orgánica y otras partículas al sustrato para permitir la entrada a otras especies y así se generan las diferentes etapas seriales (Duchaufour, 2002). Por lo que de esta manera Ainsworth & Bisby (1971), sostiene que en un

primer lugar los Líquenes son los primeros en comenzar a poblar un área que ha sido expuesta a una perturbación como es el caso de una erupción volcánica ya que estos solamente dominan en ecosistemas extremos, es decir en desiertos cálidos y fríos, donde la competencia de las plantas superiores no es posible; apareciendo sobre las rocas.

La última etapa de la sucesión se denomina clímax (agrupación climática) tipificada por lograr una máxima diversificación de los nichos ecológicos y diversidad específica, el ecosistema adquiere estabilidad y resistencia, los ciclos internos alcanzan autorregulación y son más complejos. Clements (citado por Kandus, 2003), ofrece una teoría clara acerca del fenómeno de sucesión en plantas y ésta dominó el pensamiento científico hasta la primera mitad del siglo XX; y definió la sucesión vegetal como una secuencia de reemplazo de comunidades de plantas en un proceso unidireccional y determinístico que involucra la convergencia de las comunidades hacia un estado de equilibrio o “clímax”, cuyas características son controladas exclusivamente por el clima regional.

Tansley (1935) a su vez, considera que los factores locales como tipo de roca y posición topográfica, pueden determinar un tipo de vegetación clímax que difiere de aquellas asociadas al clima regional; dentro de estos esquemas de tipo holístico Margalef (citado por Da Silva, 2002) define el proceso de sucesión vegetal en términos de atributos funcionales. En este sentido, Margalef desde la teoría de la información, considera la sucesión como un proceso de autoorganización que ocurre en todos los sistemas.

Odum (1985) por su parte, enumera una serie de tendencia sucesionales en los parámetros de las comunidades y ecosistemas (biomasa, diversidad) que describen la tendencia de cambio de los mismos hacia situaciones de máxima homeostasis; en contraposición al enfoque propuesto por Clements, Gleason (Philippe, 2003) quienes consideran que todo cambio en la composición de especies en un sitio constituye un proceso de sucesión vegetal, ya sean fluctuaciones o cambios florísticos direccionales, de tal manera que su visión reduccionista de las comunidades corresponde a una superposición fortuita de la distribución de especies, con rangos de tolerancia ambiental semejantes, haciendo énfasis en la importancia de los fenómenos escolásticos en el

proceso de cambio. Posteriormente, Whittaker (Citado por Kandus, 2003), asimilando los puntos de vista de Gleason y Tansley describe la vegetación clímax como una continua variación a través del paisaje, el cual varía también en forma continua.

Desde mediados de la década del 70, dos tendencias conceptuales principales dominaron el campo de la investigación acerca de la dinámica de la vegetación. Por una parte, se produjo un reemplazo de las explicaciones holísticas por aproximaciones reducidas y mecanicistas que enfatizan las causas próximas para explicar los cambios de la vegetación, particularmente relacionadas con el enfoque de la ecología de poblaciones. En segundo término, se reemplazan los paradigmas de equilibrio por aquellos de no equilibrio. En este esquema, son los procesos poblacionales los que determinan básicamente al patrón de las comunidades.

Estos procesos se expresan a través de mecanismos resultantes de propiedades individuales como capacidad de colonización, competencia o atributos vitales y también como mecanismos derivados de la interacción entre especies, en particular, los modelos de facilitación, inhibición y tolerancia propuestos por Connell y Slatyer (Citados por Odum, 1985). Refieren las predicciones en este marco, son derivadas empíricamente del conocimiento de los mecanismos que actúan en los cambios de la vegetación aplicados a localidades y situaciones particulares, en lugar de una aproximación deductiva derivada de una teoría universal.

En este sentido Colimbaum (1991), señala que una teoría ecológica sobre la sucesión no debe depender de las especies particulares presentes; sino que este autor, plantea que los procesos e interacciones poblacionales sólo pueden explicar algunos patrones de sucesión y no todos. La visión contemporánea de los cambios de la vegetación puede ser concebida como una visión “dinámica” en la cual no hay una premisa de estabilidad a largo plazo o de existencia de un punto final en la sucesión. En este esquema se incorporan los disturbios como un factor de gran importancia y se acepta como norma el cambio continuo de la vegetación.

De igual manera, en las dos últimas décadas un gran número de datos empíricos apoyan la idea actual de que el proceso de sucesión en un área determinada, puede seguir múltiples caminos ya que al considerar la multiplicidad de factores que actúan e interactúan durante los procesos de cambio (cambios climáticos

paulatinos, regímenes de disturbios, tal como una erupción volcánica, migración de individuos e interacciones poblacionales), surge que el estado de la vegetación en un sitio y en un momento determinado (por ejemplo en cuanto a la composición específica) es consecuencia de factores que actúa a diferentes escalas de tiempo y espacio, las cuales están íntimamente relacionadas .

Desde el punto de vista temporal, arbitrariamente se puede hablar de procesos a corto plazo (fluctuaciones), largo plazo (patrones de vegetación en milenios) y rangos de mediano plazo (décadas o centurias), entre los cuales se menciona el concepto de sucesión. Sin embargo, lo que a pequeña o mezo escala puede ser considerado como fluctuación, puede ser a mismo tiempo, un proceso de dinámica de mosaico a gran escala y, en promedio, los cambios de composición específica pueden ser despreciables (Malpartida, 2002).

Del mismo modo ocurre en el aspecto espacial. La dinámica de la vegetación puede ser concebida como un proceso de desarrollo y cambio a escala regional, en el paisaje, o en un área muy pequeña. Una comunidad puede ser un mosaico cambiante de parches de diferentes tamaños, edades, estructuras y composición. Esto significa que los patrones espaciales son de suma importancia para comprender los cambios ocurridos en las comunidades y no pueden ser ignorados como un ruido al azar (Odum, 1985).

### III. METODOLOGÍA

#### A. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL LUGAR

##### A. 1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

El Salvador, posee un área de 20,000 km<sup>2</sup> y se encuentra ubicado entre las coordenadas geográficas de 14° 03' 58" LN, límite con Honduras; 13° 25' 13" LN, límite con el océano Pacífico; 89° 09' 28" LWG, límite con Guatemala y 89° 37' 47" LWG, límite con Honduras y Nicaragua (IGN, 1985).

Se divide políticamente en 14 departamentos, los cuales a su vez se agrupan en tres regiones geográficas: Occidental, Central y Oriental; dentro de este agrupamiento el departamento de La Libertad pertenece a la región central la cual está limitado al norte por el departamento de Chalatenango, al noreste y este por el departamento de San Salvador; al sureste por los departamentos de La Paz y San Salvador; al sur por el Océano Pacífico; al suroeste por el departamento de Sonsonate y al noroeste por el de Santa Ana (Fig. No.1).

El área del departamento de La Libertad mide 1652.88 km<sup>2</sup>, al municipio de Quezaltepeque le corresponden 125.38 km<sup>2</sup> (ING., 1985), donde se hallan ubicados restos de material volcánico producto de la erupción del volcán de San Salvador conocidos como Lavas de Quezaltepeque.

Las lavas de Quezaltepeque, se encuentran limitadas al norte por San Pablo Tacachico (Departamento de La Libertad) y el Paisnal (Departamento de San Salvador; al noreste por Nejapa y Aguilares (Departamento de San Salvador), al sur por Colón y Nueva San Salvador (Departamento de La Libertad) y al este por San Matías y San Juan Opico (Departamento de La Libertad) ; entre las coordenadas: 13° 57' 08" (extremo septentrional ) y 13° 44' 22" LN (extremo meridional), 89° 13' 07" LWG (extremo oriental) y 89° 19' 42" LWG (extremo occidental).

Las lavas de Quezaltepeque, forman parte del Complejo El Playón, área ubicada dentro del Régimen de tenencia Reserva Nacional Estatal, con una extensión de 1583 ha y un área proyectada de 8000 ha; por lo cual se considera un área protegida (MARN, 2003); dentro de la cual se seleccionaron los sitios conocidos como Los Abriles, 14 y 15 de Marzo; y La Colombia Arriba, debido al gradiente altitudinal y por presentar menor actividad delictiva.

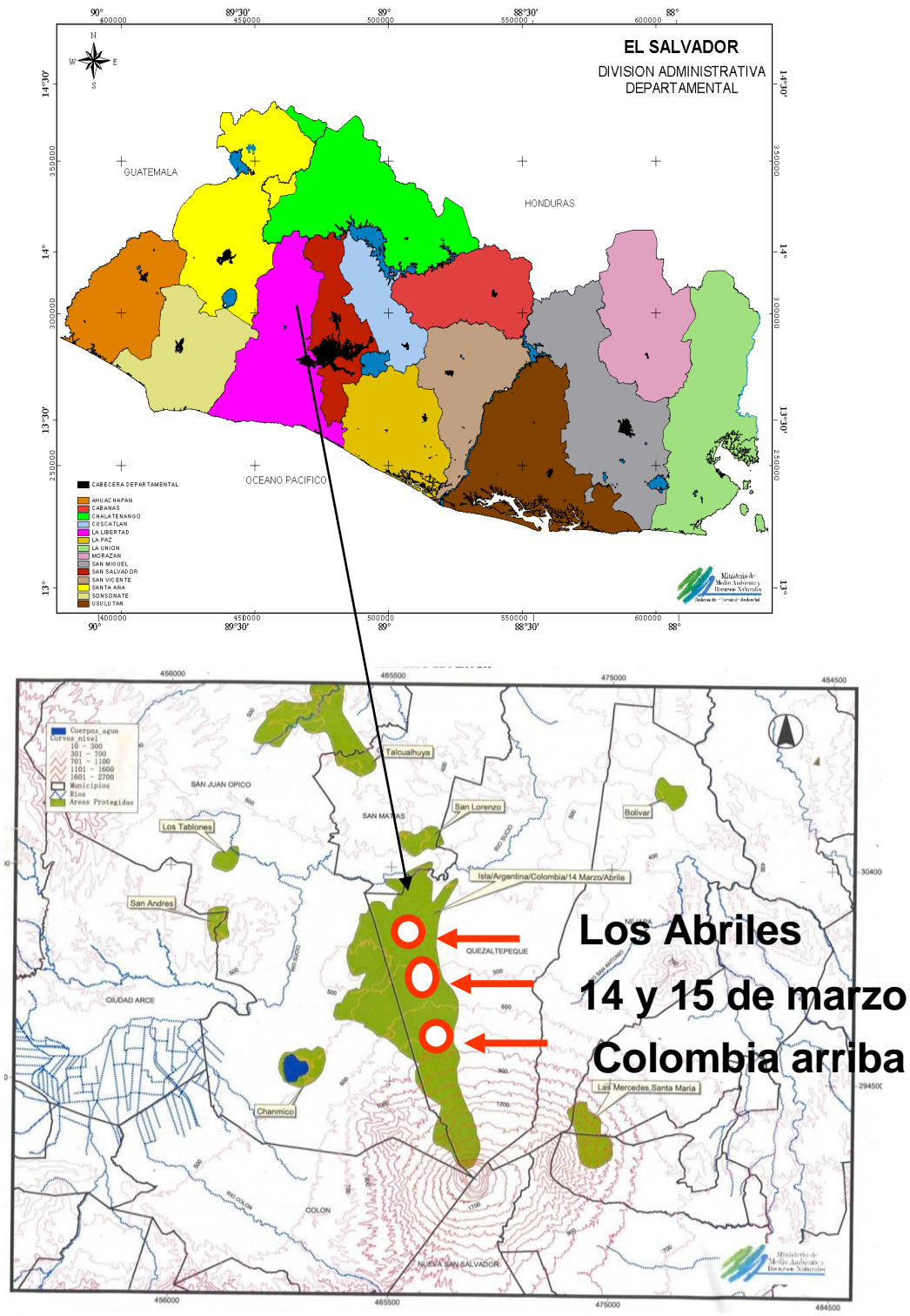


Fig. 1 Mapa de ubicación del área de estudio, Lavas de Quezaltepeque, Departamento de la Libertad. El Salvador.

## **B. DESCRIPCIÓN GENERAL DE FACTORES BIOTICOS Y ABIOTICOS.**

### **B.1 HIDROGRAFIA.**

El municipio de Quezaltepeque cuenta con un sistema hidrográfico conformado por los ríos: Sucio, Tacachico, Agua Caliente, El Chorro, Claro, Polonquillo; las quebradas: Los Planes, El Muerto, La Quebradona, El Remolino, Barranca del Zope, El Mal Paso, Dos Ceibas, Acayo o Ujushte, El Coyol, La Mica, El Chagüite, Segura, El Aguacate, El Salamo, El Copinol, Los Tuncos, Juilapa, Las Iguanas, El Tempisque o El Jute, Agua Caliente, El Zope, Santa Lucia, Los Obrajes, Santa Rosa, El Zapote, as Lajas, El Guitarrón, Las Tinajas, El Barillo, Agua Fría, El Cerezal, El Salamar, El Chagüite, Honda y El Salto.

### **B.2. RIOS PRINCIPALES DE QUEZALTEPEQUE:**

**B.2. a. SUCIO.** Este río realiza dos recorridos en el Cantón San Matías desde la desembocadura de la quebrada La Cruz, hasta la desembocadura de la quebrada La Mica en el municipio de Quezaltepeque. Uno de los recorridos tiene una extensión de 3.4 Km. y que sirve de límite municipal entre las poblaciones de dicho cantón, además une los caseríos de San Lorenzo y Pueblo Viejo; el segundo recorrido es de 6.5 Km. Otros afluentes importantes son El Claro, El Chorro, Agua Caliente, Polonquillo, Tacachico; y las Quebradas El Salamar, El Aguacate o Cerezal, El Aguacate, El Salamo, La Mica, Juilapa y las Tinajas.

**B.2. b. POLONQUILLO, PULUNCHILLO O POLONCUILO.** Este río nace 4 Km. al sur oeste de la ciudad de Quezaltepeque con el nombre de quebrada El Salto, haciendo un recorrido de sur a norte con una longitud de 7,7 Km. dentro de dicho municipio y desembocan en el río Sucio.

### **B.3. OROGRAFIA.**

De acuerdo con el (I.N.G., 1985), los rasgos orográficos más notables en el municipio de Quezaltepeque son los cerros El Cerrito y las Tunas; las lomas La Gloria, El Espino, Los Bueyes y las estribaciones del volcán de San Salvador.

También se presentan varias fases en la orografía general del área, formadas por diferentes tipos de suelo; tal como se observa en la tabla siguiente:

FASES EN LA OROGRAFÍA DE QUEZALTEPEQUE	TIPOS DE SUELO									
	An.	Re.	In.	En.	La.	Ar.R.	Al.	Li.	Gr.	Ve.
1. Fases de ondulada a lomadas	X	X	X	X						
2. Fases lomadas a montañosas accidentadas	X	X	X	X	X	X	X			
3. Fase ondulada a montañosas muy accidentada		X		X				X		
4. Fase pedregosa superficial, de ondulada a montañosas muy accidentada				X	X	X		X		
5. Fase de casi a nivel fuertemente lomadas					X	X	X	X	X	X

### Significado de Abreviaturas:

An.= Andosoles

Re.= Regosoles

In.= Inceptisoles

En.= Endisoles

La.= Latosoles

Ar.R.= Arcillo Rojizos

Al. = Alfisoles

Li.= Litosoles

Gr.= Grumosoles

Ve. = Vertisoles

### B.3. a. PRINCIPALES CERROS.

#### B.3. a. 1. EL CERRITO.

Se encuentra situado a 2.2 Km. al Sureste de la ciudad de Quezaltepeque, a una elevación de 613.69 m.s.n.m.

#### B.3. a. 2. LAS TUNAS.

Posee una elevación de 618 m.s.n.m. el cual está situado en el límite departamental, La Libertad-San Salvador, entre los municipios de Quezaltepeque y Aguilares, respectivamente a 12.2 kilómetros al Noreste de la ciudad de Quezaltepeque.



#### **B. 4. SUELOS.**

También es evidente el predominio de roca y lava basáltica, materiales piroclásticos, lavas andesíticas y basálticas así como aluviones con intercalaciones de materiales piroclásticos. Los tipos de suelo que predominan en el municipio de Quezaltepeque son: Regosoles, Inceptisoles, Endisoles, Latosoles, Arcillo Rojizos, Andosoles, Endisoles, Alfisoles, Inceptisoles Vertisoles.

#### **B.5. VEGETACION.**

Según el (I.N.G.; 1985), la vegetación presente la constituyen bosques identificados como Húmedo Subtropical Fresco, Bosque muy Húmedo Subtropical Caliente y Bosque muy Húmedo Montano Bajo. Las especies arbóreas más notables son “ciprés”, “guarumo”, “níspero”, “liquidámbar”, “morro”, entre otros; y según el (SNET, 2004) esta identificada como Bosque húmedo subtropical, transición a Tropical.

#### **B. 6. PAISAJES.**

Corresponde a los Grandes Paisajes Fosa Central y Cadena Volcánica Reciente; presenta sucesiones de vegetación sobre lavas de diferentes edades.

#### **B. 7. CLIMA.**

El clima del municipio de Quezaltepeque se identifica como clima de Tierra Caliente y Tierra Templada; donde la precipitación pluvial anual oscila entre 1,600 a 2,000 mm: en un rango altitudinal de 550 - 1330 msnm que incluye la zona de Vida de Bosque Húmedo Subtropical; vegetación presente con predominancia de bosque caducifolio (I. N. G., 1985).

### C. Cronología de erupciones del volcán de San Salvador (Boquerón o Quezaltepeque)

AÑO	EVENTO	FUENTE
<b>1917</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Erupción del cráter del Boquerón.</li> <li>2. Formación de una columna eruptiva y desecación de la laguna que ocupaba el fondo del cráter.</li> <li>3. Emisión de un flujo de lava desde el flanco noreste del Boquerón que se desplazo hasta la ubicación actual de Quezaltepeque.</li> </ol>	Meyer – Abich, 1956
<b>1768</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Erupción del Boquerón.</li> </ol>	Jovel Díaz, 2004
<b>1671</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Erupción del Boquerón. Incierta.</li> </ol>	Misión Italiana, 1988
<b>1659</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Erupción del volcán adventicio El Playón, al norte del volcán de San Salvador</li> </ol>	Larde, 1917; Larde y Larín, 1950; Sapper, 1926; Meyer – Abich, 1956
<b>1575</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Presencia de una fumarola en el cráter del Boquerón.</li> </ol>	Palacio, 1576; Meyer – Abich, 1956
<b>1050</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Erupción explosiva freatomagmática del Boquerón.</li> <li>2. Formación del depósito conocido como Talpetate.</li> </ol>	Hart, 1983
<b>0590</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Erupción del cráter de explosión adventicio laguna Caldera, ubicado al noreste del complejo volcánico de San Salvador.</li> <li>2. Emisión de piroclastos que dan lugar a la tefra de Joya de Cerén.</li> </ol>	Hart, 1983

## **D. METODOLOGIA DE CAMPO**

### **D.1. a. ANALISIS CUALITATIVO.**

La investigación en las Lavas de Quezaltepeque se realizó en un período de 40 semanas, de las cuales una fue de reconocimiento general de la zona y el resto para desarrollar el muestreo durante los meses de diciembre de 2003 a julio de 2004.

Para la obtención de la información cualitativa y cuantitativa de dicho ecosistema se utilizó el método del cuadrado o cuadrícula, propuesto por Cruz Pérez, 1974; Rosales & Salazar, 1976; Ventura Centeno, 1980; Hernández Osorio, 1985; Álvarez, 1997; Amaya Chicas, 1996 y Guerra Ascencio, 1998.

Este método puede variar en forma y tamaño de acuerdo con la vegetación y con los objetivos del estudio; en este caso particular, según el hábito o forma de vida se establecieron cuatro unidades de muestreo de diferente tamaño de la manera siguiente (Anexos No.1, 1a, 1b, 1c. y 1d.):

1. Árboles: Se establecieron franjas longitudinales de 10 x 50m (500 m<sup>2</sup>).
2. Arbustos: Cuadrículas de 10 x 10m (100 m<sup>2</sup>),
3. Hierbas y pteridofitos: Cuadrículas de 1 x 1 m (1 m<sup>2</sup>),
4. Para líquenes y musgos cuadrículas de 10X10 cm. (100 cm<sup>2</sup>).

Dentro de cada una de las cuadrículas antes mencionadas se realizó el inventario de cada uno de los individuos presentes con el propósito de describir la composición y estructura, así como su densidad, cobertura y frecuencia de las especies (Anexo No.2, 3, y 4), destacando la importancia de cada una de ellas; ya que, según (Alvarado Ferman *et al.*, 1994), este es uno de los métodos más confiables y adecuados para determinar las características cualitativas y cuantitativas de la vegetación, en un área determinada; ya que el tamaño y forma pueden variar dependiendo de las condiciones del área, así como de el tipo de vegetación que se va a estudiar.

### **D. 1. b. ANALISIS CUANTITATIVO**

Todos los datos obtenidos en la fase de la ejecución de la metodología se analizaron mediante fórmulas estadísticas para conocer el desarrollo de la sucesión primarias; como también conocer cual es el estado actual de composición florística de la zona en estudio; aplicando la frecuencia y la densidad en términos absolutos y

relativos, a través de las formulas propuestas por Cruz Pérez (1974) y Franco López (1995); las cuales se plantean a continuación:

**Frecuencia absoluta (Fab.):** número de veces que se repite un individuo.

**Densidad absoluta (Dad):** número total de individuos de cada especie.

**Frecuencia relativa:**

$$\text{Fr.} = \frac{\text{No. de cuadrículas de ocurrencia de cada especie}}{\text{No. de cuadrículas de ocurrencia de todas las especies}} \times 100$$

**Densidad relativa**

$$\text{Dr.} = \frac{\text{No. de individuos de cada especie}}{\text{Total de individuos de todas las especies muestreadas}} \times 100$$

#### **D. 1. c. ANALISIS CLIMATOLÓGICO**

Para conocer la influencia de los factores climatológicos en el desarrollo de la sucesión primaria en las lavas de quezaltepeque, a falta de una estación meteorológica en la zona, se utilizaron los datos obtenidos durante el año de 2004, proporcionados por la estación más cercana, siendo esta la ubicada en San Andrés, La Libertad.

Los datos climatológicos analizados son: Temperatura en °C (Máxima, Mínima; Promedio, Absolutas Máxima, Mínima, Húmeda promedio y Húmeda relativa); Precipitación en mm.; Luz solar h/día, Evapotranspiración potencial en mm.; Velocidad del viento media en Km. / h., Rumbo dominante del viento y Nubosidad en oktas. (Fuente SNET, 2005).

## IV. RESULTADOS

Como resultado de la investigación realizada en las lavas de Quezaltepeque, durante un periodo de 40 semanas (diciembre 2003 a julio 2004), se reportan un total de 23 familias, 39 géneros y 42 especies (14 especies indeterminadas) se establece en el Cuadro No. 1 y Gráfico No.1.

Así mismo, la composición florística de vasculares no superiores, está formada por 3 familias de Líquenes con 6 géneros, 6 especies (5 indeterminadas); 1 familia de musgos, con 1 solo género y 1 especie (indeterminada); dentro de las vasculares inferiores (*Psilotaceae*, *Equisetaceae*, *Selaginellaceae*, *Lycopodiaceae* y los *Pteridofitos* o helechos verdaderos) se reportan para *Selaginellaceae* 1 género y 1 especie; los Pteridofitos, 2 familias, 5 géneros y 7 especies (2 indeterminadas); y dentro de las Vasculares Superiores 16 familias, 26 géneros, 26 especies (4 indeterminadas) se establece en el (Cuadro No. 1 y Gráfico No.1).

Se reportan cinco estadios de desarrollo para la sucesión primaria; siendo estos: el primero, de líquenes Cuadro No. 2 y Gráfico No. 2; el segundo estadio formado por los musgos, tal como se muestra en el Cuadro No. 3 y gráfico No 3; el tercero se identifica por la presencia de Pteridofitos Cuadro No. 4 y Gráfico No. 4. El cuarto identificado por la presencia de herbáceas Cuadro No. 5 y Gráfico No. 5; y en el quinto se reconoce la presencia de arbustos y árboles de porte bajo Cuadro No. 6 y Gráfico No. 6. Así mismo, se muestra la relación entre cada uno de los estadios para conocer el desarrollo total de la sucesión como un conjunto Cuadro No. 7 y Gráfico No. 7.

Dentro de cada estadio se reportan formas de vida y especies dominantes; así: para el estadio de líquenes se reportan 4 familias: *Parmeliaceae* (foliosos) con el 14% de los géneros reportados, dentro de la cual *Rimelia reticulata* es dominante en cobertura con 29.29%; *Lecanoraceae* (costrosos) con el 5%; *Physciaceae* (foliosos) y *Stereocaulaceae* (fruticoso) con el 2% respectivamente, siendo la familia *Parmeliaceae* (Foliosos) la más diversa y a la vez la dominante con 6 géneros y 6 especies (actualmente indeterminadas) (Cuadro No. 2 y Gráfico No. 1, 2). Es interesante notar que a pesar de que la familia *Lecanoraceae*, no presenta el mayor número de géneros;

pero si, en términos de cobertura es la dominante, ya que *Buellia cinereo-caesia* (Fotografía. No. 1) cubre el 23.22% del área inventariada.

Como segundo estadio de desarrollo de la sucesión primaria, se identifican según varios autores la presencia de musgos y hepáticas, pero en esta investigación sólo se reporta el género *Polytrichum sp.*, (Fotografía. No.2) con un 2% del total de los géneros reportados, el cual pertenece a la familia Polytrichaceae; y dentro del espacio inventariado se reportó con un 100% de frecuencia y cobertura (Cuadro No. 3 y Gráfico No. 3).

Como parte del tercer estadio, las vasculares inferiores (Psilotaceae, Equisetaceae, Selaginellaceae, Lycopodiaceae y los Pteridofitos o helechos verdaderos); de los cuales solamente se reportan la familia Sellaginellaceae con un solo género *Selaginella cuspidata* (Fotografía. No.3), el cual representa el 2% del total de géneros y dentro de los Pteridofitos, dos familias: Adiantaceae con 3 géneros y 3 especies (una indeterminada), de los cuales *Cheilantes brachiopus* (Fotografía. No. 4) es el más dominante por lo que esta familia representa el 7% del total de géneros; y Thelipteridaceae con un género y una especie con el 2% del total de los géneros reportados (Cuadro No. 4 y Gráfico No. 4).

La presencia de vasculares superiores o embriofitas, indica el desarrollo del cuarto estadio de la sucesión primaria; el cual se divide en tres etapas:

**I. La primera de herbáceas** representada por la familia Asteraceae con el 12%, dentro de los cuales *Vervesina ovalifolia*, domina con 11.1% y 6.45% de frecuencia y densidad relativas, respectivamente; la Poaceae con el 10% de los géneros reportados, siendo la dominante *Melinis minutiflora* (Fotografía. No. 5) con el 8.9% y 10.6 % de frecuencia y densidad relativa; Cyperaceae, Orchidaceae y Mimosaceae con 5%; Loasaceae, Bromeliaceae, Commelinaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae y Scrophulariaceae, con el 2% de los géneros reportados para cada una de ellas (Cuadro No. 5 y Gráfico No. 5).

**II. La segunda etapa** identificada por la presencia de **arbustos achaparrados**; dentro de los cuales se reporta a *Hipochoeris glabra* de la familia Asteraceae.

**III. La tercera etapa** dominada por la presencia **de árboles de poca altura**, de las familias: Moraceae con el 5% de los géneros reportados; Cochlospermaceae

Apocynaceae y Burseraceae con un solo género, lo cual les asigna un 2% de los géneros reportados para cada una de ellas (Cuadro No. 6 y Gráfico No. 6).

Al observar el Cuadro No. 7, es evidente el dominio de las herbáceas; lo cual se confirma al observar el gráfico No. 7.

Con relación al análisis climatológico, se pudo establecer que la zona de La Libertad para el año 2004, tuvo una precipitación anual de 1644 mm.; la cual osciló entre los rangos de 4 mm., para los meses más secos de enero y febrero y la máxima para el mes de junio de 317 mm. (Cuadro No. 8 y Gráfico No. 8).

La temperatura máxima absoluta oscila entre los 35 y los 40 °C; la mínima absoluta entre los 12 y los 18 °C; y la promedio entre los 22 y 27 °C (Cuadro No. 8 y Gráfico No. 9).

En los Cuadros Nos. 8, 8a y el Gráfico No. 10, se observa la diferencia en la precipitación (mm.) durante los años 1978 y 2004; habiendo una diferencia significativa de 639 mm.

Con relación a los valores de evapotranspiración potencial (mm.) y humedad relativa (%); para los meses más secos, se observa que durante los meses más secos es mayor la evapotranspiración potencial y menor durante los meses de mayor precipitación (Gráfico No. 10).

Con relación a la nubosidad y la intensidad de la luz solar en la zona, se establece en el Cuadro No. 8 y Gráfico No. 10 que existe una relación inversa entre ambos elementos ya que a menor nubosidad existe mayor luminosidad horaria por día.

**Cuadro No. 1. Composición florística en las lavas de Quezaltepeque, La Libertad, durante el período de diciembre de 2003 a Julio de 2004.**

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Fenología			
			H.	Fl.	Fr.	Esp.
Adiantaceae	<i>Anemia</i> sp.	"anemia"	X			
	<i>Cheilantes brachyopus</i> ( Kunze ) kunze	"helecho"	X			
	<i>Doryopteris nobilis</i> (Moore C. Chr.)	"helecho"	X			
Apocynaceae	<i>Plumeria acutifolia</i> (Poir)Wordson	"flor de mayo"	X	X		
Asteraceae	<i>Hypochoeris glabra</i> L.		X			
	<i>Montanoa hibiscifolia</i> Benth	"chimaliote"	X			
	<i>Pectis multiflosculosa</i> . (DC.) Sch.	"nido de paloma"	X			
	<i>Thinantha erecta</i> L.	"flor amarilla"	X	X		
	<i>Verbesina ovatifolia</i> A. Gray	"vara hueca"	X	X		
Bromeliaceae	<i>Araeococcus</i> sp (No reportada para E S)	"piñuela"		X		
Burseraceae	<i>Bursera Simaruba</i> L.	"palo Jiote"	X			
Cochlospermaceae	<i>Cochlospermum Vitifolium</i> Willd	"tecomasucho"	X			
Convolvulaceae	<i>Ipomoea quamoclit</i> L.	"condeamor"	X	X		
Commelinaceae	<i>Callisia repens</i> L.	"zacate"	X	X		
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp	"coyolillo"				
	<i>Rhynchospora tenuis</i> Link	"coyolillo"	X			
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp.	"golondrina"	X			
Lecanoraceae	<i>Buelia cinereo caesia</i> Bouly de lerd	"liquen"				X
	<i>Candelina</i> sp	"liquen"				X
Loasaceae	<i>Gronovia scandens</i> L.	"pan caliente"	X	X	X	
Mimosaceae	<i>Inga calderonia</i> Standl	"pepeto"	X	X	X	
	<i>Mimosa pudica</i> L.	"dormilona"	X			
Moraceae	<i>Ficus americana</i> Aubl.	"niguillo"	X		X	
	<i>Ficus pertusa</i> L.	"amate"	X		X	
Orchidaceae	<i>Cyrtopodium punctatum</i> (L.) Lindl	"orquídea de peña"	X			
	<i>Pelexia roseoalba</i> Rchb	"orquídea"	X			
Parmeliaceae	<i>Parmotrema</i> sp1	"liquen"				X
	<i>Parmotrema</i> sp2	"liquen"				X
	<i>Parmotrema</i> sp3	"liquen"				X
	<i>Rimelia reticulata</i> (Tayl.) Hale& Fletcher	"liquen"				X
	<i>Xantoparmelia plittii</i> (Guelnik)Hale	"liquen"				X
	<i>Usnea</i> sp	"liquen"				X
Physciaceae	<i>Heterodermia</i> sp	"liquen"				X
Poaceae	<i>Calamagrostis vulcania</i> swallen	"zacate"	X	X	X	
	<i>Festuca</i> sp	"zacate"	X	X	X	
	<i>Melinis minutiflora</i> Beauv.	"zacate gordura"	X	X	X	
	<i>Phragmites</i> sp	"zacate"	X	X	X	
Polytrichaceae	<i>Polytrichum</i> sp	"musgo"				X
Scrophulariaceae	<i>Ruselia sarmentosa</i> Jacq.	"musgo"	X			
Selaginellaceae	<i>Selaginella cuspidata</i> Spring.	"selaginela"	X			
Stereocaulaceae	<i>Stereocaulon</i> sp	"liquen"				X
Thelypteridaceae	<i>Macrotheliptheris torresiana</i> (Cau.) Cheng	"helecho"	X			



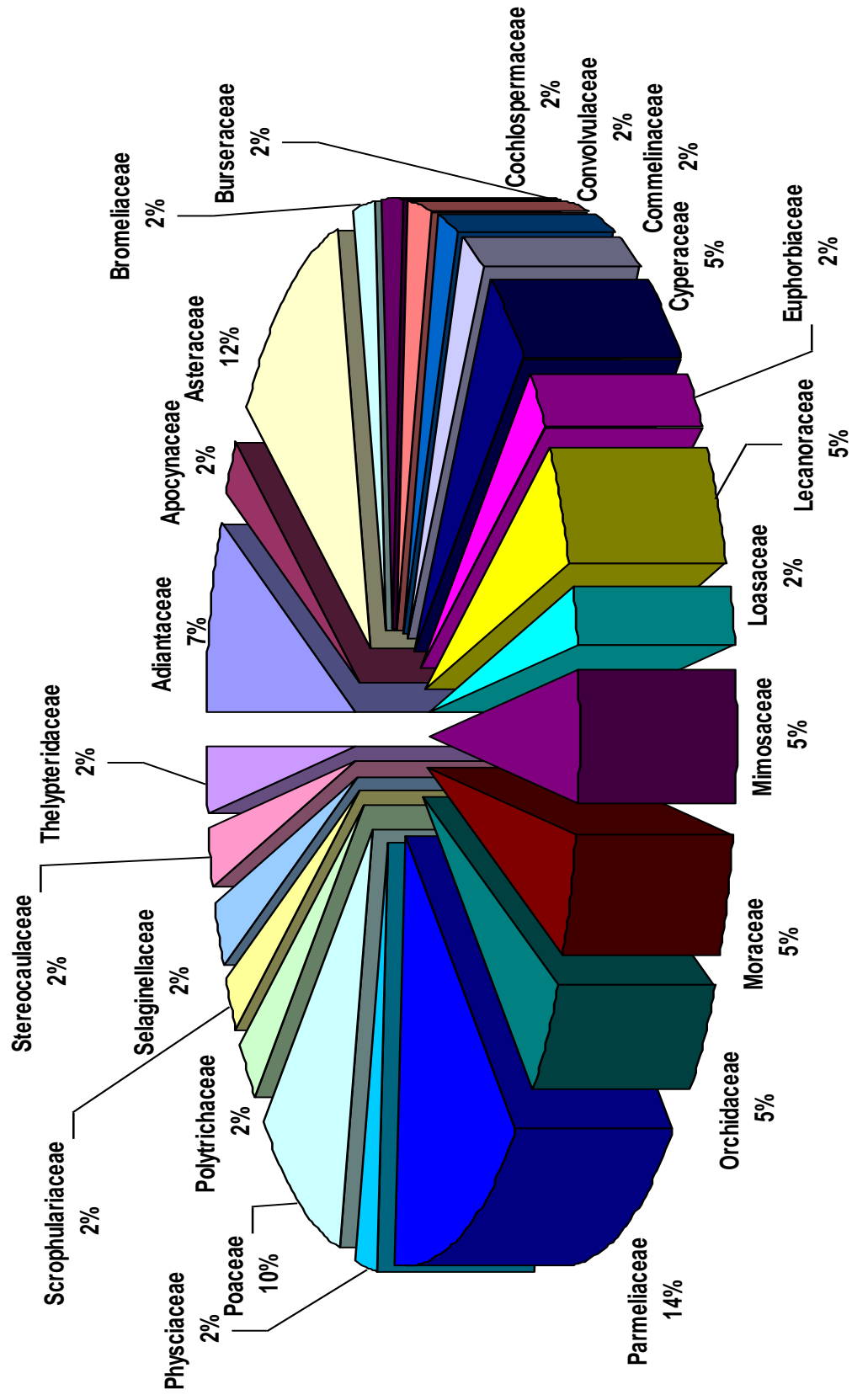
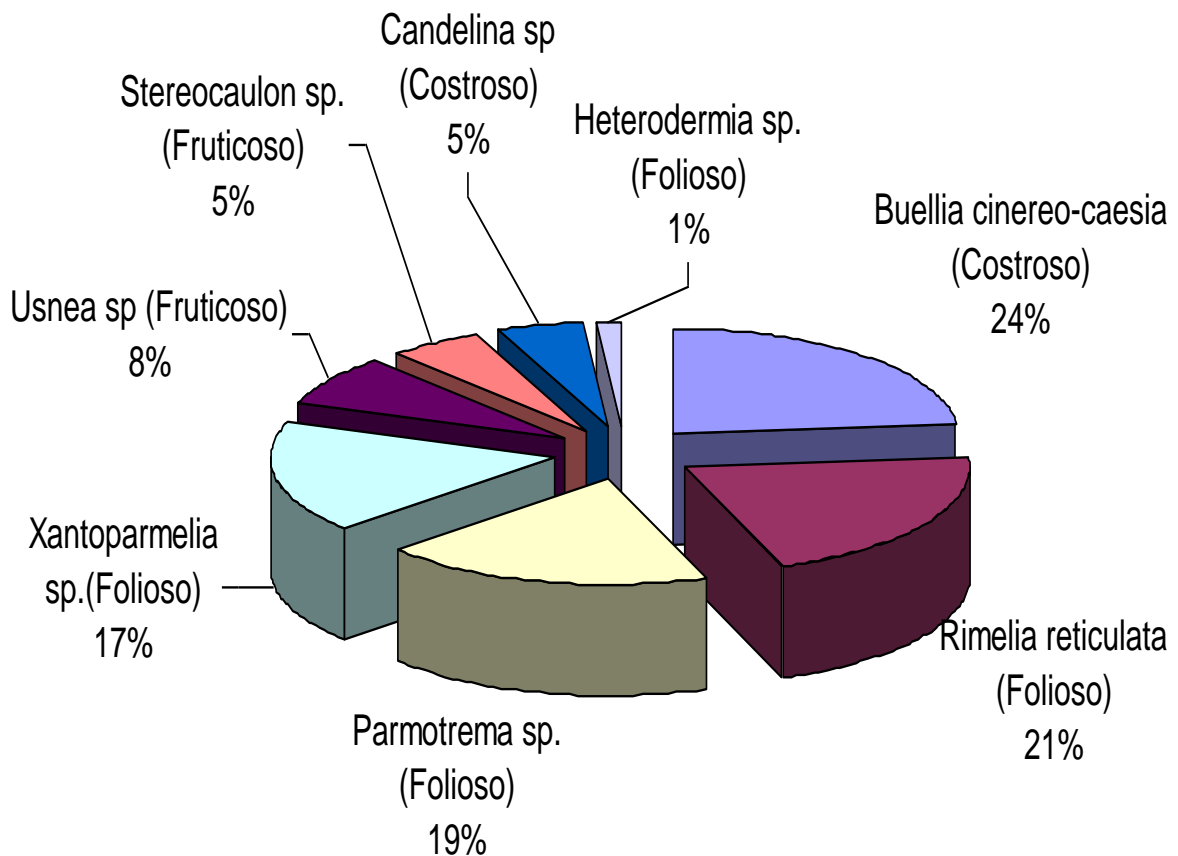


Gráfico No.1. Porcentajes de géneros y especies por familia según la composición florística en las lavas de Quezaltepeque.

**Cuadro No. 2. Composición florística del segundo estadio liquenico de las lavas de Quezaltepeque La Libertad, durante el período de diciembre de 2003 a Julio de 2004.**

Familia	Nombre científico	Fa	Fr. %	Cob. ab. (Cm2)	Cob. %
Lecanoraceae	<i>Candelina</i> sp	8	5,16	800	5,16
	<i>Buellia cinereo-caesia</i>	36	<b>23,22</b>	3600	<b>23,22</b>
Parmeliaceae	<i>Parmotrema</i> sp	29	<b>18,7</b>	2900	<b>18,7</b>
	<i>Rimelia reticulata</i>	33	<b>21,29</b>	3300	<b>21,29</b>
	<i>Xantoparmelia plittii</i>	27	<b>17,41</b>	2700	<b>17,41</b>
	<i>Usnea</i> sp	2	1,29	1200	7,74
Physciaceae	<i>Heterodermia</i> sp	12	7,74	200	1,29
Stereocaulaceae	<i>Stereocaulon</i> sp	8	5,16	800	5,16
<b>Total 4 Familias</b>	<b>8 géneros, 3 especies, 5 indet.</b>	<b>155</b>	<b>99,97</b>	<b>15,500</b>	<b>99,97</b>



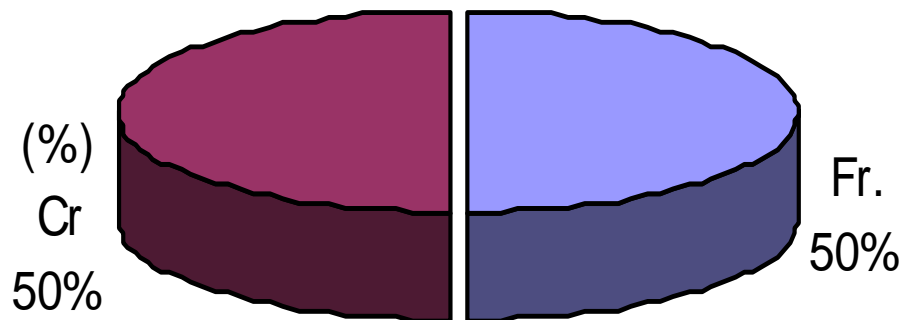
**Gráfico No. 2. Cobertura relativa de la composición liquenica en el primer estadio en la sucesión primaria de las lavas de Quezaltepeque, 2004.**



**Fotografía No. 1. *Buellia cinereo-caesia*, Liquen dominante en el segundo estadio de la sucesión primaria en las lavas de Quezaltepeque.**

**Cuadro No. 3. Composición florística de los musgos presentes en el tercer estadio de la sucesión primaria. La Libertad, durante el período de diciembre de 2003 a Julio de 2004.**

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Fa	Fr.	Cab. (cm <sup>2</sup> )	Cab (%)
Polytrichaceae	<i>Polytrichum</i> Sp	"musgo"	60	100	6000	100



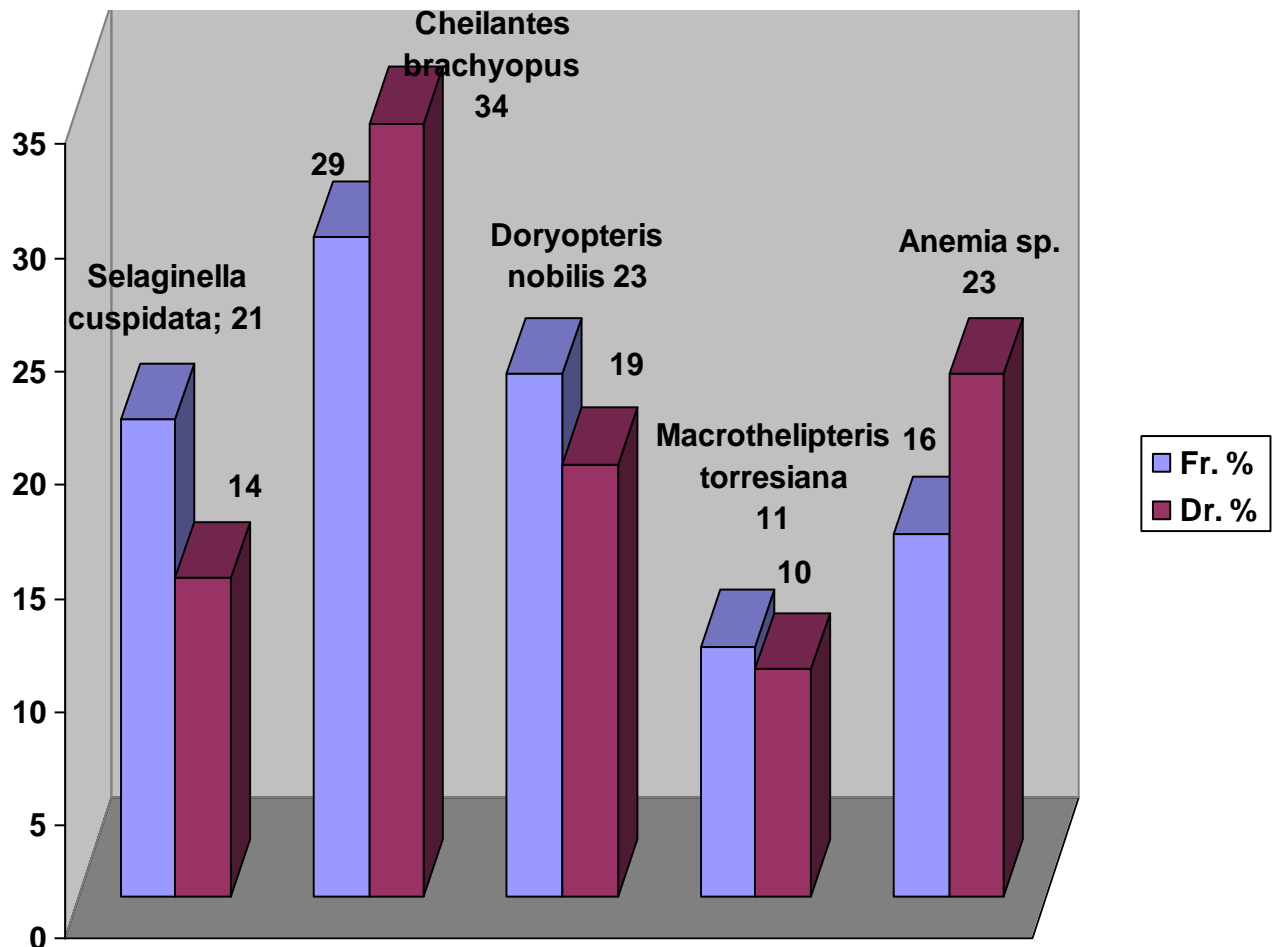
**Gráfico No. 3. Frecuencia y cobertura del único género (*Polytrichum* sp.) reportado para el segundo estadio (musgos) de la sucesión primaria en las Lavas de Quezaltepeque.**



**Fotografía No. 2. *Polytrichum* sp. Musgo dominante el tercer estadio de la sucesión primaria**

**Cuadro No. 4. Composición florística de vasculares inferiores presentes en el cuarto estadio de la sucesión primaria en las lavas de Quezaltepeque, La Libertad, durante el período de diciembre de 2003 a Julio de 2004.**

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Fa	Da	Fr. %	Dr. %
Selaginellaceae	<i>Selaginella cuspidata</i>	"selaginela"	29	38	21	14
Adiantaceae	<i>Cheilantes brachyopus</i>	"helecho"	40	93	29	34
	<i>Doryopteris nobilis</i>	"helecho"	33	52	23	19
	<i>Anemia sp</i>	"anemia"	23	65	16	23
Thelipteridaceae	<i>Macrotherolepsis torresiana</i>	"helecho"	15	29	11	10
<b>Totales</b>			<b>140</b>	<b>277</b>	<b>100</b>	<b>100</b>



**Gráfico No. 4. Frecuencia y densidad absoluta y relativa de las diferentes especies de vasculares inferiores presentes en el cuarto estadio de la sucesión primaria en las lavas de Quezaltepeque, La Libertad, durante el período de diciembre de 2003 a Julio de 2004.**



Fotografía a No. 3. *Selaginella cuspidata*, dominante en la sucesión primaria de las lavas de Quezaltepeque.



Fotografía No. 4. *Cheilantes brachyopus*, helecho dominante en la sucesión primaria de las lavas de Quezaltepeque.

**Cuadro No. 5. Composición florística presentes en el cuarto estadio (herbáceo) de la sucesión primaria en las lavas de Quezaltepeque, La Libertad, durante el período de diciembre de 2003 a Julio de 2004.**

<b>Familia</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Fa</b>	<b>Fr. %</b>	<b>Da</b>	<b>Dr. %</b>
Commelinaceae	<i>Calamasroatis vulcanica</i>	"zacate"	6	6,66	20	<b>9,21</b>
Poaceae	<i>Callista repens</i>	"zacate"	5	5,55	18	8,3
	<i>Festuca</i> sp.	"zacate"	4	4,44	15	<b>6,91</b>
	<i>Melinis minutiflora</i>	"zacate gordura"	8	8,9	23	<b>10,6</b>
	<i>Phragmites</i> sp.	"zacate"	6	6,66	11	5,06
Loasaceae	<i>Gronovia scandens</i>	"pan caliente"	4	4,44	6	2,76
Mimosaceae	<i>Mimosa pudica</i>	"dormilona"	2	2,22	4	1,84
Asteraceae	<i>Hypochoeris glabra</i>		4	4,44	5	2,3
	<i>Montanoa hibiscifolia</i>	"chimaliote"	2	2,22	4	1,84
	<i>Pectis multiflosculosa</i>	"nido de paloma"	8	8,9	11	5,06
	<i>Thinantha ereck</i>	"flor amarilla"	6	6,66	8	3,7
	<i>Verbesina ovatifolia</i>	"vara hueca"	10	11,11	14	<b>6,45</b>
Convolvulaceae	<i>Ipomoea quamoclit</i>	"cundeamor"	3	3,33	8	3,7
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce hirta</i>	"golondrina"	5	5,55	6	2,76
Scrophulariaceae	<i>Ruselia sarmentosa</i>		2	2,22	5	2,3
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp.	"coyolillo"	5	5,55	15	<b>6,91</b>
	<i>Rhynchospora tenuis</i>		3	3,33	9	4,14
Orchidaceae	<i>Cyrtopodium punctatun</i>	"orquídea de peña"	2	2,22	16	<b>7,4</b>
	<i>Pelexia roseoalba</i>	"orquídea"	2	2,22	10	4,6
Bromeliaceae	<i>Araeococcus</i> sp.		3	3,33	9	4,14
<b>Totales</b>			<b>90</b>	<b>99,95</b>	<b>217</b>	<b>99,98</b>

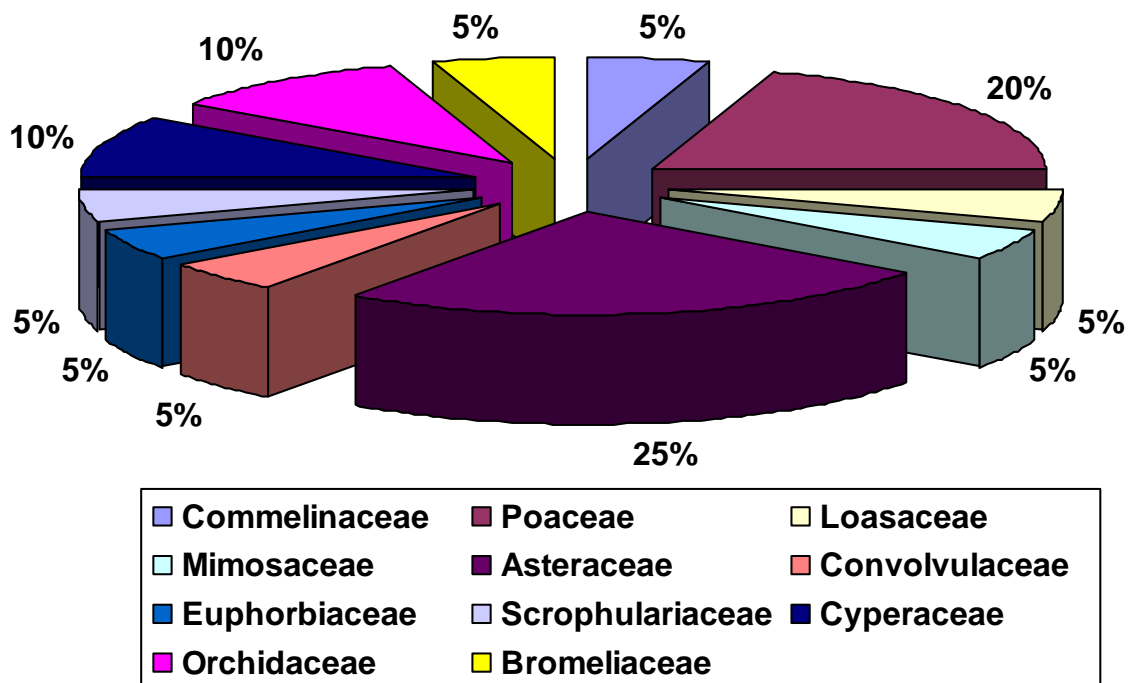


Gráfico No. 5. Porcentajes de especies por familia presentes en el quinto estadio (herbáceo) identificado en la sucesión primaria en las lavas de Quezaltepeque, La Libertad, durante el período de diciembre de 2003 a Julio de 2004.



Fotografía No. 5. *Melinis minutiflora* Beauv, Poaceae dominante en el quinto estadio de la sucesión primaria de las lavas de Quezaltepeque.

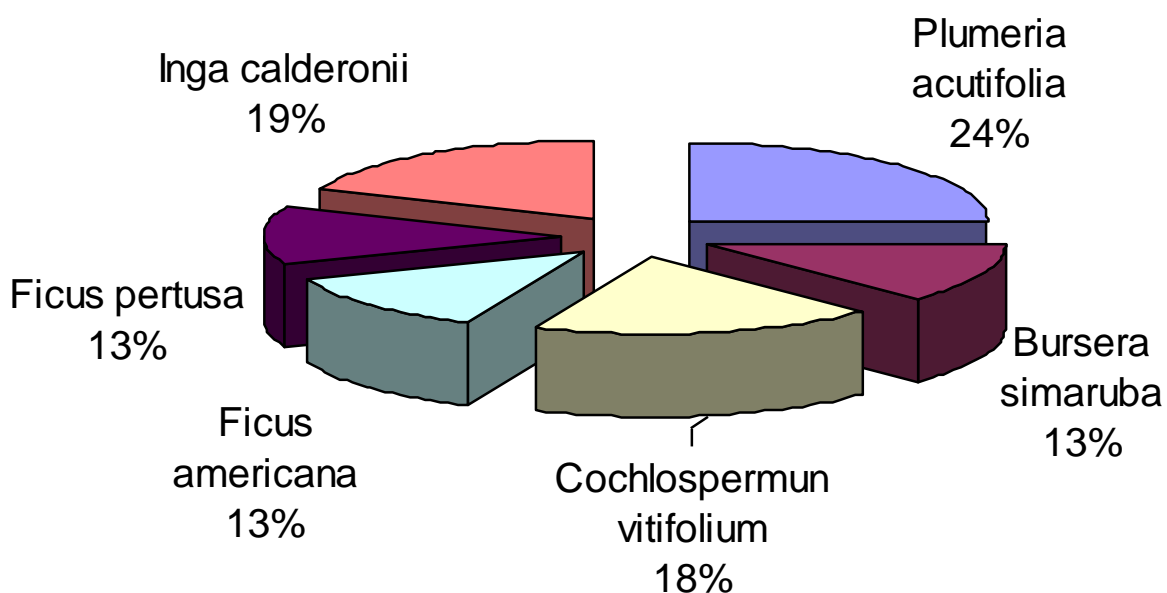




**Fotografía No.6. *Areaeoccus* sp “bromelia” especie no reportada para El Salvador dentro del quinto estadio de la sucesión primaria.**

**Cuadro No. 6. Frecuencia y Densidad en términos absolutos y relativos de la composición florística del quinto estadio (arbóreo) de la sucesión primaria en las lavas de Quezaltepeque, La Libertad, durante el período de diciembre de 2003 a Julio de 2004.**

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Fa	Fr. %	Da	Dr. %
Apocynaceae	<i>Plumeria acutifolia</i>	"flor de mayo"	4	25	3	18,75
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	"palo Jiote"	2	12,5	4	25
Cochlospermaceae	<i>Cochlospermun vitifolium</i>	"tecomasuche"	3	18,75	2	12,5
Moraceae	<i>Ficus americana</i>	"niguillo"	2	12,5	3	18,75
Moraceae	<i>Ficus pertusa</i>	"amate"	2	12,5	2	12,5
Mimosaceae	<i>Inga calderonia</i>	"pepeto"	3	18,75	2	12,5
			<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>



**Gráfico No. 6. Frecuencia y Densidad relativa de la composición florística del quinto estadio (arbóreo) de la sucesión primaria en las lavas de Quezaltepeque, La Libertad, durante el período de diciembre de 2003 a Julio de 2004.**



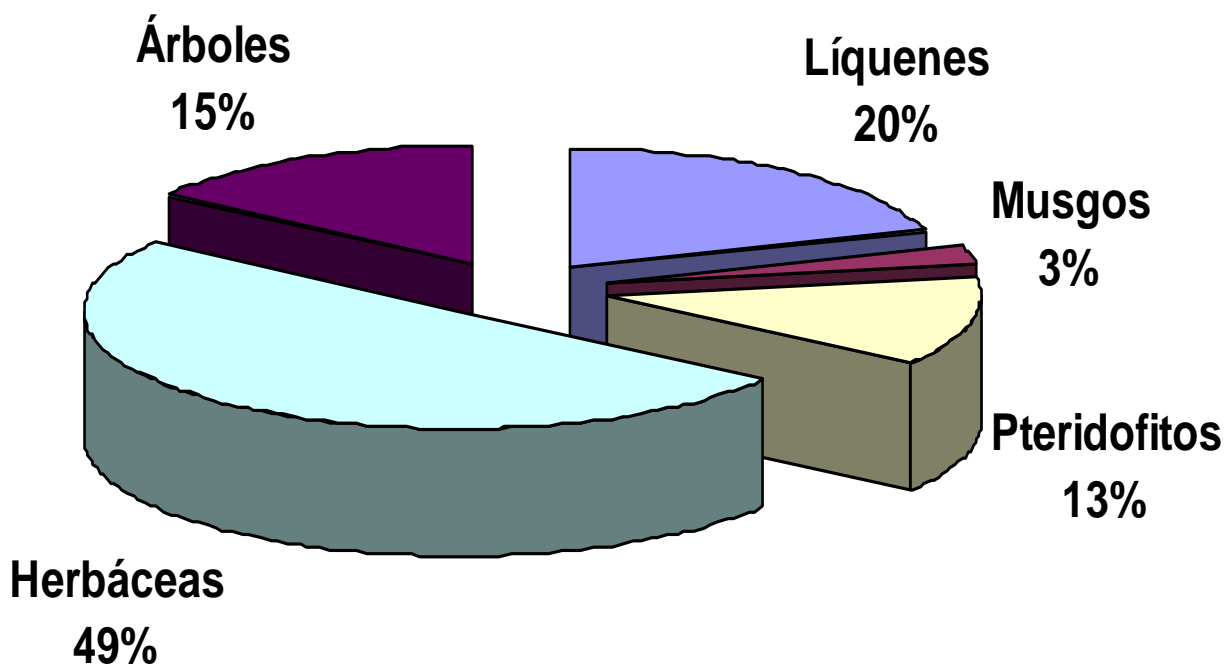
Fotografía No.7. *Bursera simaruba* L, especie dominante del quinto estadio de los árboles de porte bajo presentes en la sucesión primaria en las lavas de Quezaltepeque.



Fotografía No. 8. *Plumeria acutifolia* (Poir) Worson, especie reportada para del quinto estadio de los árboles de porte bajo presentes en la sucesión primaria en las lavas de Quezaltepeque.

**Cuadro No. 7. Número de Especies para cada una de las formas de vida, reportada en los cinco estadios identificados en la sucesión primaria en las lavas de Quezaltepeque, La Libertad, durante el período de diciembre de 2003 a Julio de 2004.**

Formas de vida	Número de Especies (%)
Líquenes	8
Musgos	1
Pteridofitos	5
Herbáceas	20
Árboles	6



**Gráfico No. 7. Porcentajes de especies presente por estadio identificado, en la sucesión primaria de las lavas de Quezaltepeque, 2004.**

Cuadro No. 7a. Número de Especies para cada una de las formas de vida, reportada en los cinco estadios identificados en la sucesión primaria

Formas de vida	Número de Especies
Líquenes	8
Musgos	1
Pteridofitos	5
Vasculares superiores:	26
1. Herbáceas	19
2. Arbustos achaparrados	1
3. Árboles de bajo porte.	6

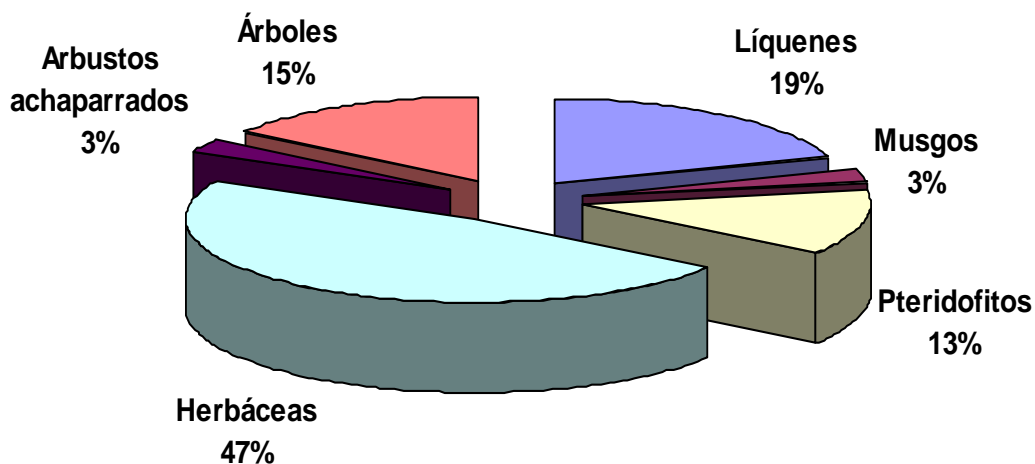
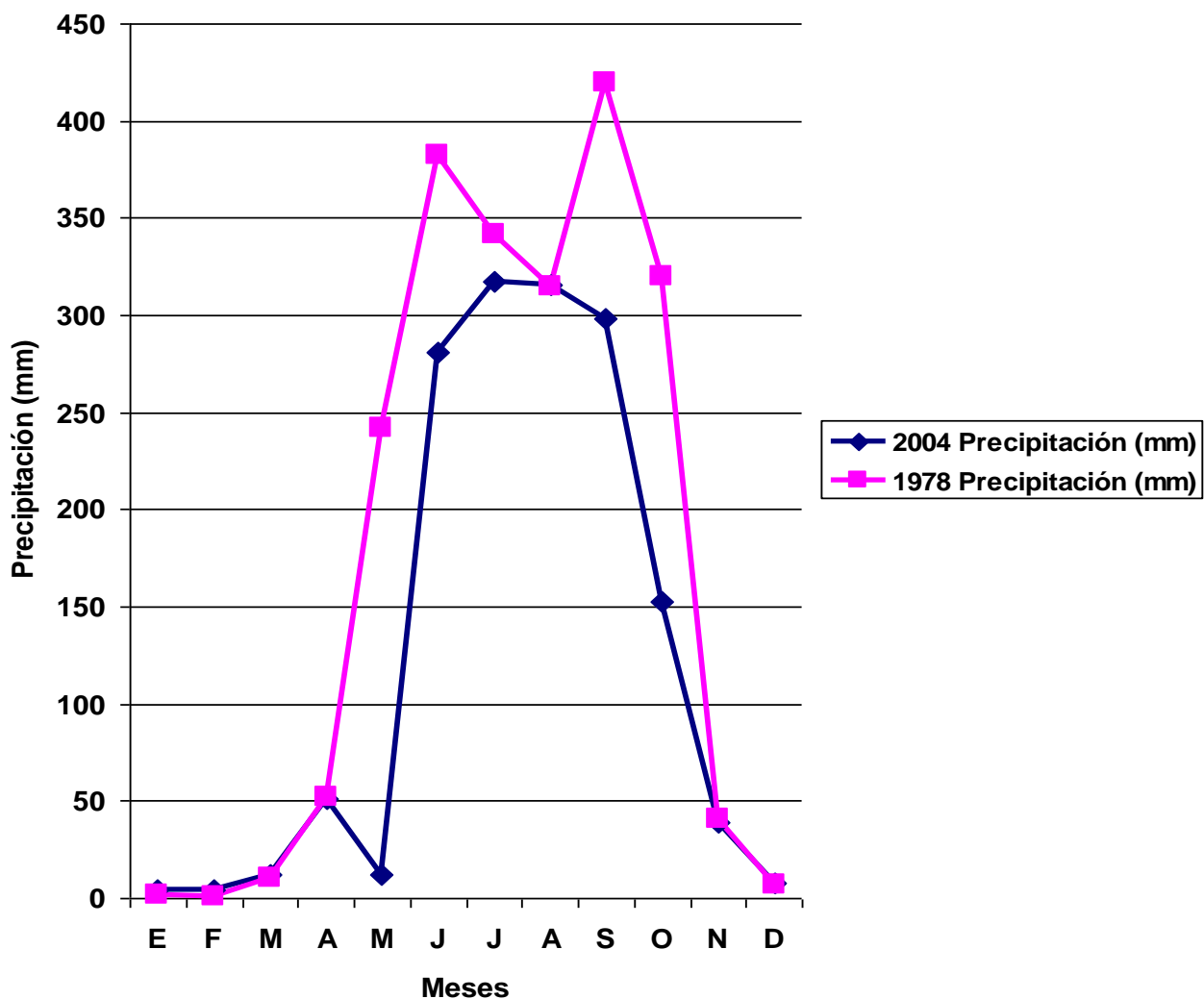


Gráfico No. 7.a. Porcentajes de especies presente por estadio identificado, en la sucesión primaria.

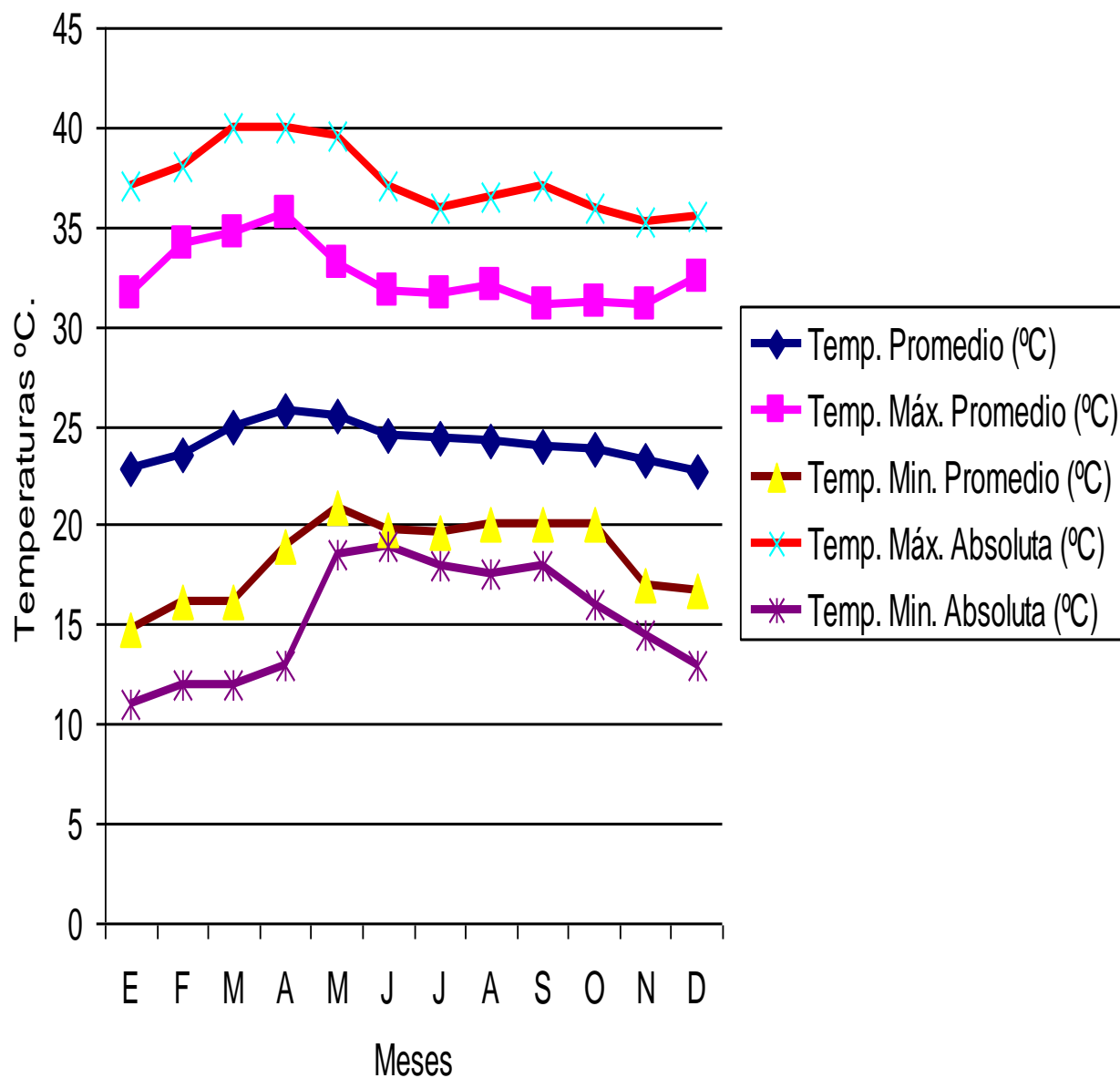


**Cuadro No. 8.a. Muestra la diferencia en precipitación mensual y anual durante los años 1978 y 2004 (Fuente González, 1978 y SNET, 2004).**

Precipitación (mm) Año	Meses												
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
1978	2	1	10	52	242	382	342	315	420	320	41	7	2134
2004	4	4	12	51	12	281	317	316	298	153	39	8	1495
Diferencia	+2	+3	+2	+1	+232	+101	+25	-1	+122	+167	+2	-1	+639

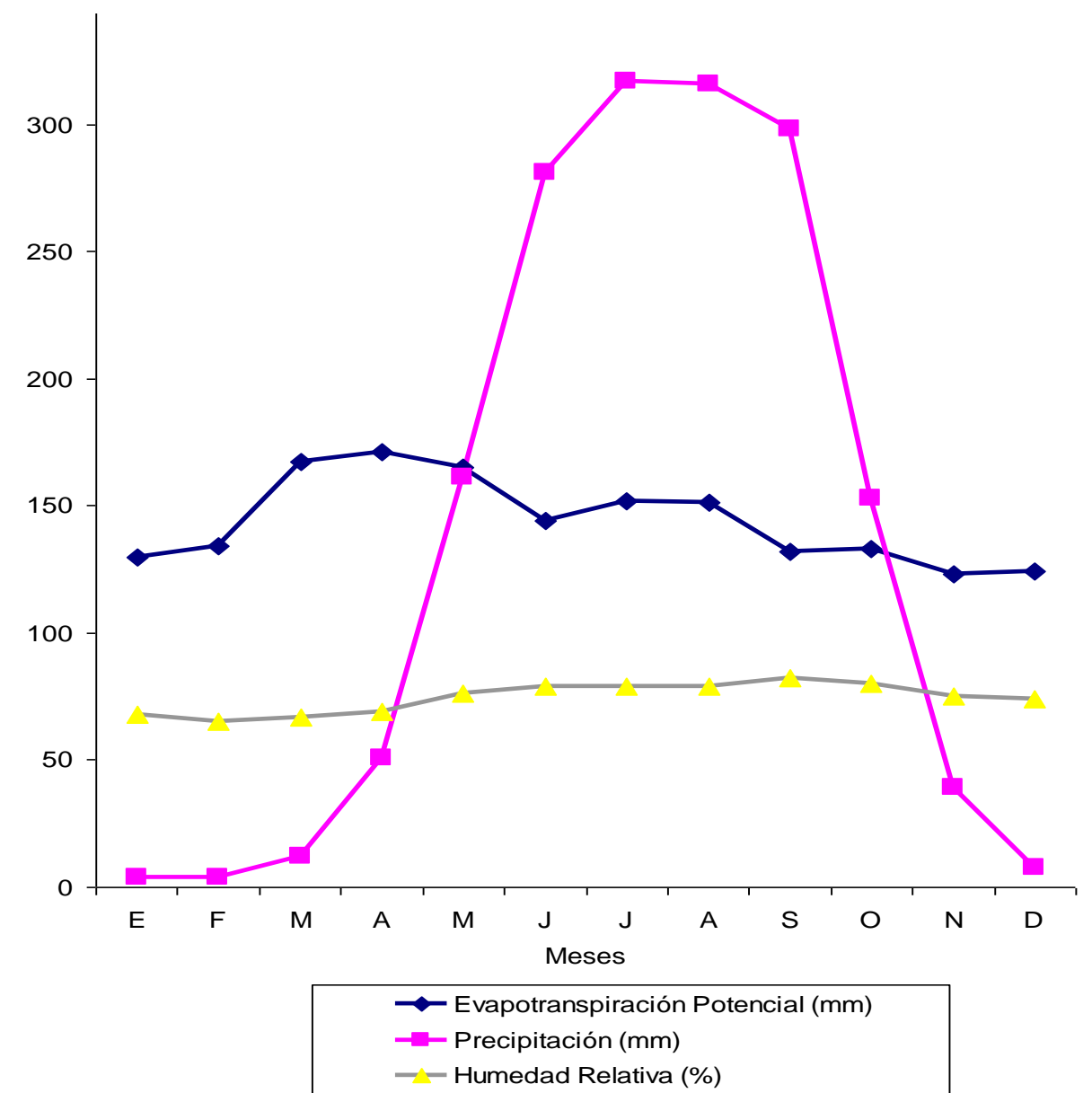


**Gráfico No. 8. Registros de precipitación en milímetros en el departamento de la Libertad, durante los años de 1978 y 2004 (Fuente González Ayala, 1978 y SNET, 2005).**



**Gráfico No. 9. Relación entre temperaturas promedio, promedio máxima y mínima; temperatura absoluta máxima y mínima, durante el 2004. (Fuente SNET, 2005).**





**Grafico No. 10. Relación entre evapotranspiración potencial (mm.), precipitación (mm.) y la humedad relativa (%) durante el 2004 (Fuente SNET, 2005).**

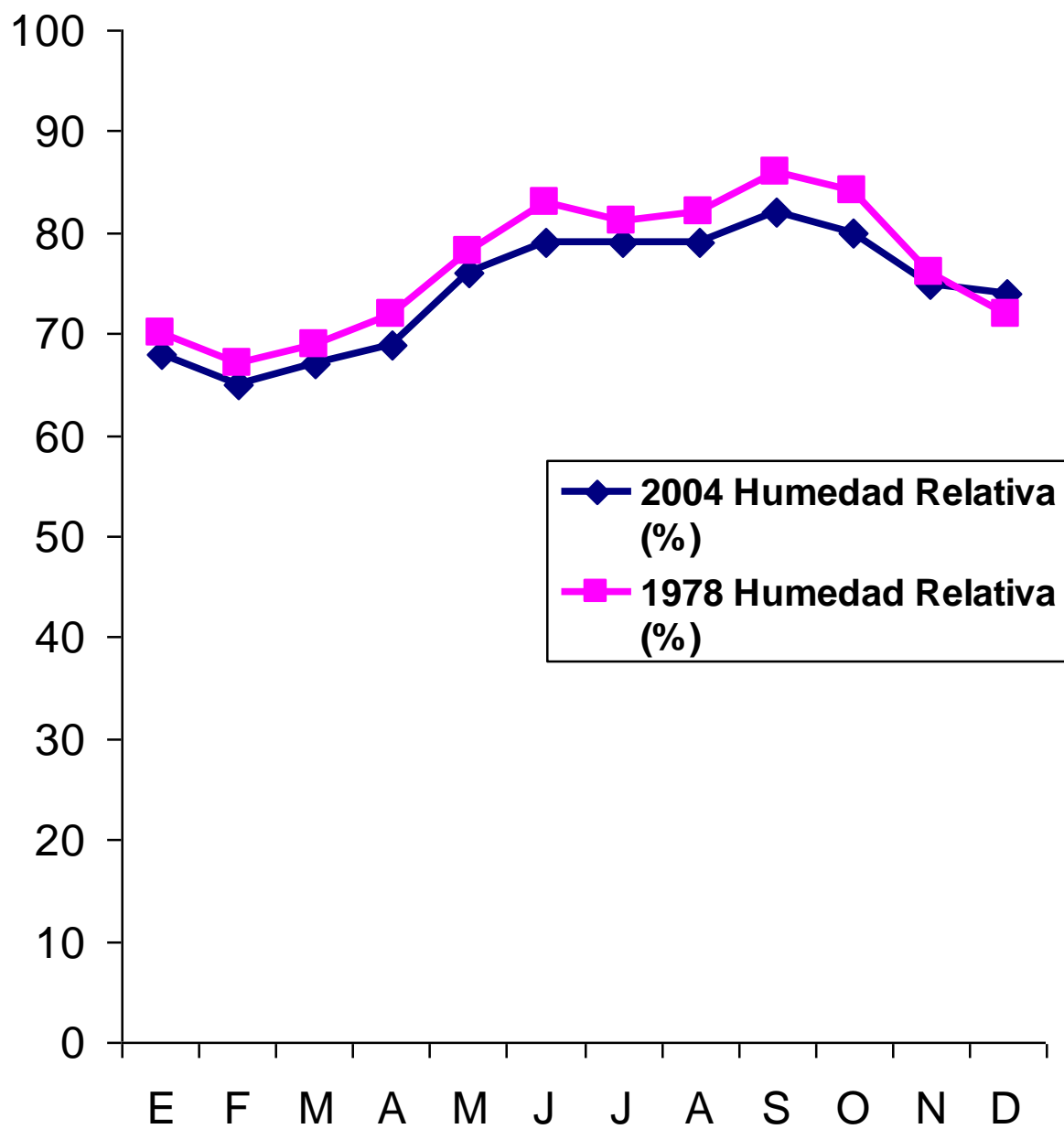
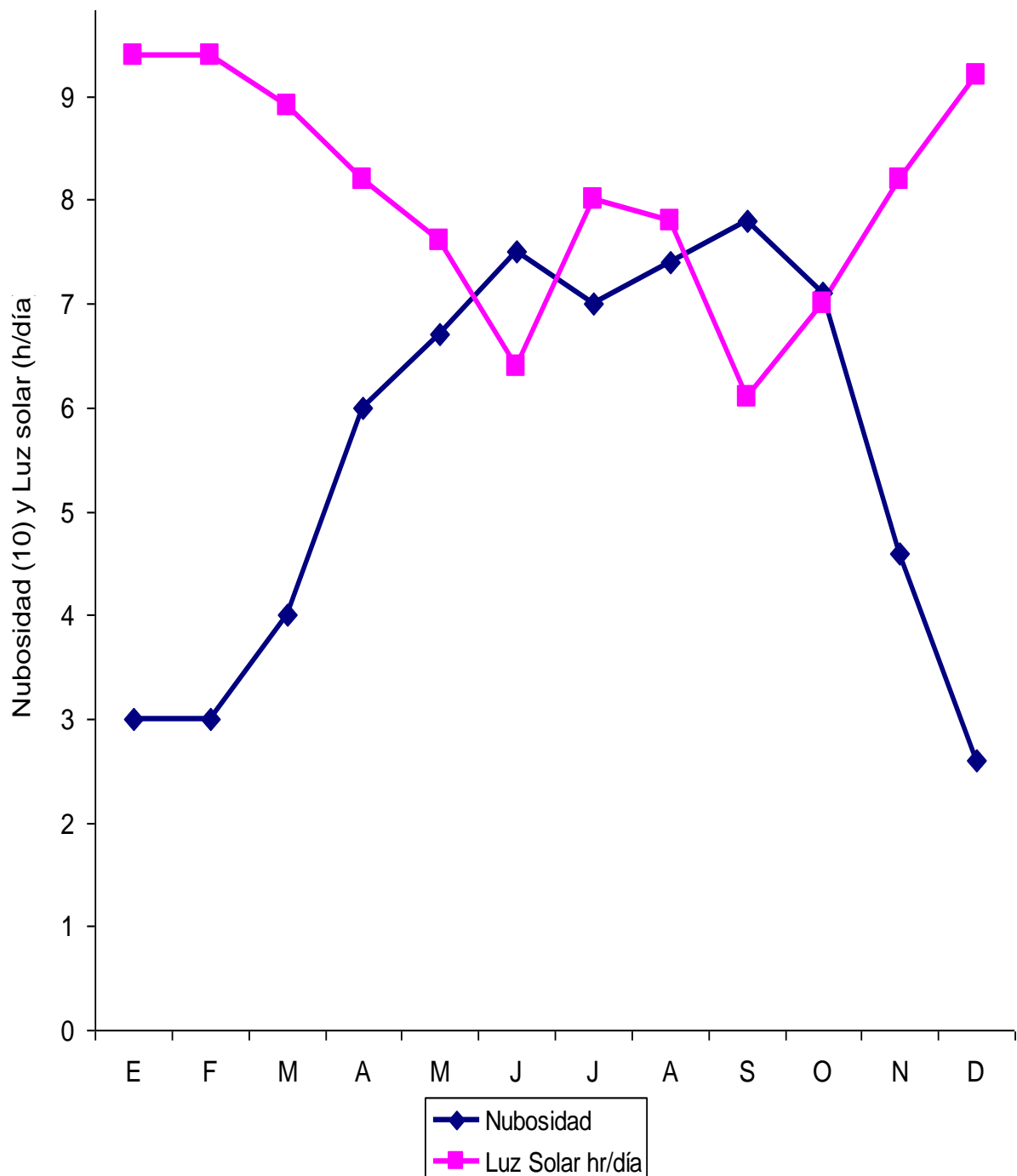


Gráfico No. 11. Relación entre la humedad relativa de los años 1978 y 2004 (Fuente González Ayala, 1978 y SNET, 2005).



**Grafico No. 12. Relación entre la nubosidad, con la luz solar hr. /día durante el 2004 (Fuente SNET, 2005).**

## V. DISCUSIÓN

En El Salvador, pese a la presencia de varios espacios del territorio nacional cubiertos por lava volcánica, son pocos los esfuerzos realizados a través de los años, para conocer cualitativa y cuantitativamente los diferentes estadios sucesionales que en ellos se desarrollan, los que se hacen evidentes por la vegetación que se desarrolla en los campos de lava volcánica (Lötscher; 1955; Ventura Centeno & Villacorta, 2000).

De acuerdo con los resultados obtenidos (cuadro No.1) de la diversidad florística de la zona, se comprueba la presencia de varios de los estadios de la sucesión en términos de la composición florística tanto cualitativa como cuantitativa (Cuadros Nos. 2, 3, 4, 5 y 5); tal como lo plantea (Odum, 1985), quien establece que la sucesión primaria es un proceso de reemplazo de comunidades transitorias en un área determinada por lo que dichas comunidades reciben el nombre de estadios serales, sucesionales o de reemplazo.

Lötscher (1955), plantea como unidades especiales de la vegetación, a las asociaciones de los campos de lava, cuya masa forestal constituye una sucesión primaria y secundaria; también plantea que en los campos de lava volcánica son los líquenes los pioneros de las formaciones de vegetación, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Pinzón (2005) quien reporta como muy abundante en términos de cobertura y diversidad a la familia Parmeliaceae con 14 géneros.

Así mismo se reportan al menos 4 familias de líquenes (Cuadro No2.) de la familia Parmeliaceae (foliosos), lo que la hace la más diversa con 6 géneros; pero es la familia Lecanoraceae (costrosos), que en términos de cobertura es la dominante, por que *Buellia cinereo-caesia* cubre el 23.22% del área inventariada; estos resultados también concuerdan con (Pinzón, 2005).

Lo anteriormente planteado, confirma lo expuesto por Clements (1916); quien establece que probablemente el éxito de la comunidad de líquenes se deba precisamente a que tienen una estrategia muy particular de implantación de unas pocas especies adaptadas a condiciones adversas a la mayoría de otros vegetales, y que su establecimiento va alterando las condiciones ambientales del lugar; por lo que al momento de terminar su fase o ciclo de vida esas rocas contendrán algo de suelo y por

ende algo de humus, proveniente de la descomposición de la materia orgánica de estos organismos pioneros.

Así mismo, Lötscher (1955), establece que los musgos son el otro grupo pionero en las asociaciones de los campos de lava; los cuales se desarrollan cuando ya existe formación inicial de suelo, tal como lo plantea Clements (1916) y Kandus (2003); coincidiendo con esta investigación, donde se ha identificado como segundo estadio, la presencia de musgos *Politrichum* sp., que cubre un área de 6000 cm<sup>2</sup>, y es el único representante de esta familia.

Lötscher (1955) reporta como componente florístico del tercer estadio de la sucesión primaria de las lavas de San Isidro en Sonsonate a los helechos verdaderos, y dentro de estos a *Notholaena brachypus* (Kuntze) Smith de la familia Polypodiaceae como representante principal; González (1978), reportó para este mismo sitio a *Asplenium bisectum* S. W., *Polypodium polypodioides* (L.) Schum y a *Cheilantes Brachypus* (Kunze) Kunze, pero al observar los resultados obtenidos esta investigación (Cuadro No. 4), es evidente que no concuerdan; ya que se reportan dos grupos dentro de los pteridofitos: la familia Selaginellaceae (*Selaginella cuspidata*) y los helechos verdaderos de la familia Adiantaceae [*Anemia* sp., *Cheilantes brachyopus* (Kunze) Kunze, *Doryopteris nobilis* (Moore C. Chr.)] y Thelypteridaceae [*Macrotheliptheris torresiana* (Cau.) Cheng].

Pero al observar las especies reportadas en este estudio y las reportadas por González (1978), es común para ambos sitios *Cheilantes brachypus* y estos datos coinciden con los reportados por Dorado Ramírez (1996), que reporta para la Sierra de Huautla, Morelos, México, a *Cheilantes brachyopus* como el más abundante para esa región; que es también de origen volcánico.

El cuarto estadio, se caracteriza por estar constituido por tres etapas: herbáceas, arbustos achaparrados y árboles de poca altura; de tal manera que en el estrato herbáceo de las Lavas de Quezaltepeque se reporta dentro de la familia Poaceae a *Melinis minutiflora* Beau, con el 10.6 % de dominancia relativa; le sigue la familia Asteraceae donde *Vevesina ovatifolia* "vara hueca" es la especie dominante con un 6.91 % de dominancia relativa.

Con relación a la dominancia de la familia, Patiño & Bussmann (2003), reportan para la reserva Tapichalaca, México 16 géneros de la familia Asteraceae siendo *Verbesina ovatifolia* con 9% como una de las más dominantes. Para este mismo estadio Lötschert (1955), reporta a las bromeliáceas terrestres *Pitcairnea calderonii* Stand. & Smith y *Pitcairnea flexuosa* L.S. Smith; datos que no concuerda con la especie inventariada en este estudio que es *Areaeoccus* sp (Fotografía. No. 6.); especie no reportada para El Salvador según (Swallen, 1955). Dentro de las bromeliáceas epifitas resistentes contra la sequía, Lötscher (1955) reporta *Tillandsia caput-medusae* Morr y *Tillandsia schiedeana*; ambas no son reportadas en esta investigación. Así mismo, para este mismo cuarto estadio, reporta dentro de las orquídeas terrestres *Cyrtopodium punctatum* Stand., reporte que concuerda con la especie registrada en este estudio.

Para la segunda etapa del cuarto estadio solamente se reporta a *Hypochoeris glabra* L. de la familia Asteraceae; especie no reportada por Lötscher, (1955); González Ayala, (1977) y Alvarado Góchez, (1978).

Como parte de la tercera fase del cuarto estadio y que constituye el inicio del estadio clímax, se reportan arbustos y árboles pequeños, siendo la dominante la familia Burseraceae con la especie *Bursera simaruba* (Fotografía. No.7), con el 25% de dominancia relativa; le siguen las familias Apocynaceae con *Plumeria acutifolia* (“flor de mayo”), (Fotografía. No.8), y la Moraceae con *Ficus americana* y *Ficus pertusa*, ambas con el 18.75% de dominancia relativa; también se reportan las familia Cochlospermaceae con *Cochlospermum vitifolium* (“tecomasuche”) y la Mimosaceae con *Inga calderonii* (“zapato de mico”) con el 12.50 % cada una de ellas; estos datos concuerdan con los reportes realizados por Lötscher, (1955); González Ayala, (1977) y Alvarado Góchez, (1978); quienes plantean en término generales que los sitios con lava volcánica, las familias con mayor representatividad, deben su éxito a que las especies presentan estrategias de distribución muy particulares y eficientes para su dispersión.

Al observar el Cuadro No. 7 y la Gráfica No. 7, es evidente que el estadio de mayor desarrollo es el herbáceo con el 49 % del número de especies, lo cual indica probablemente que la mayor diversidad florística está en este estadio; entre líquenes

(20%) y musgos (3%), como pioneros constituyen el (23%); los pteridofitos (13%) y el arbustivo y de árboles pequeños hacen el (15%); debido a que las condiciones climatológicas del sitio son un tanto extremas; probablemente las pioneras y las herbáceas son las que han desarrollado estrategias propias para lograr el éxito, y se puede establecer que es una sucesión primaria aún joven a pesar de que hace 87 años fue la erupción volcánica que la originó.

Ventura Centeno & Villacorta (2000) establecen que desde hace aproximadamente dos décadas, se plantea que en El Salvador ya no existen formaciones vegetales consideradas primarias, sino más bien solamente algunos relictos de estas formaciones y confirman una disminución en el frágil ecosistema de Áreas con escasa Vegetación, Rocas, Peñascos y Coladas Volcánicas (Bosque Seco sobre Lavas); que se originan a partir de sucesión primaria.

Flores (1977), reporta para la categoría de lavas 9,395.75 ha; pero Ventura Centeno & Villacorta (2000) identificaron 5,932.40 ha (0.28%); significa entonces, que se han alterado en los últimos 23 años 3,463.35 ha, ó 692.7 ha por año. Siendo esta otra causal de la disminución de la biodiversidad, al no permitirle a la sucesión primaria realizar el proceso natural generador de la cobertura vegetal de bosque seco; como también es causa de la disminución y contaminación del recurso agua, ya que el sustrato de lava constituye el filtro natural del agua lluvia que enriquece los mantos acuíferos subterráneos profundos y someros en diferentes sitios del territorio nacional. Gran parte de estos espacios están cubiertos por fincas cafetaleras, grupos poblacionales o por el desarrollo de infraestructura; este es quizás un talón de Aquiles para El Salvador por la función ecológica que estos sitios desarrollan; por lo tanto deben de realmente ser protegidas.

Con relación a las condiciones climatológicas que influyen en el desarrollo de la sucesión primaria, se hace evidente que en un periodo de 27 años las estas condiciones han variado de manera sensible ya que se presenta una disminución de 639 mm en la cantidad de precipitación entre ambos años, razón por la cual probablemente se haya frenado el desarrollo de la misma; y aunado a esto la presión de las actividades antropogénicas.

## VI. CONCLUSIONES

- \* En la sucesión primaria en las Lavas de Quezaltepeque, se encuentran cuatro estadios bien diferenciados: líquénico, musgos, pteridofitos (Vasculares inferiores), y el de Vasculares superiores dividido en tres etapas: herbáceo, arbustos achaparrados y árboles de bajo porte.
  
- \* En el estadio de líquenes se reportan cuatro familias, siendo la familia Parmeliaceae (líquenes foliosos) la más diversa, aunque el género *Buellia cinereo-caesia* de la familia Lecanoraceae (costrosos) es la más dominante en el área.
  
- \* Para el segundo estadio de desarrollo el único género dominante reportado fue *Polytrichum sp.*; lo cual demuestra una baja diversidad para el grupo.
  
- \* En el tercer estadio de vasculares inferiores de la sucesión primaria se reportaron 3 familias, donde la familia Adiantaceae con el género *Cheilantes brachyopus* es la más diversa.
  
- \* La primera fase (herbáceas), del cuarto estadio de desarrollo de la sucesión primaria, es dominada por *Melinis minutiflora* de la familia Poaceae y la familia Asteraceae con *Vebesina ovatifolia*.
  
- \* Para la segunda fase, del cuarto estadio (arbustos achaparrados) predomina *Hypochoeris glabra* L. de la familia Asteraceae.
  
- \* La tercera fase (árboles de poca altura), puede considerarse como el inicio del estadio clímax, y se reportan árboles pequeños, donde la familia Burseraceae es la dominante con la especie *Bursera simaruba*; siguiéndole las familias Apocinaceae con *Plumeria acutifolia* y la Moraceae con *Ficus americana* y *Ficus pertusa*; y finalmente se reportan las familia Cochlospermaceae con *Cochlospermum vitifolium* y la Mimosaceae con *Inga calderonii*.



\* En general, el estadio con mejor desarrollo es el herbáceo con 49% de las especies reportadas, indicando que acá existe la mayor diversidad florística. Los líquenes constituyen el 20%, los musgos el 3%, los pteridofitos el 13%; el arbustivo y el arbóreo el 15%; lo cual demuestra que las condiciones climatológicas del sitio son un tanto extremas; y que, probablemente las especies pioneras (líquenes y musgos) y herbáceas son las que han desarrollado estrategias propias para lograr el éxito.

\* Se concluye además, con base a la composición florística que en las lavas de Quezaltepeque, se está desarrollando una sucesión primaria aún joven a pesar de que hace 87 años fue la erupción volcánica que ocasionó la destrucción de la flora original, para dar paso a la sucesión primaria a través de procesos de regeneración natural.

\* Se hace evidente que en un periodo de 27 años las condiciones climatológicas de la zona han variado de manera sensible ya que se presenta una disminución de 639 mm en la cantidad de precipitación entre ambos años.

## VII RECOMENDACIONES

Según los resultados obtenidos sobre el desarrollo de las especies vegetales de la sucesión primaria de las lavas de quezaltepeque, se recomienda:

Dar seguimiento a la zona con el desarrollo de otras investigaciones que coadyuven a generar información de manera permanente y conocer de mejor manera el área y todos los bienes y servicios que ella genera como un ecosistema.

Las Lavas de Quezaltepeque, al igual que otras zonas con características similares deberían ser delimitadas y restringidas como zonas sensibles y frágiles dentro de las políticas nacionales ya que el sustrato de lava constituye un filtro natural del agua lluvia que enriquece los mantos acuíferos subterráneos profundos y someros en diferentes sitios del territorio nacional, que alimentan de agua a la población.

Decretar esta zona como un área de reserva natural, para conservar el ecosistema con el fin de proteger las especies que se desarrollan dentro de la sucesión primaria ya que es un área en proceso de regeneración natural.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- ALVARADO FERMAN *et al* 1994. Caracterización Botánica de Especies Herbáceas Consideradas Malezas en los Cultivos Anuales y Perennes de la Estación Experimental y Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de La Universidad de El Salvador. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador, tesis de Licenciatura en Biología,
- ALVARADO GÓCHEZ, O. D. 1978. Análisis Cuantitativo de La Vegetación Herbácea Del Pedregal de San Isidro. Facultad de Ciencias y Humanidades, Universidad de El Salvador, tesis de Licenciatura en Biología, 57 pp.
- COLIMBAUX, P. A. 1991. Introducción a la Ecología. ED. Limusa S. A. de C. V. México. D. F. 679 pp.
- CRUZ PÉREZ, L. M. 1974. Manual de Laboratorio de Ecología Vegetal. Departamento de Fitotecnia facultad de ciencias Agronómicas. San Salvador, El Salvador. 144 pp.
- DA SILVA, J. C. 2002. [www.micromegas.com.mx/apuntes/documents/Geo eco/Geo eco 4.htm](http://www.micromegas.com.mx/apuntes/documents/Geo%20eco/Geo%20eco%204.htm).
- DAUCHAUFOR, P. H. 2002 Ciencias Ambientales, Lección 7. Génesis del suelo. Relaciones ambientales del suelo. [ww.unex.es/edafo/ECAL7RAS](http://ww.unex.es/edafo/ECAL7RAS). Roca madre.htm.
- DORADO RAMÍREZ O. R. 1996. Inventario florístico de la Sierra de Huautla, Morelos. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Centro de Educación Ambiental e Investigación Sierra de Huautla México. 34 pp.
- FLORES, J. S. 1977. Tipos de vegetación de El Salvador y su Estado Actual. Un Estudio Ecológico. Editorial Universitaria. San Salvador. 273 pp.
- FRANCO LÓPEZ, J. 1995. Manual de Ecología 30 edición. Editorial Trillas S. A. de C. V. México D. F. 266 pp.
- GRAF, E. & L. SAYAQUÉS LASO. 2000. Muestreo de la vegetación. Unidad de Sistemas Ambientales, Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Montevideo, Argentina. 41 pp.

- GONZÁLEZ AYALA, J. C. 1977. La Vegetación Arbórea del Pedregal de San Isidro: Un Análisis Florístico y Cuantitativo. Facultad de Ciencias y Humanidades Universidad de El Salvador. Tesis de Licenciatura en Biología. 39 pp.
- HOLDRIDGE, L. R. 1979. Ecología Basada en las Zonas de Vida. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Costa Rica. pp. 38 - 67.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. 1985. Diccionario Geográfico Nacional. Tomo II. Ministerio de Obras Públicas, San Salvador El Salvador. pp. 733.
- , 1985. Monografías del Departamento de La Libertad. Ministerio de Obras Públicas, San Salvador, El Salvador. pp. 8 - 101 - 108.
- KANDUS, P. 2002. Laboratorio de Ecología regional, departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina. [www.unesco.org.uy/mab/documents.pdf/10.pdf](http://www.unesco.org.uy/mab/documents.pdf/10.pdf).
- LOTSCHER, W. 1955. Vegetación de el salvador, Com. Instituto Tropical de Investigación Científica de El Salvador. , numero 3-4. Tomado de José ramón garcía, 1997. Vegetación arborea del pedregal las lajas, Refugio de vida Silvestre Complejo San Marcelino, Snsionate, El Salvador. 117pp.
- MALPARTIDA, A. 2002. El Suelo: Concepto y Formación. Factores de Formación; Edafología, Ciencias Ambientales, Lección 7. Génesis del Suelo, y Relaciones Ambientales.  
[www.edafología.Urg.es/intrueda/tema01/factform.htm#anchor273252](http://www.edafología.Urg.es/intrueda/tema01/factform.htm#anchor273252)
- MATTEUCCI, S, D. y A. COLMA. 1982. Metodología para el estudio de la Vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa General de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D. C. 170 pp.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (MARN), 2003. Mapas de Ubicación Geográfica.
- MOLINA, O. A. 1996. Diccionario Ecológico. Editorial Bio-Eco. San Salvador, El Salvador. 187 pp.
- ODUM, E. P. 1985. Ecología. 3ª-ED. Nueva editorial Interamericana. S. A. de C. V. México. D. F. 679 pp.



- PATIÑO D. & BUSSMANN M. (2003), Estudio Biológico en la Reserva Tapichalaca, Mexico DF. Consejo Nacional de Investigaciones Científica y Técnicas [www.conicet.gov.ar/becas/doctorales/anterior/resultados\\_2002c.php](http://www.conicet.gov.ar/becas/doctorales/anterior/resultados_2002c.php) - 705k
- PHILIPPE, J. 2003. Procesos y Etapas de Una Sucesión Primaria. [www.iespana.es/natureduca/cienc-suses-terrest.1htm](http://www.iespana.es/natureduca/cienc-suses-terrest.1htm).
- QUINTANA, R. J., J. L. AGRAZ & L. C. BORGIO. 1991. La conservación de la flora y la fauna en ecosistemas terrestres antárticos. Departamento de Biología, F C E y N(UBA) Instituto Antártico Argentino. <http://www.biotech.bioetica.org/docta12.htm>
- RODRÍGUEZ, C. R. & ALBES, G. E. 2002. Procesos de Formación del Suelo. [www.edicionesmultimedias.com/eel-+-suelos.htm](http://www.edicionesmultimedias.com/eel-+-suelos.htm).
- SNET (Servicio Nacional de Estudios Territoriales). 2005. Informe climatológico de San Andrés. 1 pp.
- SWALLEN, J. A. 1955. Flora de Guatemala. Vol. XXIV, Part. II. Field Museum of Natural History, Chicago. 390 pp.
- TANSLEY, A. G. 1935. The Use and Abuse of Vegetation Concept and Terms. Ecology 16: 284-307 pp.
- VENTURA, N. y VILLACORTA, R. R. 2000. Mapa de Vegetación Natural de los Ecosistemas terrestres y Acuáticos de El Salvador. Banco Mundial-MARN-CCAD. 172 pp.
- \_\_\_\_\_. 2002. Manual de Botánica II. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Escuela de Biología. 82 pp.

# **ANEXOS**

## Anexo No. 1.

## UNIDADES MUESTRALES PARA LA TOMA DE DATOS

 $500 \text{ m}^2$ 

	$10 \text{ m}^2$
$1 \text{ m}^2$ 	 $10 \text{ cm}^2$



**Anexo No. 1. a.**  
**Franjas longitudinales de 10 x 50 m (500 m<sup>2</sup>), para el inventario de árboles.**



**Anexo No. 1. b.**  
**Cuadrículas de 10 x 10m (100 m<sup>2</sup>), para el inventario de arbustos.**





**Anexo No.1. c.**  
**Cuadriculas de 1 x 1 m (1 m<sup>2</sup>.), para el inventario de pteridofitos y hierbas.**



**Anexo No. 1d.**  
**Cuadriculas de 10X10 cm. (100 cm<sup>2</sup>, para el inventario de líquenes y musgos**

**Anexo No. 2.**  
**HOJA DE CAMPO**  
**PRIMER ESTADÍO SERAL (Líquenes y Musgos)**

Número (s) de cuadrícula: \_\_\_\_\_ . Área 10X10 cm. (100 cm<sup>2</sup>).

Fecha de colecta: \_\_\_\_\_. Lugar de colecta: \_\_\_\_\_.

Colector: \_\_\_\_\_.

Ubicación Geográfica: \_\_\_\_\_. MSNM \_\_\_\_\_.

Colecta No.	Nombre Común	Tipo de sustrato	Descripción de campo y Observaciones Especiales

**Anexo No. 3.**

**HOJA DE CAMPO  
SEGUNDO ESTADIO SERAL (Pteridofitos y Herbáceos)**

Número (s) de cuadrícula: \_\_\_\_\_ . Área 1.00 x 1.00m (1.00m<sup>2</sup>).

Fecha de colecta: \_\_\_\_\_. Lugar de colecta: \_\_\_\_\_.

Colector: \_\_\_\_\_.

Ubicación Geográfica: \_\_\_\_\_ . Msnm \_\_\_\_\_.

Colecta No.	Nombre Común	Tipo de Sustrato	Descripción de campo y Observaciones Especiales

**Anexo No. 4.**  
**HOJA DE CAMPO**  
**TERCER ESTADIO SERAL (Arbustos y Árboles)**

Número (s) de cuadrícula: \_\_\_\_\_ . Área 10x50m (500 m<sup>2</sup>).

Fecha de colecta: \_\_\_\_\_. Lugar de colecta: \_\_\_\_\_.

Colector: \_\_\_\_\_.

Ubicación Geográfica: \_\_\_\_\_ . Msnm \_\_\_\_\_.

Colecta No.	Nombre Común	Tipo de Sustrato	Descripción de campo y Observaciones Especiales