



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS  
NATURALES Y DEL AMBIENTE

ESCUELA DE INGENIERIA FORESTAL

**TEMA:**

**ESTUDIO DE LÍNEA BASE DE LAS PRINCIPALES FUENTES DE AGUA  
Y VEGETACIÓN NATIVA DEL SECTOR PAYACACAO DEL CANTÓN  
ECHEANDÍA, PROVINCIA BOLÍVAR.**

TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
FORESTAL OTORGADO POR LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR A TRAVÉS  
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS NATURALES Y  
DEL AMBIENTE, ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

LUIS RAÚL CHIMBORAZO TUAPANTA

**AUTOR**

ING. HUGO VÁSQUEZ COLOMA. M.Sc.

**DIRECTOR**

GUARANDA – ECUADOR

**2015**

ESTUDIO DE LÍNEA BASE DE LAS PRINCIPALES FUENTES DE AGUA Y  
VEGETACIÓN NATIVA DEL SECTOR PAYACACAO DEL CANTÓN  
ECHEANDÍA, PROVINCIA BOLÍVAR.

REVISADO POR:

.....  
ING. HUGO VÁSQUEZ COLOMA. M.Sc.  
DIRECTOR DE TESIS

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN  
DE TESIS

.....  
ING. KLÉBER ESPINOZA MORA. Mg.  
BIOMETRISTA

.....  
ING. SONIA FIERRO BORJA. Mg.  
ÁREA TÉCNICA

.....  
ING. NELSON MONAR GAVILÁNEZ. M.Sc.  
ÁREA REDACCIÓN TÉCNICA

## **DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedico con inmenso cariño, en primer lugar a Dios por darme la salud y la sabiduría necesaria para culminar mis estudios de tercer nivel y de esta manera cumplir una de mis metas propuestas.

A mi madre, a mi esposa y a mi hijo Luis Andrés, ya que ellos son mi fuente de motivación para continuar mi camino en la vida y en el conocimiento.

A mi madrina Anita, por apoyarme moralmente y además facilitarme los recursos económicos necesarios en todas las etapas de mis estudios, primaria, secundaria y de tercer nivel.

Luis Raúl Chimborazo

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar mi agradecimiento a Dios, que me ha dado la vida y la oportunidad de disfrutar de las maravillas de la naturaleza, a mi madre, a mi madrina y a mi esposa por apoyarme desinteresadamente en este proceso de profesionalización para así tener un futuro con oportunidades.

El más sincero agradecimiento a la Universidad Estatal de Bolívar, al Centro de Apoyo Académico-Echeandía, a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Escuela de Ingeniería Forestal, que me brindó la oportunidad de educarme para enfrentar los desafíos de la sociedad actual.

Agradezco también al Cuerpo Docente, quienes han sabido impartir sus conocimientos de forma honesta y oportuna, de esta manera culminar con éxito esta etapa de mi carrera profesional.

Al Ing. Hugo Vásquez Coloma M.Sc. Director de Tesis, Ing. Kléber Espinoza Mora Mg. Biométrista, Ing. Sonia Fierro Borja. Mg. en el Área Técnica, Ing. Nelson Monar Gavilánez. M.Sc. en el Área de Redacción Técnica, quienes me han brindado su apoyo desde el inicio hasta la culminación de este trabajo investigativo.

Luis Raúl Chimborazo

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PÁG.
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	3
2.1. Línea base.....	3
2.1.1. Definición.....	3
2.1.2. Objetivos de la línea base.....	3
2.1.3. Metodología .....	4
2.2. Fuentes de agua .....	4
2.2.1. Definición.....	4
2.2.2. Importancia .....	4
2.3. Cantidad de agua .....	5
2.4. Aforo del agua.....	6
2.4.1. Métodos de aforo.....	6
2.4.2. Método volumétrico .....	6
2.4.3. Método velocidad-área.....	6
2.5. Calidad de agua .....	7
2.5.1. Evaluación de la calidad del agua. ....	7
2.5.2. La escasez de agua .....	7
2.5.3. Prácticas de protección.....	8
2.6. Vegetación nativa.....	8
2.6.1. Vegetación.....	8
2.6.2. Especie nativa.....	8
2.7. El Bosque .....	9
2.7.1. Bosque nativo.....	9
2.7.2. La Cobertura del bosque nativo en las cuencas .....	9
2.7.3. Ecosistema.....	9
2.7.4. Biodiversidad .....	10
2.7.5. Los bosques y su papel en la conservación de la biodiversidad .....	10
2.7.6. Servicios ambientales.....	11

2.7.7. Los bosques y el agua .....	12
2.7.8. Historia y cultura asociada a los bosques.....	12
2.7.9. Indicadores de potencial o capacidad de producción del bosque.....	13
2.8. El desafío de los gobiernos locales en el manejo sustentable de los recursos naturales asociados al bosque y agua.....	13
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1. MATERIALES .....</b>	<b>15</b>
3.1.1. Ubicación de la investigación .....	15
3.1.2. Situación geográfica y climática .....	15
3.1.3. Zona de vida.....	15
3.1.4. Material experimental .....	16
3.1.5. Equipos y materiales de campo.....	16
3.1.6. Equipos y materiales de oficina .....	16
3.1.7. Recurso institucionales.....	17
<b>3.2. MÉTODOS .....</b>	<b>17</b>
3.2.1. Factor en estudio .....	17
3.2.2. Procedimiento .....	17
3.2.2.1. Formación de estratos.....	17
3.2.2.2. Recolección de información secundaria.....	17
3.2.2.3. Recopilación cartográfica.....	17
3.2.2.4. Análisis estadístico .....	18
<b>3.3. MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS TOMADOS.....</b>	<b>18</b>
3.3.1. Número de fuentes de agua (NFA) .....	18
3.3.2. Caudal de agua (CA).....	18
3.3.3. Identificación de árboles, arbustos y hierbas (IA/IAr/IH) .....	19
3.3.4. Número de árboles y arbustos (NA/NAr) .....	19
3.3.5. Número de hierbas (NH).....	19
3.3.6. Distancia entre árboles (DA).....	19
3.3.7. Distancia entre arbustos (DAR) .....	19
3.3.8. Altura total de árboles (ATA) .....	20
3.3.9. Altura total de arbustos (ATAr) .....	20
3.3.10. Diámetro altura pecho (DAP) .....	20

3.3.11. Diámetro del tallo del arbusto (DTA) .....	20
3.3.12. Grosor de la corteza del árbol (GCA) .....	20
3.3.13. Grosor de la corteza del arbusto (GCAr) .....	21
3.3.14. Número de ramificaciones primarias por árboles (NRPA) .....	21
3.3.15. Número de ramificaciones primarias por arbusto (NRPAr) .....	21
3.3.16. Área basal de árboles (ABA) .....	21
3.3.17. Área basal de arbustos (ABAr) .....	21
3.3.18. Densidad relativa de árboles (DRA) .....	22
3.3.19. Densidad relativa de arbustos (DRAr) .....	22
3.3.20. Densidad relativa de hierbas (DRH) .....	22
3.3.21. Dominancia relativa de árboles (DoRA) .....	22
3.3.22. Dominancia relativa de arbustos (DoRAr).....	23
3.3.23. Diversidad relativa de árboles (DiRA).....	23
3.3.24. Diversidad relativa de arbustos (DiRAr).....	23
3.3.25. Índice de valor de importancia de árboles (IVIA) .....	24
3.3.26. Índice de valor de importancia de arbustos (IVIAr) .....	24
3.4.1 Reconocimiento del área de estudio.....	24
3.4.2 Proceso de toma de muestras de agua .....	24
3.4.3 Análisis físico-químico del agua (AFQA) .....	25
3.4.4 Recolección de información secundaria.....	26
3.4.5 Recopilación cartográfica.....	26
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	27
4.1. Número de fuentes de agua (NFA) y caudal de agua (CA) .....	27
4.2. Identificación de árboles (IA) .....	29
4.3. Identificación de arbustos (IAr) .....	30
4.4. Identificación de hierbas (IH) .....	31
4.5. Número de árboles, arbustos y hierbas (NA/NAr/NH).....	32
4.6. Distancia entre árboles (DA en m) y entre arbustos (DAr en m).....	36
4.7. Altura total de los árboles (ATA en m) y arbustos (ATAr en m) .....	39
4.8. Diámetro altura pecho de los árboles (DAP en m) y diámetro del tallo del arbusto (DTA en cm) .....	42

4.9. Grosor de la corteza de los árboles (GCA en mm) y grosor de la corteza del arbusto (GCAr en mm) .....	45
4.10. Número de ramificaciones primarias por árbol (NRPA) y arbusto (NRPAr).....	48
4.11. Área basal de árboles (ABA en m <sup>2</sup> ) y arbustos (ABAr en m <sup>2</sup> ) .....	51
4.12. Densidad relativa (DR); dominancia relativa (DoR); índice de importancia (IVI) de los árboles .....	54
4.13. Densidad relativa (DR); dominancia relativa (DoR); índice de importancia (IVI) de los arbustos .....	56
4.14. Diversidad relativa de los árboles (DiRA); arbustos (DiRAr) y diversidad relativa de las hierbas (DRH).....	58
4.15. Resultados del análisis físico químico del agua .....	60
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	62
5.1. CONCLUSIONES .....	62
5.2. RECOMENDACIONES .....	64
V. RESUMEN Y SUMMARY .....	65
6.1. RESUMEN.....	65
6.2. SUMMARY .....	66
VII. BIBLIOGRAFÍA .....	67
ANEXOS	



## ÍNDICE DE CUADROS

No. 1. Número de fuentes de agua (NFA) y caudal de agua (CA) de la microcuena del estero Payacaco.....	27
No. 2. Identificación de árboles (IA) que conforman la microcuena del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.....	29
No. 3. Identificación de arbustos (IAr) que conforman la microcuena del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar. ....	30
No. 4. Identificación de hierbas (IH) .....	31
No. 5. Número de árboles; arbustos y hierbas (NA/NAr/NH) que conforman la microcuena del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.	32
No. 6. Resultados del análisis estadístico en la variable distancia entre árboles (DA en m) y arbustos (DAr en m) que conforman la microcuena del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar. ....	36
No. 7. Resultados del análisis estadístico en la variable altura total de los árboles (ATA en m) y arbustos (ATAr en m) que conforman la microcuena del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar. ....	39
No. 8. Resultados estadísticos de la variable diámetro altura pecho de los árboles (DAP en cm) y diámetro del tallo de los arbustos (DTA en cm) que conforman la microcuena del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar. ....	42
No. 9. Resultados estadísticos de la variable grosor de la corteza de los árboles (GCA en mm) y grosor de la corteza de los arbustos (GCAr en mm) que conforman la microcuena del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar. ....	45
No. 10. Resultados estadísticos de la variable número de ramificaciones primarias de los árboles (NRPA) y arbustos (NRPAr).....	48
No. 11. Resultados del análisis estadístico en la variable área basal de los árboles (ABA en m <sup>2</sup> ) y arbustos (ABAr en m <sup>2</sup> ) que conforman la microcuena del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar. ....	51
No. 12. Resultados del análisis estadístico en la variable densidad relativa (DR); dominancia relativa (DoR) e índice de importancia (IVI) de los árboles	

que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar. ....	54
No. 13. Resultados del análisis estadístico en la variable densidad relativa (DR); dominancia relativa (DoR) e índice de importancia (IVI) de los arbustos que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar. ....	56
No. 14. Resultados del análisis estadístico en la variable diversidad relativa de los árboles (DiRA) y arbustos (DiRAr) y diversidad relativa de las hierbas (DRH) que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar. ....	58
No. 15. Resultados del análisis físico químico del agua de la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar. ....	60

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

No. 1. Número de árboles por especie que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.....	33
No. 2. Número de arbustos por especie que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.....	34
No. 3. Número de hierbas por especie que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.....	35
No. 4. Distancia entre árboles que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.....	37
No. 5. Distancia entre arbustos que conforman la microcuenca de estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.....	38
No. 6. Altura total de los árboles que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.....	40
No. 7. Altura total de los arbustos que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.....	41
No. 8. Diámetro altura pecho de los árboles que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar. ....	43
No. 9. Diámetro del tallo de los arbustos que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.....	44
No. 10. Grosor de la corteza de los árboles que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar. ....	46
No. 11. Grosor de la corteza de los arbustos que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar. ....	47
No. 12. Número de ramificaciones primarias de los árboles que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.	49
No. 13. Número de ramificaciones primarias de los arbustos que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.	50
No. 14. Área basal de los árboles que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.....	52
No. 15. Área basal de los arbustos que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.....	53

## ÍNDICE DE ANEXOS

- No. 1. Mapa de ubicación de las principales fuentes a agua del sector Payacacao
- No. 2. Base de datos especies arbóreas y arbustivas
- No. 3. Análisis físico químico de agua de la parte alta, análisis físico químico de agua de la parte media y análisis físico químico de agua de la parte baja de la microcuenca del Estero Payacaco
- No. 4. Fotografías
- No. 5. Glosario de términos técnicos

## I. INTRODUCCIÓN

En la dimensión estrictamente metodológica, el ejercicio de construcción de líneas de base nace del trabajo desarrollado por las ciencias biológicas en el análisis y monitoreo de variables del medio ambiente en horizontes de mediano y largo plazo. (<http://www.cultura.gob.cl/estudios/observatorio-cultural.html>)

Las fuentes de agua u ojos de agua, representan la posibilidad de vida en un determinado ambiente, disponer de agua durante todo el año, en cantidad y calidad, es ofrecer más oportunidades de desarrollo económico y humano a las comunidades y por consiguiente al país. (Vieira, M. 2002)

La vegetación nativa estabiliza los suelos, reduce las amenazas de la erosión y los deslizamientos que podrían resultar en la contaminación y la sedimentación de los cuerpos de agua, poniendo en peligro a personas, edificios, propiedades y la destrucción del hábitat. (<http://www.planning.org/planificacion/2/5.html>)

Ecuador concentra en sus bosques naturales una riqueza extraordinaria en multiespecies y biodiversidad que cumplen las funciones ecológicas de protección de las fuentes hídricas, conservación de los suelos y almacenamiento del carbono a fin de contrarrestar los efectos del Anhídrido Carbónico (CO<sub>2</sub>) y el problema del calentamiento global. (<http://www.ecuadorforestal.org.html>)

El sistema hídrico de la provincia Bolívar, vierte sus aguas al macro sistema hidrográfico de la cuenca del río Guayas, siendo estratégica y vital en la generación de recursos hídricos, por cuanto del 30 al 40% de aportes en caudal de los 36.572 m<sup>3</sup>/año de agua que recibe el río Guayas, provienen de este sistema. (Barrera, V., Alwang, J., Cruz, E., 2010)

En el cantón Echeandía, existen bosques aislados secundarios, los cuales contienen el último ecosistema natural típico de la costa en dicha región, dicho bosque servirá como fuente natural de especies nativas para la reforestación de las principales cuencas hídricas. Estos bosques deben ser protegidos por las autoridades competentes y la población. (Vásconez, J. 2007)

En las últimas décadas, la sociedad se ha comportado como poseedora de una fuente inagotable de recursos naturales para su explotación. El agua que es el recurso más abundante y apreciado para el desarrollo de la vida, actualmente se encuentra en muy pocas cantidades en condiciones aptas para el consumo humano.

El cantón Echeandía, no cuenta con inventario hídrico que permita identificar una real oferta hídrica para el abastecimiento destinado al consumo humano. Actualmente, en épocas secas la Cooperativa de Servicios Agua Potable y Alcantarillado de Echeandía CAPAE se ve obligada a racionar el servicio a la población por la disminución de los caudales que alimentan los tanques reservorios del sistema de agua.

En esta investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- Realizar el estudio de línea base de las principales fuentes de agua y vegetación nativa en el sector Payacacao del cantón Echeandía.
- Obtener un inventario de las fuentes de agua en el sector Payacacao.
- Elaborar un registro de la vegetación nativa en el sector Payacacao.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Línea Base**

La construcción de una línea base responde a múltiples propósitos, dentro del cual, cada ejercicio de diseño presenta especificidades y énfasis distintos, de acuerdo al objetivo político, institucional buscado, y a la naturaleza del fenómeno analizado. (Consejo Nacional de la Cultura y las Artes, 2012)

#### **2.1.1. Definición**

La línea base es como un conjunto de indicadores seleccionados para el seguimiento y la evaluación sistemáticos de políticas y programas. Los indicadores que la conforman se clasifican en estructurales y coyunturales y al mismo tiempo se ordenan, de acuerdo a su importancia relativa, en indicadores clave y secundarios. Quienes diseñan y ejecutan la política, obtienen en los indicadores claves la información general sobre la forma cómo evolucionan los problemas y, en los secundarios, información puntual que explica o complementa la suministrada por los indicadores claves. (Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia. 2009)

#### **2.1.2. Objetivos de la línea base**

- Brindar información agregada, oportuna y confiable, que permita a las entidades de gobierno ONG's alcanzar óptimos de eficiencia en la gestión y en los procesos de toma de decisiones.
- Contribuir con la consolidación de una cultura de uso y aprovechamiento de la información, mediante el manejo permanente de indicadores seleccionados y de análisis de eficiencia comparativa en el seguimiento y la evaluación de las políticas públicas, programas y proyectos (<http://www.monografias.com/trabajos63/manual-levantamiento-linea-base.shtml>)

### **2.1.3. Metodología**

La metodología se refiere a la serie de métodos y técnicas de rigor científico que se aplican sistemáticamente durante un proceso de investigación para alcanzar un resultado teóricamente válido. En este sentido la metodología funciona como el soporte conceptual que rige la manera en que aplicamos los procedimientos en una investigación. (Haro, E. y Ruiz, R. 2014)

## **2.2. Fuentes de Agua**

### **2.2.1. Definición**

Una fuente, manantial o nacimiento, como es más conocido en la zona rural es el afloramiento natural del agua de la capa freática en un punto de la superficie del terreno. (Muñoz, R. y Rodríguez, A. 2005)

### **2.2.2. Importancia**

La vida surgió en el agua y ella es esencial para el mantenimiento de todo tipo de vida en nuestro planeta. Ningún proceso metabólico ocurre sin su acción directa o indirecta. El agua cubre el 71% de la superficie de la tierra y es el medio natural para muchas formas de vida. La interacción entre el agua y la atmósfera constituye el principal factor determinante del clima. El ecosistema acuático al igual que el terrestre, es el resultado de la interacción entre el agua, la atmósfera y los organismos vivos. (Roldan, G. 2002)

El agua es el principal elemento de estudio de la sub-cuenca, ya que está directamente relacionada con la capacidad productiva del suelo. Es imprescindible un correcto manejo de la misma, ya que de esto depende la satisfacción de las necesidades de la población. (Suango, V. 2008)

Disponer de agua es importante para el desarrollo de las actividades cotidianas en el nivel doméstico, comercial e industrial. Sin embargo, no basta con tener agua; esta tiene que ser de buena calidad, se debe proveer en cantidad suficiente de manera continua a lo largo del día y debe tener un costo asequible. Además debe



existir una cultura hídrica que evite su derroche, su mal uso o la resistencia al pago por el servicio de agua. (Vásconez, D. y Viscarra, R. 2009)

El agua es el elemento que integra los flujos de materia, energía e información que fluyen desde las partes altas de las cuencas (cabeceras) hasta su desembocadura.

En este espacio coexisten actividades productivas y económicas, al mismo tiempo que se desenvuelve el accionar social y político del ser humano. Asimismo, el medioambiente natural, tanto vivo como inerte, ejerce sus complejas redes de interacción que nos proveen de los recursos naturales necesarios para la ejecución de todas nuestras actividades. Estos son conocidos como bienes y servicios ecosistémicos. (Cuevas, J. 2013)

### **2.3. Cantidad de Agua**

La cantidad se refiere a la provisión suficiente de agua, de tal manera que satisfaga las necesidades de uso personal y en el hogar. Actualmente, la tierra tiene la misma cantidad de agua que existía hace 3.800 millones de años, época en que se formó el agua en nuestro planeta. Esto se debe a que el ciclo hidrológico permite que continuamente se utilice la misma agua en cualquiera de sus tres estados.

Es necesario medir la cantidad de agua de las fuentes, para saber la cantidad de población para la que puede alcanzar. El aforo es la operación de medición del volumen de agua en un tiempo determinado. Esto es, el caudal que pasa por una sección de un curso de agua.

Lo ideal sería que los aforos se efectúen en las temporadas críticas de los meses de estiaje (los meses secos) y de lluvias, para conocer caudales mínimos y máximos. (Guía de Orientación en Saneamiento Básico para Alcaldías de Municipios Rurales y Pequeñas Comunidades. 2014)

## **2.4. Aforo del agua**

El aforo es el procedimiento de medir un caudal, mediante el cual podemos determinar la cantidad de agua que está circulando en un punto determinado de nuestros canales, riachuelos, quebradas, etc. (Allauca, M. 2011)

### **2.4.1. Métodos de aforo**

Existen varios métodos para determinar el caudal de agua y los más utilizados en los proyectos en zonas rurales son los métodos volumétrico y de velocidad-área.

El primero es utilizado para calcular caudales hasta con un máximo de 10 lts./seg. y el segundo para caudales mayores a 10 lts./seg. (Guía de Orientación en Saneamiento Básico para Alcaldías de Municipios Rurales y Pequeñas Comunidades. 2014)

### **2.4.2. Método volumétrico**

La forma más sencilla de calcular los caudales pequeños es la medición directa del tiempo que se tarda en llenar un recipiente de volumen conocido. La corriente se dirige hacia una descarga en un recipiente adecuado y el tiempo que demora su llenado se mide por medio de un cronómetro. Para los caudales de más de 4 l/s, es adecuado un recipiente de 10 litros de capacidad que se llenará en  $2^{1/2}$  segundos, para caudales mayores, un recipiente de 200 litros puede servir para corrientes de hasta 50 l/s. (Muñoz, R. y Rodríguez, A. 2005)

### **2.4.3. Método velocidad-área**

Con este método se mide la velocidad del agua superficial que discurre de la fuente tomando el tiempo que demora un objeto flotante en llegar de un punto a otro en una sección uniforme. Se toma un trecho de la corriente; se mide el área de la sección; se lanza un cuerpo que flote, aguas arriba de primer punto de control, y al paso del cuerpo por dicho punto se inicia la toma del tiempo que dura el viaje hasta el punto de control corriente abajo. El resultado de la velocidad se ajusta a un factor de 0.8 a 0.9. (Suango, V. 2008)

## **2.5. Calidad de Agua**

La calidad de agua se refiere a su aptitud para los usos benéficos a que se ha venido dedicando en el pasado, esto es, para la bebida del hombre y de los animales, para el soporte de una vida sana, para el riego de los cultivos y para la recreación. (Yungan, J. 2010)

La protección de las fuentes es de importancia fundamental para garantizar el abastecimiento de agua de buena calidad. Es importante evitar la contaminación, ya que el tratamiento puede tener un costo muy elevado. (Manual para la Educación Agropecuaria. 2005)

### **2.5.1. Evaluación de la calidad del agua**

La evaluación de la calidad del agua se realiza mediante una serie de análisis de laboratorio dirigidos a conocer cualitativa y cuantitativamente, las características físicas, químicas y biológicas más importantes que pueden afectar, su uso real y potencial, como el tipo y grado de tratamiento requerido para un adecuado acondicionamiento. (Elosegi, A. y Diez, J. 2009)

### **2.5.2. La escasez de agua**

La escasez de agua es el problema medioambiental más grave junto con la contaminación. Cada habitante del planeta consume el doble de agua que a principios del siglo XX pero un tercio de la población mundial no tiene toda el agua que necesita. Las sequías de los años 90, están obligando a replantearse el agua como un bien de importancia primordial en la riqueza sostenible de los pueblos. (Muñoz, R y Rodríguez, A. 2005)

Vivimos en tiempos en que el cambio climático ya se ha instalado y continuará evolucionando, expresado como un alza de las temperaturas y una menor precipitación en la mayor parte del país. Esto resentirá la provisión de agua, especialmente para aquellas comunidades rurales que usan agua proveniente de la misma zona en que viven. (Cuevas, J. 2013)

### **2.5.3. Prácticas de protección**

La protección de fuentes de agua o nacimientos es un conjunto de prácticas que se aplican para mejorar las condiciones de producción de agua, en calidad y cantidad, reducir o eliminar las posibilidades de contaminación y optimizar las condiciones de uso y manejo. (López, C. 2011)

La consolidación para la protección de las fuentes de agua, nacimientos o cursos de agua se da a través de establecer contactos y convenios con Municipios o Empresas de agua potable, para involucrarlos en el manejo de los recursos naturales, dando especial énfasis al mantenimiento de la calidad y cantidad de agua. Por lo general, son muy pocas las áreas en el Ecuador donde se protegen las nacientes y los márgenes de los cursos de agua en la actualidad, resulta una necesidad imperiosa que se contemple como una práctica de plantación apropiada para el mantenimiento y mejoramiento del agua, ya existe insuficiente cobertura vegetal en las márgenes de los nacimientos de agua por la intervención humana sobre los remanentes de bosques naturales y matorrales. (Haro, E. et, al. 2014)

## **2.6. Vegetación Nativa**

### **2.6.1. Vegetación**

La vegetación es el conjunto de plantas o vegetales de un área determinada. También se define la vegetación natural la totalidad de formaciones constituidas por las plantas nativas de un área. (Padrino, M. 2010)

### **2.6.2. Especie Nativa**

Especie nativa o autóctona es una especie que pertenece a una región o ecosistemas determinados. Su presencia en esa región es el resultado de fenómenos naturales sin intervención humana. Tiene su área de distribución dentro de la cual se consideran nativos, fuera de dicha región se consideran especies introducidas. (Añazco, M. et, al. 2010)

## **2.7. El Bosque**

El bosque es un ecosistema donde seres vivos y elementos inertes deberían estar en perfecta armonía. Los seres elementos vivos están formados por los vegetales, los animales y descomponedores. Entre los vegetales que pueblan los bosques encontramos, obviamente, los árboles, pero además hay plantas que crecen sobre ellos, llamadas epifitas; plantas que los usan como apoyo, como es el caso de las enredaderas; y numerosas especies que viven bajo el bosque, llamado sotobosque, donde destacan, arbustos, helechos, hierbas, musgos, hongos y líquenes entre otros. (Vásquez, D. y Viscarra, R. 2009)

La transformación de bosques naturales en áreas para ganadería con manejo convencional (pasturas con baja densidad de árboles y alto uso de agroquímicos), ha ocasionado cambios de tamaño y distribución de los remanentes de bosques, pérdida de la biodiversidad y contaminación del agua (Ibrahim, M., Villanueva C., Casasola F, 2007)

### **2.7.1. Bosque nativo**

Formaciones de árboles, arbustos y demás especies vegetales, primario o secundario, regenerado por sucesión natural que se caracteriza por la presencia de árboles de diferentes especies nativas, edades y portes variados, con uno o más estratos. (Planificación estratégica del bosque nativo en Ecuador. 2007)

### **2.7.2. La Cobertura del bosque nativo en las cuencas**

Estudios realizados durante la última década han revelado el papel de los bosques nativos de la zona sur del país como una esponja que retiene parte de la precipitación en su vegetación y en el suelo asociado, y la entrega gradualmente hacia los cursos de agua. (Pinelo, G. 2010)

### **2.7.3. Ecosistema**

Los ecosistemas son comunidades de organismos que interactúan en el medio ambiente en que viven. No se trata simplemente de ensamblaje de especies, sino

de sistemas combinados de materia orgánica e inorgánica y fuerzas naturales que interactúan y cambian. Los ecosistemas se hallan entrelazados de forma intrincada por la cadena alimentaria y los ciclos de nutrientes, son sumas vivientes más grandes que las partes que lo integran. Su complejidad y dinamismo contribuyen a su productividad, pero hacen de su manejo todo un desafío (Guía de Recursos Mundiales 2000-2001)

Un ecosistema se constituye por una gran cantidad de componentes estrechamente relacionados entre sí. Es el estado de máxima diversidad y complicación que puede alcanzar la vegetación, excepto en los lugares en que no se puede desarrollar de forma natural debido al clima, la geología o la escasez de suelo (Eckart, P. 1970)

#### **2.7.4. Biodiversidad**

En la tierra habita una rica y variada gama de organismos vivos, cuyas especies, la variedad genética existente en los individuos que las conforman y los ecosistemas que habitan constituye lo que se denomina biodiversidad (Watson, R. 1995)

#### **2.7.5. Los Bosques y su papel en la conservación de la biodiversidad**

Los bosques son ecosistemas necesarios para la vida. Son el hábitat de multitud de seres vivos, ya que regula el agua, conservan el suelo y la atmósfera y suministra multitud de productos útiles. Desempeñan un importante y fundamental papel en la regulación climática, el mantenimiento de las fuentes y caudales de agua y la conservación de los suelos. Por ello, las selvas y demás bosques son tal vez, el patrimonio natural más importante, pero igualmente el más amenazado y depredado por la mano del hombre. (Alba, N y Peña M; 2008)

Los bosques mantienen funciones esenciales de los sistemas de sustentación de la vida en relación con el agua, el aire, los suelos, la biodiversidad y otros recursos. La calidad de tales servicios tiene una gran repercusión en la vida diaria de las personas, tanto de zonas urbanas como rurales, y sin embargo sus beneficios se dan por descontados mientras se disponga de ellos. A menudo los responsables de

las políticas deben esforzarse para defender los bosques y la inversión en ellos, a fin de que sigan proporcionando los mencionados servicios, frente a usos alternativos de la tierra que prometen beneficios económicos mayores a corto plazo o más visibles y directos. (FAO. 2012)

#### **2.7.6. Servicios ambientales**

Los servicios ambientales son considerados como la capacidad que tienen los ecosistemas para generar productos útiles para el hombre como: captación hídrica, protección del suelo, fijación de nutrientes, control de inundaciones, retención de sedimentos, fijación del carbono, belleza escénica, protección de cuencas, producción de oxígeno, secuestro de carbono y protección de la biodiversidad (Cuñachi, G. 2014).

Los servicios ambientales tienen como principal característica que no se gastan y no se transforman en el proceso, pero generan indirectamente utilidad al consumidor. La cumbre de Río 92 reconoció al mercado de bienes y servicios ambientales, como una de las estrategias más adecuadas para alcanzar objetivos de conservación y desarrollo sostenible (Matos, E. 2014).

Los servicios ambientales del bosque (SAB) son los beneficios que la gente recibe de los diferentes ecosistemas forestales, ya sea de manera natural o por medio de su manejo sustentable, ya sea a nivel local, regional o global. Los servicios ambientales influyen directamente en el mantenimiento de la vida generando beneficios y bienestar para las personas y las comunidades (Cuñachi, et al., 2014).

Los principales componentes de almacenamiento de carbono en el uso de la tierra son el carbono orgánico del suelo (COS) y la biomasa aérea. La vegetación es la encargada de incorporar el carbono atmosférico al ciclo biológico por medio de la fotosíntesis. De igual manera, el suelo participa en el reciclaje y almacén de carbono en estos sistemas (Ibrahim et al., 2007).

### **2.7.7. Los bosques y el agua**

El bosque proporciona sombra, ayudando a regular la temperatura del agua y a mantenerla bien oxigenada. Además gran parte de las entradas de materia orgánica articulada al cauce (hojas, frutos, flores, ramas), que se cuentan entre los recursos alimenticios más importantes para los organismos loticos provienen directamente del bosque. (Elosegi, A. y Diez, J. 2009)

Los bosques son componentes importantes de los ecosistemas a todas las escalas y proporcionan una gran variedad de servicios y funciones: regulan el suministro de agua, atenúan las inundaciones y las sequías, mitigan los efectos perjudiciales de las emisiones de gas del efecto invernadero GEI y fomentan la biodiversidad. Se calcula que los bosques almacenan unas 289 gigatoneladas de carbono tan solo en su biomasa, por lo que desempeñan un papel decisivo en el equilibrio mundial del carbono y poseen un potencial importante de mitigación del cambio climático. (FAO. 2012)

Los bosques nativos de la región Andina cumplen un papel importante en la preservación, conservación, protección y manejo de sus recursos naturales, el incremento de la conservación y manejo de los bosques protectores garantizan el bienestar de los seres vivos, ya que estos ayudan a mantener el equilibrio ecológico y la diversidad genética, captan el  $\text{CO}_2$  y producen  $\text{O}_2$ , además influyen en las variaciones climáticas y aportan en disminuir las consecuencias del efecto invernadero. (Aguirre, Z. 2012)

### **2.7.8. Historia y cultura asociada a los bosques**

En Ecuador la mayoría de los bosques son elementos constitutivos de cosmovisión, de los valores y de las prácticas culturales de un gran porcentaje de la población especialmente la indígena. En muchas comunidades indígenas existen aún formas animistas de relación con la naturaleza. La diversidad biológica de los bosques mantiene una correlación con la diversidad cultural de las nacionalidades y pueblos indígenas, las comunidades han establecido relaciones ancestrales con los ecosistemas forestales, han sido usuarios de la



biodiversidad, y por tanto, han desarrollado conocimientos ancestrales que forman parte del patrimonio cultural inmaterial. (Añasco, M. et, al. 2010)

### **2.7.9. Indicadores de potencial o capacidad de producción del bosque**

Los indicadores de potencial o capacidad de producción del bosque son el volumen y el número de árboles. El volumen, es en definitiva, el resultante más importante del inventario forestal, como indicador de potencial o capacidad de producción del bosque, su cálculo se establece en base al área resultante del DAP, multiplicado por la altura comercial (Malleux, J. 1982)

Para poder calcular el volumen de madera en plantaciones y bosque nativo se debe medir la altura y el diámetro de los árboles. Mediante esas medidas se puede determinar el área basal y el volumen. La edad de los árboles y su crecimiento son otros factores que se determinan en tales mediciones (<http://www.grn.cl/mensura-forestal-inventarios-forestales.html>)

El volumen puede ser expresado como volumen total o volumen aprovechable (comercial); en el primer caso, se refiere al total de la madera que se encuentra en el bosque por unidad de superficie o para el área total, y el segundo caso, se refiere únicamente a la madera que puede ser aprovechada, descontándose los defectos o volúmenes irreversibles (Malleux, et, al. 1982)

### **2.8. El Desafío de los gobiernos locales en el manejo sustentable de los recursos naturales asociados al bosque y agua**

La gestión del recurso hídrico, se constituye en una estrategia para garantizar la disponibilidad del recurso, tanto en cantidad como en calidad. (Suango, V. 2008)

Es indispensable que los gobiernos locales entiendan el papel que los bosques desempeñan en los medios de vida rurales sin producir impactos negativos sobre los recursos que sustentan sus medios de vida. Los recursos forestales también pueden generar ingresos gracias a una variada gama de productos como madera, nueces, corteza, frutas, carne de monte y plantas medicinales. Esta diversidad permite que las familias eviten el riesgo que significa cambiar productos cuando

los precios fluctúan o las estaciones cambian. (Centro para la Investigación Forestal Internacional. 2007)

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. MATERIALES

##### 3.1.1. Ubicación de la investigación

Provincia:	Bolívar
Cantón:	Echeandía
Parroquia:	Central
Sector:	Payacacao

##### 3.1.2. Situación geográfica y climática

Altitud	624 msnm
Latitud	98°42'81'' S
Longitud	06°99'87'' W
Temperatura máxima	26°C
Temperatura mínima	16°C
Temperatura media	21 °C
Precipitación media anual	2300 mm
Heliofania	12 horas luz
Humedad relativa (%)	90%

Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. 2014

##### 3.1.3. Zona de vida

La zona de vida donde se realizó la presente investigación pertenecen al bosque húmedo sub tropical (bh- ST). (Holdridge. L, 1979)

### **3.1.4. Material experimental**

Microcuenca del estero Payacacao

### **3.1.5. Equipos y Materiales de campo**

- GPS
- Fluviómetro
- Libreta de campo
- Clinómetro
- Cámara fotográfica
- Piola
- Calibrador vernier
- Estaquillas
- Machete
- Flexómetro
- Mochila
- Pintura
- Brocha
- Transporte

### **3.1.6. Equipos y Materiales de oficina**

- Computadora
- Software
- Internet
- Impresora
- CDs
- Flash memory
- Calculadora
- Lápiz
- Borrador
- Carpetas
- Hojas de papel bond

### **3.1.7 Recursos Institucionales**

- Biblioteca de la Universidad Estatal de Bolívar Centro de Apoyo Echeandía
- Biblioteca del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Echeandía.

## **3.2. MÉTODOS**

### **3.2.1. Factor en estudio**

Microcuenca del estero Payacacao.

### **3.2.2. Procedimiento**

#### **3.2.2.1. Formación de estratos**

Para disponer de la información, la microcuenca del estero Payacacao se dividió en tres estratos, uno en la parte alta, otro en la parte media y otro en la parte baja, cada uno de ellos con una superficie de 200m<sup>2</sup> (10m x 20m), de donde se tomó la información de las especies existentes dentro de cada estrato, a los que se aplicó el análisis estadístico respectivo.

#### **3.2.2.2. Recolección de información secundaria**

La información secundaria se recopiló en diferentes instituciones dedicadas al manejo de los recursos naturales como La Cooperativa de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado del cantón Echeandía (CAPAE), Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Echeandía, Universidad Estatal de Bolívar, Secretaría del Agua y Ministerio del Ambiente.

#### **3.2.2.3. Recopilación cartográfica**

Con el apoyo del mapa político del Cantón Echeandía, editado por el IGM, NIV-F2 3.788-1. Escala 1:50000, se elaboró un croquis donde se ubicó los afluentes del estero Payacacao, objeto de investigación y sus vías de acceso.

#### 3.2.2.4. Análisis estadístico

Para el análisis de los resultados se utilizó la estadística descriptiva, según el siguiente detalle:

Frecuencia	F
% Frecuencia	%f
Media aritmética	$\bar{X}$
Máximo	Max
Mínimo	Min
Varianza	$\sigma^2$

### 3.3. MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS TOMADOS

#### 3.3.1. Número de Fuentes de agua (NFA)

Para determinar el número de fuentes de agua existentes en la microcuenca del estero Payacacao, se realizó un recorrido por el Sector, con el apoyo del GPS se registró la ubicación de cada una de las fuentes encontradas.

#### 3.3.2. Caudal de agua (CA)

Para obtener este dato se analizó, utilizando un balde de 10 litros para la medición, se colectó el agua, anotando el tiempo en que demoró en llenarse el recipiente. Esta actividad se repitió dos y tres veces y sus datos se promediaron para tener mejor exactitud en los resultados.

La medición del caudal de agua se realizó en dos temporadas, una en temporada seca y otra en temporada de lluvias. Los resultados de la medición del caudal se registraron en l/s.

### **3.3.3. Identificación de árboles, arbustos y hierbas (IA/IAr/IH)**

Esta variable se obtuvo mediante la recolección de muestras de hojas, flores y frutos (en algunos casos) de los árboles arbustos y hierbas presentes en los estratos de la microcuenca del estero Payacacao, se realizó un álbum vegetal, con la ayuda de los agricultores de la zona se reconoció el nombre común de cada especie y se realizó comparaciones con el Atlas Botánico para su respectiva identificación de cada especie encontrada.

### **3.3.4. Número de árboles y arbustos (NA/NAr)**

Para obtener este dato se registró contando directamente el número total de árboles y arbustos en los tres estratos de la microcuenca del estero Payacacao, se inició en la parte inferior, luego la parte media y siguiendo hacia la parte superior, se codificó cada uno con el número respectivo.

### **3.3.5. Número de hierbas (NH)**

Variable que se obtuvo con la ayuda de un cuadrante de  $1\text{m}^2$ , se tomó tres muestras al azar por estrato y se calculó un promedio, su resultado se expresó en hierbas/ $\text{m}^2$

### **3.3.6. Distancia entre árboles (DA)**

Para obtener este dato se registró con la ayuda de un flexómetro, se midió directamente la distancia entre árboles en los tres estratos de la microcuenca del estero Payacacao.

### **3.3.7. Distancia entre arbustos (DAr)**

Esta variable se evaluó, con la ayuda de un flexómetro, midiendo la distancia entre arbustos presentes dentro de cada estrato de la microcuenca del estero Payacacao.

### **3.3.8. Altura total de árboles (ATA)**

La altura total de los árboles es la comprendida entre el nivel del suelo y la yema terminal del tallo o tronco, para lo cual se utilizó un clinómetro, esta medición se realizó en todos los árboles maderables en cada estrato.

Primeramente en la base del árbol se tomó un punto A, a la altura del ojo del observador que se fijó en 1,50 m, luego se caminó en línea horizontal hasta cerrar el punto B, desde este punto se midió hasta el ápice del árbol los grados marcados por el clinómetro. Con este dato se realizó los siguientes cálculos: se dividió la distancia del punto A al punto B (20 m) para la tangente del ángulo, a ese resultado se sumó la altura del ojo del observador (1,50m) y su resultado se expresó en metros.

### **3.3.9. Altura total de arbustos (ATAr)**

Para obtener esta variable se utilizó una escalera de caña guadua, un flexómetro y se midió desde el cuello de la raíz o nivel del suelo hasta la yema terminal del tallo de los arbustos por estrato.

### **3.3.10. Diámetro altura pecho (DAP)**

Variable que se evaluó con la ayuda de un flexómetro, midiendo la circunferencia del árbol incluido la corteza a la altura del pecho (DAP a 1.30 m), este valor, se dividió para  $\pi$  y se obtuvo el diámetro, su resultado se expresó en centímetros.

### **3.3.11. Diámetro del tallo del arbusto (DTA)**

Dato que se evaluó con la ayuda del calibrador de vernier en un punto inmediato inferior a la inserción de las primeras ramas del arbusto por estratos.

### **3.3.12. Grosor de la corteza del árbol (GCA)**

Con la ayuda de una navaja se cortó un pedazo de corteza del tronco del árbol a 1.30 m de altura, con el calibrador vernier se midió el grosor de la corteza en las especies maderables de cada estrato y el resultado se expresó en milímetros.



### **3.3.13. Grosor de la corteza del arbusto (GCAr)**

Para registrar esta variable, con una navaja se cortó un pedazo de corteza del tallo del arbusto de cada estrato, luego se midió con calibrador de vernier y el resultado se expresó en milímetros.

### **3.3.14. Número de ramificaciones primarias por árboles (NRPA)**

Dato que se obtuvo por conteo directo de las ramas en cada uno de los árboles existentes en los estratos.

### **3.3.15. Número de ramificaciones primarias por arbusto (NRPAr)**

El número de ramificaciones primarias por arbusto, se determinó por conteo directo en todos los estratos.

### **3.3.16. Área basal de árboles (ABA)**

El área basal de los árboles en pie se obtuvo aplicando la siguiente fórmula:

$AB = 0.7854 \times (DAP)^2$ ; donde:

AB = Área Basal.

DAP = Diámetro Altura Pecho en m<sup>2</sup>

0,7854 = Valor constante

### **3.3.17. Área basal de arbustos (ABAr)**

Para evaluar esta variable se aplicó la siguiente fórmula:

$AB = 0.7854 \times (DTA)^2$ ; donde:

AB = Área Basal.

DTA = Diámetro Tallo Arbusto en m<sup>2</sup>

0,7854 = Valor constante

### 3.3.18. Densidad relativa de árboles (DRA)

Dato que se registró en cada estrato en las especies arbóreas, aplicando la siguiente relación matemática:

$$DR = \frac{\text{número de individuos de la especie}}{\text{número de individuos de todas las especies}} \times 100$$

Fuente: López, C. 2011

### 3.3.19. Densidad relativa de arbustos (DRAr)

Variable que se evaluó en cada estrato aplicando la siguiente fórmula:

$$DR = \frac{\text{número de individuos de la especie}}{\text{número de individuos de todas las especies}} \times 100$$

Fuente: López, C. 2011

### 3.3.20. Densidad relativa de hierbas (DRH)

Esta variable se evaluó en cada uno de los estratos aplicando la siguiente fórmula:

$$DR = \frac{\text{número de individuos de la especie}}{\text{número de individuos de todas las especies}} \times 100$$

Fuente: López, C. 2011

### 3.3.21. Dominancia relativa de árboles (DoRA)

Dato que se evaluó en cada uno de los estratos y se aplicó la siguiente relación matemática:

$$\text{DoRA} = \frac{\text{área basal total de la especie}}{\text{área basal total de todas las especies}} \times 100$$

Fuente: López, C. 2011

### 3.3.22. Dominancia relativa de arbustos (DoRAr)

Variable que se tomó en cada uno de los estratos calculado mediante la siguiente fórmula matemática:

$$\text{DoRAr} = \frac{\text{área basal total de la especie}}{\text{área basal total de todas las especies}} \times 100$$

Fuente: López, C. 2011

### 3.3.23. Diversidad relativa de árboles (DiRA)

Dato que se registrará en cada uno de los estratos y se aplicará la siguiente fórmula matemática:

$$\text{DiRA} = \frac{\text{número de especies de la familia}}{\text{número total de especies}} \times 100$$

Fuente: López, C. 2011

### 3.3.24. Diversidad relativa de arbustos (DiRAr)

Variable que se tomó en cada estrato, para lo que se aplicó la siguiente fórmula matemática:

$$\text{DiRAr} = \frac{\text{número de especies de la familia}}{\text{número total de especies}} \times 100$$

Fuente: López, C. 2011

### **3.3.25. Índice de valor de Importancia de árboles (IVIA)**

Para determinar el índice del valor de importancia se aplicó la siguiente relación matemática:

$$\text{IVIA} = \text{Densidad relativa} + \text{Dominancia relativa}$$

Fuente: López, C. 2011

### **3.3.26. Índice de valor de Importancia de arbustos (IVIAr)**

Dato que se evaluó mediante la aplicación de la siguiente relación matemática:

$$\text{IVIAr} = \text{Densidad relativa} + \text{Dominancia relativa}$$

Fuente: López, C. 2011

## **3.4. MANEJO DEL EXPERIMENTO**

### **3.4.1 Reconocimiento del área de estudio**

Al iniciar la investigación se procedió hacer el reconocimiento de la zona y la determinación del área en estudio, elaborando un croquis del lugar, en el cual se desarrolló la identificación de fuentes de agua e inventario de la vegetación nativa.

Para disponer de la información, la microcuenca del estero Payacacao se dividió en tres estratos, uno en la parte alta, otro en la parte media y otro en la parte baja, cada uno de ellos con una medida de  $200\text{m}^2$  (10m x 20m), de donde se tomó la información de las especies existentes dentro de cada estrato, a los que se aplicó el análisis estadístico respectivo.

### **3.4.2 Proceso de toma de muestras de agua**

Los muestreos de agua se tomaron de acuerdo a la ubicación geográfica, es decir en tres puntos específicos de la microcuenca del estero Payacacao, uno en la parte alta, uno en la parte media y uno en la parte baja. Para el análisis físico químico se

tomó tres muestras de agua, homogéneas y representativas, con una cantidad de 2 litros de agua por cada una, se utilizó envase de vidrio perfectamente limpio.

Las muestras de agua fueron tomadas lejos de las costas y a mediana profundidad. Se destapó el recipiente y rápidamente fue sumergido a una profundidad de 20 cm, tomándolo del cuello, se enjuagó el recipiente tres veces con el agua de la muestra y finalmente se envasó la muestra respectiva. Una vez lleno, el recipiente se tapó, se fijó una etiqueta rotulada al recipiente identificando: nombre del muestreador, fecha y hora de la toma, lugar de procedencia, tipo de análisis requerido, fuente de provisión e inmediatamente se llevó las muestras al Laboratorio de Análisis Ambiental e Inspección (LABCESTTA) para su respectivo análisis.

### **3.4.3 Análisis físico-químico del agua (AFQA)**

Para determinar la calidad física y química del agua se tomó tres muestras de 2 litros cada una, en tres puntos específicos de la microcuenca del estero Payacaco, muestras que fueron analizadas en el Laboratorio de Análisis Ambiental e Inspección (LABCESTTA). Los parámetros analizados fueron:

#### **Características físicas:**

- Sólidos totales (ST)
- Sólidos en suspensión (SS)
- Sólidos disueltos (SD)

#### **Características químicas:**

- pH
- Demanda química de oxígeno (DQO)
- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)
- Oxígeno disuelto (OD).
- Conductividad eléctrica (CE)

#### **3.4.4 Recolección de información secundaria**

La información secundaria se recopiló en diferentes instituciones dedicadas al manejo de los recursos naturales como La Cooperativa de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado del cantón Echeandía (CAPAE), Biblioteca del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Echeandía, Universidad Estatal de Bolívar Biblioteca del Centro de Apoyo Echeandía y Ministerio del Ambiente.

#### **3.4.5 Recopilación cartográfica**

Con el apoyo del mapa político del Cantón Echeandía, editado por el IGM, NIV-F2 3.788-1. Escala 1:50000, se elaboró un croquis donde se ubicó los afluentes del Estero Payacacao, objeto de investigación y sus vías de acceso.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Número de fuentes de agua (NFA) y caudal de agua (CA)

Cuadro No. 1. Número de fuentes de agua (NFA) y caudal de agua (CA) de la microcuenca del estero Payacaco.

Coordenadas Geográficas			Caudal	
Longitud	Latitud	Altitud	Época seca	Época lluviosa
07°01'39,5''	98°43'27,1''	882	1,00 l/s	6,56 l/s
07°01'62,7''	98°42'95,4''	881	0,94 l/s	3,90 l/s
07°01'33,4''	98°43'07,8''	862	0,13 l/s	0,96 l/s
07°01'35,2''	98°43'13,4''	860	0,15 l/s	14,04 l/s
07°01'17,8''	98°42'07,6''	845	1,33 l/s	6,37 l/s
07°01'08,1''	98°42'00,7''	830	6,00 l/s	12,31 l/s
07°01'10,0''	98°42'20,9''	817	0,38 l/s	2,23 l/s
07°00'92,2''	98°42'04,5''	815	0,41 l/s	1,34 l/s
06°99'66,1''	98°43'09,9''	631	0,04 l/s	0,19 l/s
06°99'88,3''	98°42'86,0''	597	0,07 l/s	0,26 l/s
06°99'37,7''	98°42'95,1''	571	0,01 l/s	0,02 l/s
06°98'27,1''	98°43'02,9''	485	0,01 l/s	0,01 l/s

Dentro la microcuenca del estero Payacacao se ha logrado identificar 12 fuentes de agua que se encuentran ubicadas a una altitud que va desde los 485 hasta los 882 msnm (Cuadro No. 1); el agua de estas fuentes recorren gran parte de la microcuenca, donde ésta es aprovechada por los habitantes del sector ya sea en labores agrícolas, abrevaderos de animales y para el consumo humano.

El caudal de agua fue medido en las dos estaciones del año, de lo cual se desprende que la fuente de agua con el mayor caudal en la época seca se encuentran ubicada en las coordenadas latitud 07°01'08,1''; longitud 98°42'00,7'' a una altitud de 830 msnm con 6,00l/s; mientras que en invierno el mayor caudal

registrado fue de 14,04 l/s, esta fuente hídrica está ubicada a 860 msnm con las coordenadas Longitud 07°01'35,2'' y Latitud 98°43'13,4''. (Cuadro No. 1)

El menor caudal de agua en época seca se encontró en dos fuente ubicadas a una altitud entre los 485 y 571 msnm con 0,01 l/s. En época lluviosa el menor caudal de agua fue de 0,01 l/s que se dio en la fuente de agua ubicada una altitud de 485 msnm con Longitud 06°98'27,1'' y Latitud 98°43'02,9''

Tomando en cuenta los datos obtenidos del caudal de agua en la microcuenca, como es lógico los valores de este parámetro se incrementa con la presencia de la lluvia; en estos valores también se ve un efecto de la ubicación de la fuente de agua, es decir a menor altitud el caudal baja notablemente en las dos épocas de evaluación.



#### 4.2. Identificación de árboles (IA)

Cuadro No. 2. Identificación de árboles (IA) que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.

IDENTIFICACION DE ÁRBOLES				
Familia	Género	Especie	Nombre Científico	Nombre común
Boraginaceae	Cordia	macrantha	<i>Cordia macrantha</i>	Laurel
Burseraceae	Protium	fimbriatum	<i>Protium fimbriatum</i>	Copal
Fabaceae	Inga	Edulis	<i>Inga edulis</i>	Guabo
Hippocrataceae	Salacia	Sp	<i>Salacia</i> sp	Pechuga
Lecythidaceae	Grias	neuberthii	<i>Grias neuberthii</i>	Orejas de burro
Malvaceae	Quararibea	Funebri	<i>Quararibea funebris</i>	Molinillo
Malvaceae	Spirotheca	rimbachii	<i>Spirotheca rimbachii</i>	Palo Prieto
Meliaceae	Trichilia	Pallida	<i>Trichilia pallida</i>	Cedrillo
Meliaceae	Cedrela	Odonata	<i>Cedrela odonata</i>	Cedro
Moraceae	Ficus	benjamina	<i>Ficus benjamina</i>	Matapalo
Polygonaceae	Triplaris	guayaquilensis Wedd.	<i>Triplaris guayaquilensis</i> Wedd	Fernán Sánchez
Sapotaceae	Manilkara	Zapota	<i>Manilkara zapota</i>	Gomoso
Meliaceae	Carapa	guianensis Aubl	<i>Carapa guianensis</i> Aubl	Pepón

En la microcuenca del estero Payacacao, se ha identificado 13 especies arbóreas, que pertenecen a 10 familias, la familia con el mayor número de especies fue la Meliaceae con 3 especies, seguido de la familia Malvaceae que registró 2 especies. En las familias Boraginaceae, Burseraceae, Fabaceae, Hippocrataceae, Lecythidaceae, Moraceae, Polygonaceae y Sapotaceae se reportó 1 especie de cada familia (Cuadro No. 2).

Entre las principales especies arbóreas tenemos: Laurel *Cordia macrantha*; Copal *Protium fimbriatum*; Guabo *Inga edulis*; Pechuga *Salacia* sp; Orejas de burro *Grias neuberthii*; Molinillo *Quararibea funebris*; Palo Prieto *Spirotheca rimbachii*; Cedrillo *Trichilia pallida*; Cedro *Cedrela odorata*; Matapalo *Ficus benjamina*; Fernán Sánchez *Triplaris guayaquilensis* Wedd; Gomoso *Manilkara zapota* y Pepon *Carapa guianensis* Aubl (Cuadro No. 2).

#### 4.3. Identificación de arbustos (IAr)

Cuadro No. 3. Identificación de arbustos (IAr) que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.

Familia	Género	Especie	Nombre Científico	Nombre común
Adoxaceae	Sahats	Ilun	<i>Sahats ilun</i>	Sauce negro
Asteraceae	Baccharis	Latifolia	<i>Baccharis latifolia</i>	Chilca
Asteraceae	Gochnatia	polymorpha	<i>Gochnatia polymorpha</i>	Sacha boldo
Malvaceae	Ochroma	Lagopus	<i>Ochroma lagopus</i>	Tambor
Melastomataceae	Miconia	Theazans	<i>Miconia theazans</i>	Colca
Polygonaceae	Rumex	Crispus	<i>Rumex crispus</i>	Lengua de vaca
Rubiaceae	Coffea	canephora	<i>Coffea canephora</i>	Café robusta
Rutaceae	Zanthoxylum	Sp	<i>Zanthoxylum</i> sp	Naranjito

En el cuadro No. 3, se muestra la conformación arbustiva de la microcuenca del estero Payacacao; misma que consta de 7 familias con 8 géneros. La familia con el mayor número de especies fue la Asteraceae con la *Baccharis latifolia* (Chilca) y

*Gochnatia polymorpha* (Sacha boldo). En las 6 familias se registró solo 1 especie por familia *Sahats ilun* (Sauce negro); *Ochroma lagopus* (Tambor); *Miconia theazans* (Colca); *Rumex crispus* (Lengua de vaca); *Coffea canephora* (Café robusta) y *Zanthoxylum* sp (Naranjito).

#### 4.4. Identificación de hierbas (IH)

Cuadro No. 4. Identificación de hierbas (IH)

Familia	Género	Especie	Nombre Científico	Nombre común
Poaceae	Brachiaria	híbrido	<i>Brachiaria híbrido</i>	Pasto híbrido Mulato
Graminaceae	Panicum	Maximun	<i>Panicum Maximun</i> Jacq	Pasto saboya
Poaceae	Brachiaria	decumbens	<i>Brachiaria decumbens</i>	Pasto brachiaria

En la microcuenca de Payacacao, se ha identificado como principales hierbas a los pastos, mismos que se agrupan en dos familias la Poaceae con el género Brachiaria que contiene a las especies híbrido y decumbens (Pasto mulato y brachiaria); en la familia Graminaceae se registró el género Panicum (Pasto saboya).

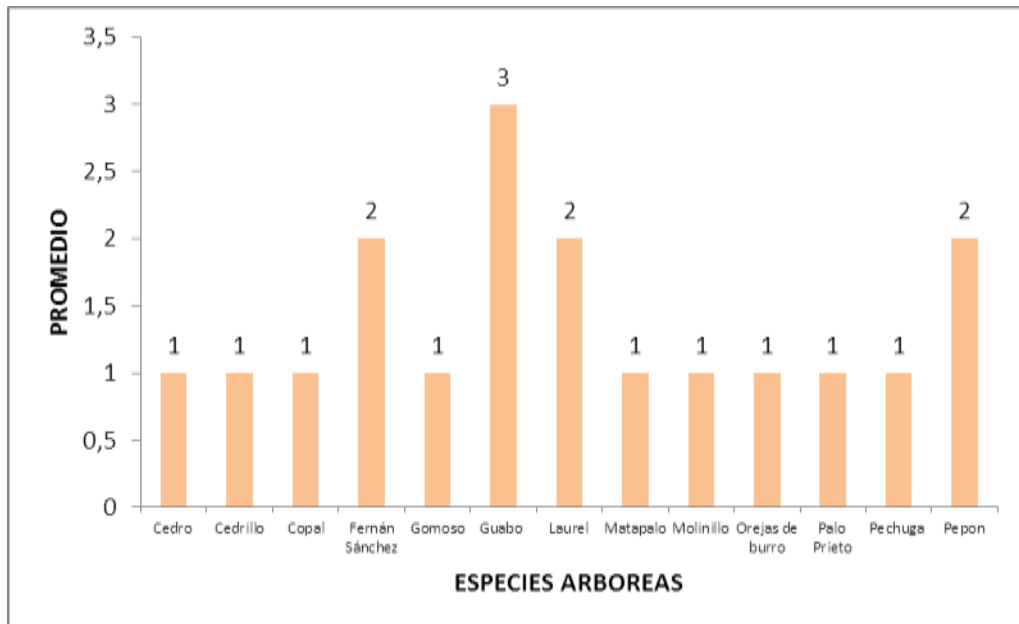
Pastos que son utilizados como alimento para la producción ganadea de la zona agroecológica.

#### 4.5. Número de árboles, arbustos y hierbas (NA/NAr/NH)

Cuadro No. 5. Número de árboles; arbustos y hierbas (NA/NAr/NH) que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.

Nombre del árbol	NA	Porcentaje	Nombre del arbusto	Nar	Porcentaje	Nombre de la hierba	NH/m <sup>2</sup>	Porcentaje
Cedro	1,00	5,56	Café robusta	1,00	2,04	Pasto híbrido mulato	16	7,92
Cedrillo	1,00	5,56	Chilca	2,00	4,08	Pasto saboya	7	3,47
Copal	1,00	5,56	Colca	10,00	20,41	Pasto brachiaria	179	88,61
Fernán Sánchez	2,00	11,11	Lengua de vaca	1,00	2,04	<b>Total</b>	202	100,00
Gomoso	1,00	5,56	Naranjito	2,00	4,08	<b>Media Aritmética</b>	67,33	
Guabo	3,00	16,67	Sacha boldo	25,00	51,02	<b>Máximo</b>	179,00	
Laurel	2,00	11,11	Sauce negro	6,00	12,24	<b>Mínimo</b>	7,00	
Matapalo	1,00	5,56	Tambor	2,00	4,08	<b>Varianza</b>	9372,33	
Molinillo	1,00	5,56	<b>Total</b>	49,00	100,00			
Orejas de burro	1,00	5,56	<b>Media Aritmética</b>	6,13				
Palo Prieto	1,00	5,56	<b>Máximo</b>	25,00				
Pechuga	1,00	5,56	<b>Mínimo</b>	1,00				
Pepón	2,00	11,11	<b>Varianza</b>	67,84				
<b>Total</b>	18,00	100,00						
<b>Media Aritmética</b>	1,38							
<b>Máximo</b>	3,00							
<b>Mínimo</b>	1,00							
<b>Varianza</b>	0,42							

Gráfico No. 1. Número de árboles por especie que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.

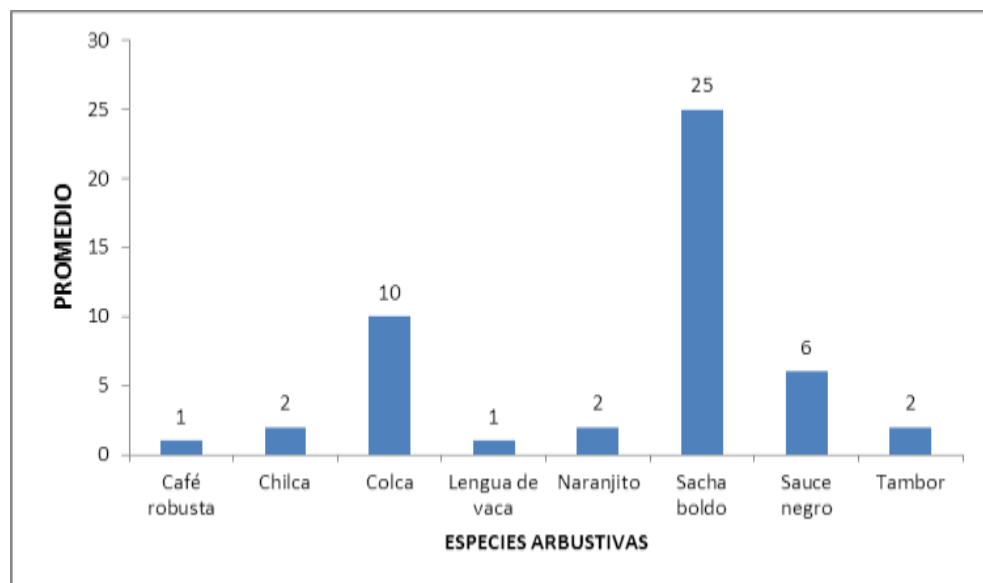


En la zona de estudio, se ha identificado una composición arbórea de tan solo 18 especies de árboles; con un valor de la media general de 1,38 árboles por especie; con un valor máximo de 3 y un mínimo de 1 árboles/especie. (Cuadro No. 5)

En el cuadro No. 5 y gráfico No. 1, se observa que el *Inga edulis* (Guabo) es la especie con el mayor número de árboles con 3 ejemplares, que corresponde al 16,67%; también se encontró 2 árboles por especie de *Cordia macrantha* (Laurel) *Triplaris guayaquilensis* Wedd (Fernán Sánchez) y *Carapa guianensis* Aubl (Pepón) que corresponde al 33,33% del total de especies; mientras que en las especies *Protium fimbriatum* (Copal); *Salacia* sp (Pechuga); *Grias neuberthii* (Orejas de burro); *Quararibea funebris* (Molinillo); *Spirotheca rimbachii* (Palo Prieto); *Trichilia pallida* (Cedrillo); *Cedrela odonata* (Cedro); *Ficus benamina* (Matapalo) y *Manilkara zapota* (Gomoso) se reportaron 1 árbol por especie, que corresponde al 50,00% de la población arbórea en la microcuenca del estero Payacacao.

Estos resultados me permiten inferir que la zona agroecológica de la microcuenca existen especies endémicas que en su mayoría están a punto de desaparecer como es el caso del *Protium fimbriatum*; *Salacia* sp; *Grias neuberthii*; *Quararibea funebris*; *Spirotheca rimbachii*; *Trichilia pallida*; *Cedrela odonata*; *Ficus benjamina* y *Manilkara zapota*

Gráfico No. 2. Número de arbustos por especie que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.

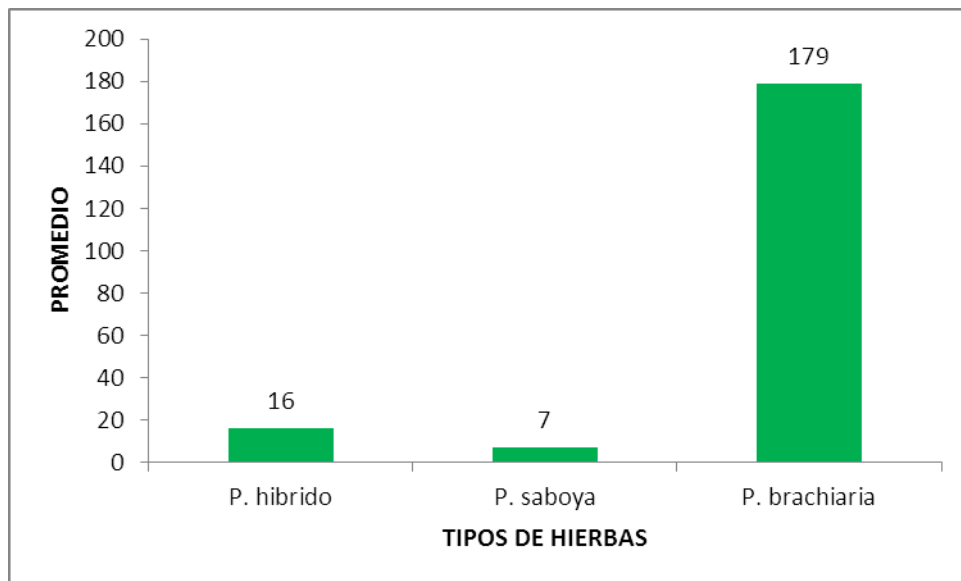


Dentro de la población arbustiva que forma la microcuenca del estero Payacacao, se ha identificado 49 especies, con un valor máximo de 25 y mínimo de 1 plantas respectivamente con una varianza de 67,84 (Cuadro No. 5).

En los tres estratos, el 51,02% de la conformación arbustiva, correspondió a la especie *Gochnatia polymorpha* (Sacha boldo) con 25 plantas; el 20,41% de la microcuenca está integrada por *Miconia theazans* (Colca) que registró 10 plantas; la especie *Sahats ilun* (Sauce negro) tuvo 6 plantas que corresponde al 12,24%. Mientras que en *Baccharis latifolia* (Chilca); *Zanthoxylum* sp (Naranjito) y *Ochroma lagopus* (Tambor) se reportó 2 plantas por especie. En las especies *Coffea canephora* (Café robusta) y *Rumex crispus* (Lengua de vaca) se evaluó apenas 1 planta por especie (Cuadro No. 5 y gráfico No. 2).

Se sabe que los árboles y arbustos brindan protección al suelo, contribuyen a la moderación del clima, creando microclimas más estables y favorables para el crecimiento de las plantas, regulan el ciclo del agua, especialmente aumentando la humedad, disminuyendo la evapotranspiración de los substratos inferiores y favoreciendo la penetración del agua en el suelo.

Gráfico No. 3. Número de hierbas por especie que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.



El análisis estadístico para la variable número de hierbas identificadas en la microcuenca del estero Payacacao, nos reportó que el 88,67% corresponde a pasto *Brachiaria decumbens* (brachiaria) que registro 179 plantas/m<sup>2</sup>, para el pasto *Brachiaria híbrido* (híbrido) se cuantifico 16 plantas/m<sup>2</sup> que equivale al 7,92% de las hierbas; el menor número de plantas se tuvo en el pasto *Panicum Maximun Jacq* (saboya) con 7 plantas/m<sup>2</sup> (Cuadro No. 5 y gráfico No. 3).

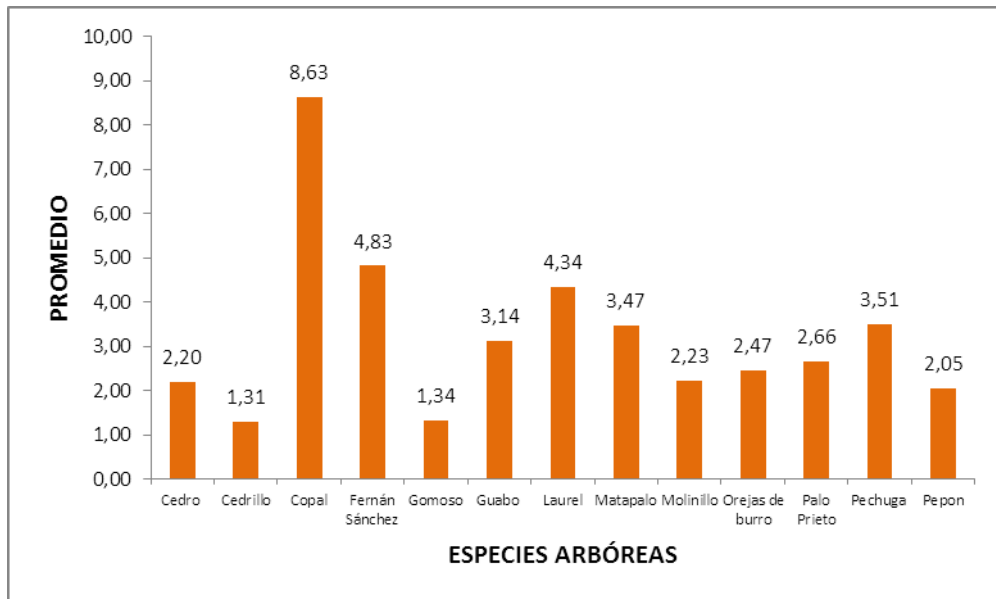
#### 4.6. Distancia entre árboles (DA en m) y entre arbustos (DAr en m)

Cuadro No. 6. Resultados del análisis estadístico en la variable distancia entre árboles (DA en m) y arbustos (DAr en m) que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.

Nombre del árbol	DA en m	Nombre del arbusto	DAr en m
Cedro	2,20	Café robusta	1,79
Cedrillo	1,31	Chilca	4,82
Copal	8,63	Colca	1,90
Fernán Sánchez	4,83	Lengua de vaca	1,63
Gomoso	1,34	Naranjito	3,30
Guabo	3,14	Sacha boldo	1,88
Laurel	4,34	Sauce negro	2,62
Matapalo	3,47	Tambor	1,22
Molinillo	2,23	<b>Media Aritmética</b>	2,39
Orejas de burro	2,47	<b>Máximo</b>	4,82
Palo Prieto	2,66	<b>Mínimo</b>	1,22
Pechuga	3,51	<b>Varianza</b>	1,37
Pepón	2,05		
<b>Media Aritmética</b>	3,24		
<b>Máximo</b>	8,63		
<b>Mínimo</b>	1,31		
<b>Varianza</b>	3,72		



Gráfico No. 4. Distancia entre árboles que conforman la microcuencia del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.

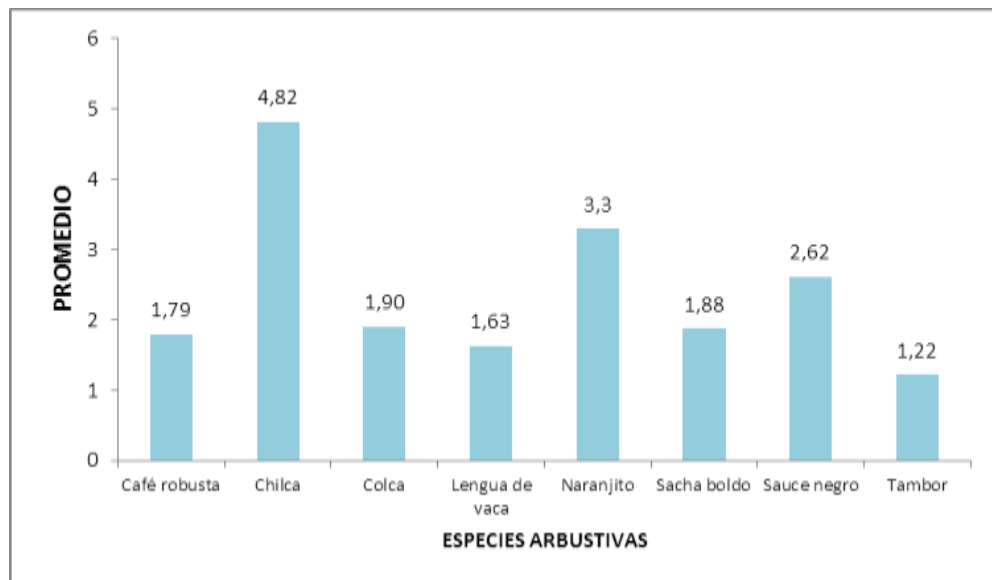


El análisis estadístico para la variable distancia entre especies arbóreas dentro de la microcuencia Payacacao, nos refleja una distancia promedio de 3,24 m entre árboles con una distancia mínima de 1,31 m y la máxima fue de 8,63 m (Cuadro No. 6).

La mayor distancia entre especies se tuvo en el Copal (*Protium fimbriatum*) con 8,63 m; entre las especies Fernán Sánchez (*Triplaris guayaquilensis* Wedd) la distancia evaluada fue de 4,83 m; en el Laurel (*Cordia macrantha*) la distancia fue de 4,34 m, el espaciamiento entre los árboles de Pechuga (*Salacia* sp), Matapalo (*Ficus benjamina*) y Guabo (*Inga edulis*) fue de 3,51 m, 3,47 m y 3,14 m para cada caso. Los árboles de Palo prieto (*Spirotheca rimbachii*) se encontraban a una distancia de 2,66 m; una distancia de 2,47 m correspondió a los árboles de Orejas de burro (*Grias neuberthii*); la separación entre las plantas de Molinillo (*Quararibea funebris*) fue de 2,23 m; los árboles de Cedro (*Cedrela odonata*) estaban ubicados a una distancia de 2,20 m; las plantas de Pepón (*Carapa guianensis* Aubl) registraron una distancia de 2,05 m; las distancia de plantación menores correspondieron a los árboles de Gomoso (*Manilkara zapota*) y Cedrillo

(*Trichilia pallida*) con valores de 1,34 m y 1,31 m respectivamente (Cuadro No. 6 y gráfico No. 4).

Gráfico No. 5. Distancia entre arbustos que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar



La distancia promedio entre las especies arbustivas fue de 2,39 m, se determinó una varianza de 1,37 m; el valor máximo y mínimo fue de 4,82 y 1,22 m respectivamente (Cuadro No. 6).

En las plantas de *Zanthoxylum* sp se tuvo la mayor distancia con 4,82 m; las plantas de *Sahats ilun*, se encontraron una distancia de 2,62 m; las plantas de *Miconia theazans* y *Gochnatia polymorpha* se encontraron a una distancia de 1,90 m y 1,88 m respectivamente. La distancia de 1,79 m correspondió a las plantas de *Coffea canephora* y un valor de 1,63 m fue para *Rumex crispus*, la menor distancia de plantas fue de 1,22 m que se registró en la especie *Ochroma lagopus* (Cuadro No. 6 y gráfico No. 5).

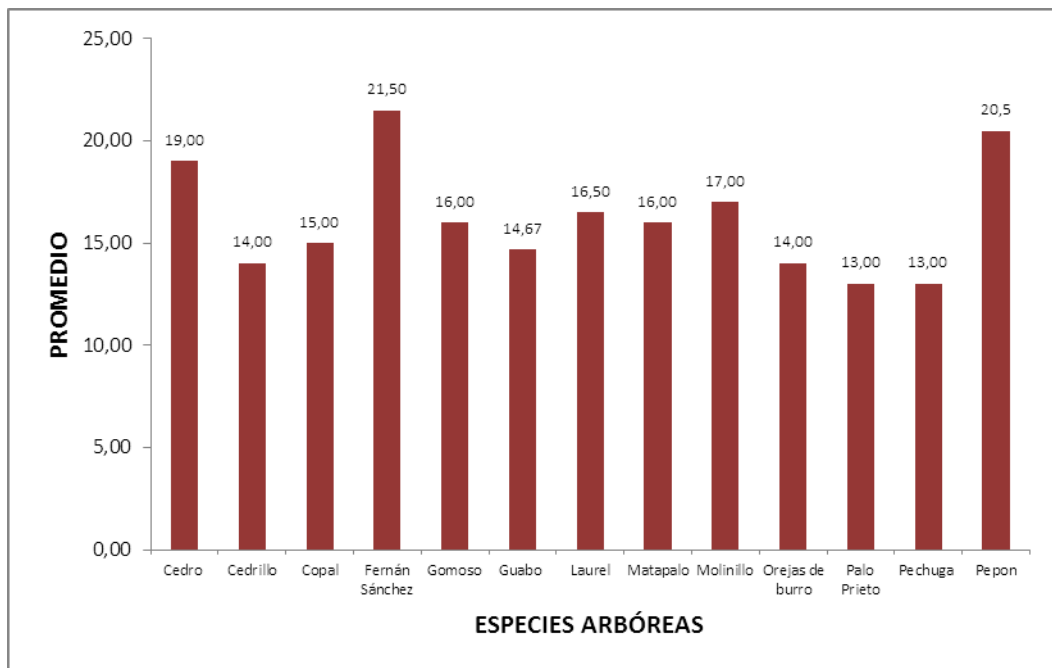
La variación entre las distancias de plantas de las especies arbóreas y arbustivas identificadas en la microcuenca del estero Payacacao, se debe a que la vegetación se ha ido regenerando de forma natural, es decir no ha intervenido la mano del propietario o aun criterios técnicos durante este proceso.

#### 4.7. Altura total de los árboles (ATA en m) y arbustos (ATAr en m)

Cuadro No. 7. Resultados del análisis estadístico en la variable altura total de los árboles (ATA en m) y arbustos (ATAr en m) que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.

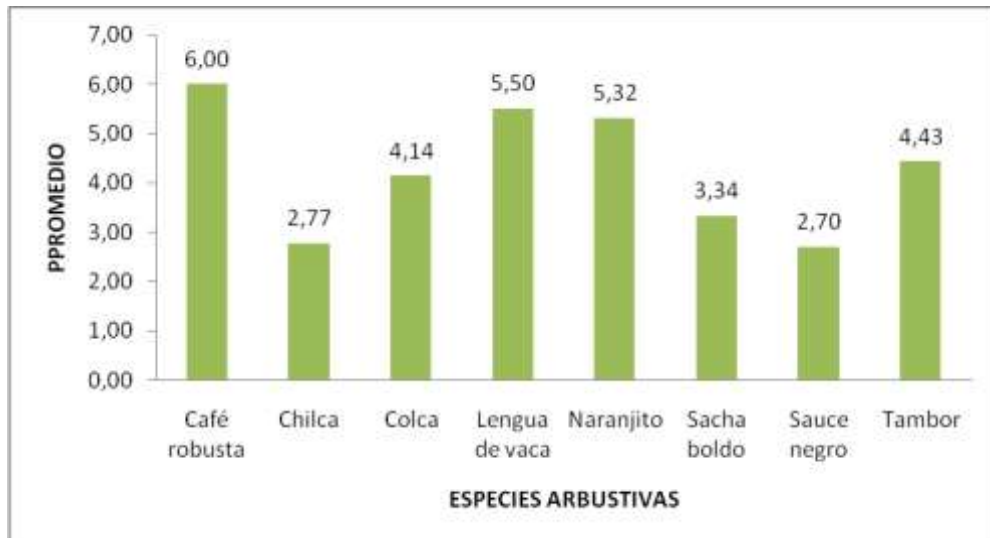
Nombre del árbol	ATA en m	Nombre del arbusto	ATAr en m
Cedro	19,00	Café robusta	6,00
Cedrillo	14,00	Chilca	2,77
Copal	15,00	Colca	4,14
Fernán Sánchez	21,50	Lengua de vaca	5,50
Gomoso	16,00	Naranjito	5,32
Guabo	14,67	Sacha boldo	3,34
Laurel	16,50	Sauce negro	2,70
Matapalo	16,00	Tambor	4,43
Molinillo	17,00	<b>Media Aritmética</b>	4,27
Orejas de burro	14,00	<b>Máximo</b>	6,00
Palo Prieto	13,00	<b>Mínimo</b>	2,70
Pechuga	13,00	<b>Varianza</b>	1,60
Pepón	20,50		
<b>Media Aritmética</b>	16,17		
<b>Máximo</b>	21,50		
<b>Mínimo</b>	13,00		
<b>Varianza</b>	7,43		

Gráfico No. 6. Altura total de los árboles que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.



En el cuadro No. 7, se muestran los resultados del análisis estadístico de la variable altura total de los árboles, que registra un promedio de 16,17 m, con una varianza de 7,43 m/planta; la menor altura encontrada fue de 13,00 m que correspondió a la especie Palo Prieto (*Spirotheca rimbachii*), la altura mayor se tuvo en los árboles de Fernán Sánchez (*Triplaris guayaquilensis* Wedd) con 21,50 m; los árboles de Gomoso (*Manilkara zapota*) y Matapalo (*Ficus benjamina*) tuvieron una altura de 16,00 m; las plantas de Laurel (*Cordia macrantha*) tuvieron una altura de 16,50 m; en las especies Palo prieto (*Spirotheca rimbachii*) y Pechuga (*Salacia* sp) se evaluaron una altura de planta de 13,00 m; los árboles de Cedro (*Cedrela odonata*) alcanzaron una altura de 19,00 m; una altura de 14,00 m por planta se evidenció en las especies Cedrillo (*Trichilia pallida*) y Orejas de burro (*Grias neuberthii*); una altura de plantas de 14,67 m correspondió a Guabo (*Inga edulis*); en los árboles de Copal (*Protium fimbriatum*) se registró una altura de 15 m; los árboles de Laurel (*Cordia macrantha*) tuvieron 16,50 m de altura; un valor de 17,00 m de altura se tuvo en árboles de Molinillo (*Quararibea funebris*), en los árboles de Pepón (*Carapa guianensis* Aubl) se evaluó una altura de 20,50 m (Cuadro No. 7 y gráfico No. 6).

Gráfico No. 7. Altura total de los arbustos que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.



En las especies arbustivas se registró una altura promedio de 4,27 m y una varianza de 1,60 m/planta; la mayor altura registrada fue de 6,00 que correspondió a plantas de Café (*Coffea canephora*); la menor altura se tuvo en plantas de Sauce (*Sahats ilun*) con 2,70 m, seguidas muy de cerca de la especie de Chilca (*Baccharis latifolia*) que registra una altura de 2,77 m; una altura de 5,50 y 5,32 m se tuvo en las especies Lengua de vaca (*Rumex crispus*) y Naranjito (*Zanthoxylum* sp) respectivamente; la altura de plantas para las especies Colca (*Miconia theazans*) y Tambor (*Ochroma lagopus*), se ubicó en el orden de 4,14 m y 4,43 m; en las plantas de la especie Sacha boldo (*Gochnatia polymorpha*) se tuvo una altura de 3,34 m (Cuadro No. 7 y gráfico No. 7).

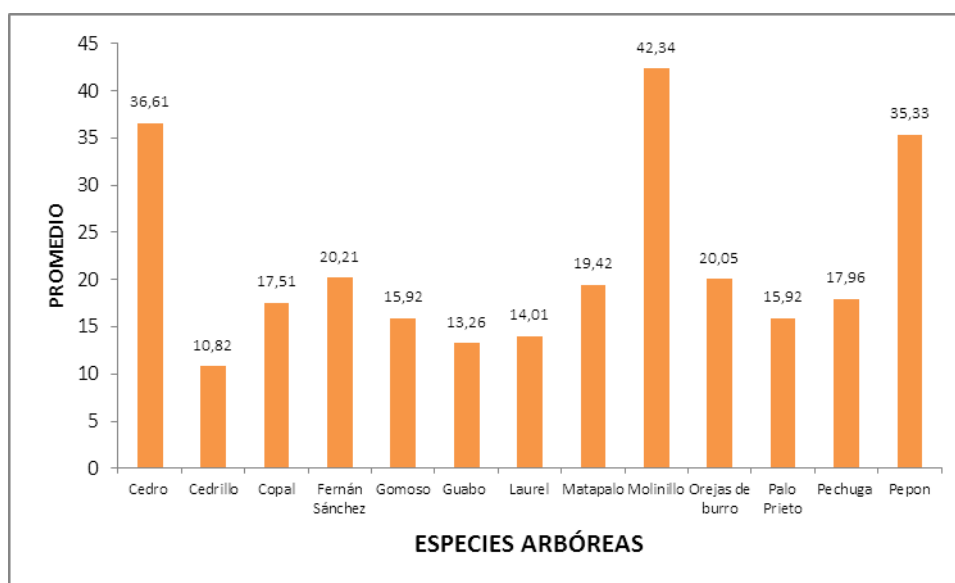
Con estos datos puedo inferir que la variable altura de las especies arbóreas y arbustivas, es una característica propia de cada especie, manteniendo una estrecha relación con la adaptación al ecosistema en que se desarrolla, esta variable también está influenciada por el tipo de copa de cada especie, lo que produce una competencia por captar los rayos lumínicos del sol, factor importante en el proceso de la fotosíntesis. Para la altura de las plantas también juega un papel muy importante edad de las especies, la disponibilidad de macro y micro nutrientes en el suelo y la disponibilidad de la materia orgánica.

**4.8. Diámetro altura pecho de los árboles (DAP en m) y diámetro del tallo del arbusto (DTAr en cm)**

Cuadro No. 8. Resultados estadísticos de la variable diámetro altura pecho de los árboles (DAP en cm) y diámetro del tallo de los arbustos (DTAr en cm) que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.

<b>ÁRBOLES</b>		<b>ARBUSTOS</b>	
<b>Nombre del árbol</b>	<b>DAP</b>	<b>Nombre del arbusto</b>	<b>DTAr</b>
Cedro	36,61	Café robusta	5,70
Cedrillo	10,82	Chilca	2,85
Copal	17,51	Colca	6,03
Fernán Sánchez	20,21	Lengua de vaca	7,90
Gomoso	15,92	Naranjito	7,60
Guabo	13,26	Sacha boldo	3,10
Laurel	14,01	Sauce negro	2,70
Matapalo	19,42	Tambor	5,40
Molinillo	42,34	<b>Media Aritmética</b>	5,16
Orejas de burro	20,05	<b>Máximo</b>	7,90
Palo Prieto	15,92	<b>Mínimo</b>	2,70
Pechuga	17,96	<b>Varianza</b>	4,31
Pepón	35,33		
<b>Media Aritmética</b>	21,49		
<b>Máximo</b>	42,34		
<b>Mínimo</b>	10,82		
<b>Varianza</b>	99,21		

Gráfico No. 8. Diámetro altura pecho de los árboles que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.

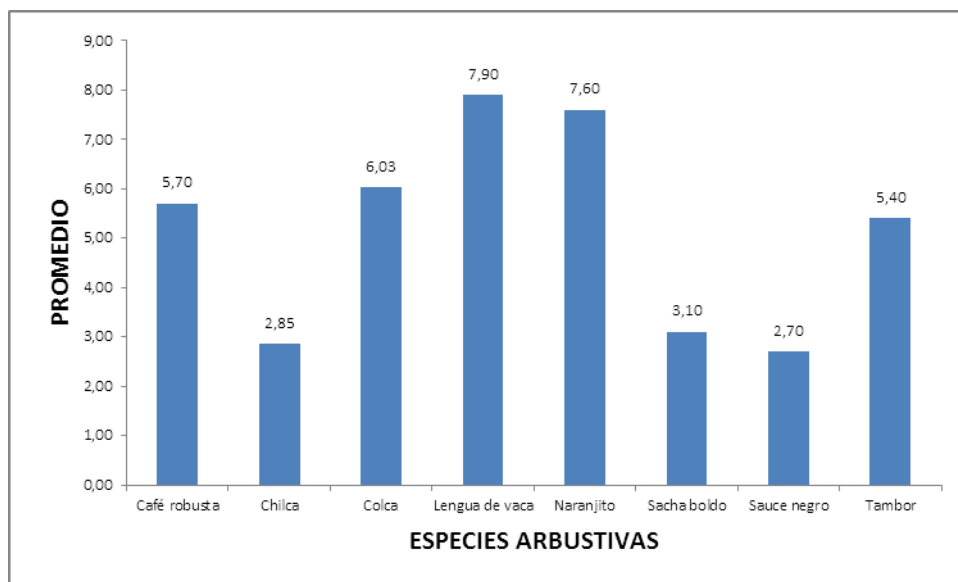


Con el análisis estadístico para el diámetro altura pecho (DAP) evaluado en las especies arbóreas en el estero de la microcuenca Payacacao, se determinó una varianza de 99,21 cm; con un promedio de 21,49 cm; el valor más alto se evaluó en la especie Molinillo con 42,34 cm; el valor menor se tuvo en los árboles de Cedrillo con 10,82 cm; el DAP en los árboles de Cedro fue de 36,61 cm. En los árboles de Fernán Sánchez y Orejas de burro el valor del DAP estuvo en el orden de 20,21 y 20,05 cm; un valor del DAP de 15,92 cm se registró en los árboles Gomoso y Palo prieto; los árboles de Pepón alcanzaron un DAP de 35,33 cm; un DAP de 17,51 y 17,96 cm se tuvo en la especie Copal y Pechuga respectivamente; en los árboles de Guabo se tuvo 13,26 cm de DAP; el valor del DAP para la especie Laurel fue de 14,01 cm, mientras que los árboles de Matapalo registraron 19,42 cm de DAP (Cuadro y gráfico No. 8).

Las variabilidad que se presentó en esta variable, fue debido quizá a que la información se obtuvo de forma aleatoria y sectorizada en los tres estratos, por lo cual se evaluó algunos árboles en edad juvenil, también se puede ser que en los estratos existió mayor competencia de las plantas por los nutrientes que el suelo

dispone, lo que está influenciado por la distancia de la plantación, misma que tiene una gran variabilidad.

Gráfico No. 9. Diámetro del tallo de los arbustos que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.



El valor promedio del diámetro del tallo (DT) de las especies arbustivas fue de 5,16 cm; en valor más alto del DT se evaluó en las plantas conocidas con Lengua de vaca con 7,90 cm, seguido muy de cerca del Naranjito que tuvo un DT de 7,60 cm. Valores del DT de 5,70 y 5,40 cm se dio en las plantas de Café robusta y tambor respectivamente; las plantas de Colca alcanzaron un DT de 6,03 cm; un valor del DT de 3,10 cm se tuvo en la especie Sacha boldo; la especie Chilca registro 2,85 cm del DT; el valor más bajo de esta variable fue de 2,70 cm que correspondió a la especie Saucó negro (Cuadro No. 8 y gráfico No. 9).

El diámetro del tallo es una característica varietal que interactúa fuertemente con los factores ambientales como humedad, temperatura, horas luz y edáficos como el contenido de nutrientes y materia orgánica del suelo, fruto de la caída de hojas de las especies arbóreas y arbustivas que forman la microcuenca.

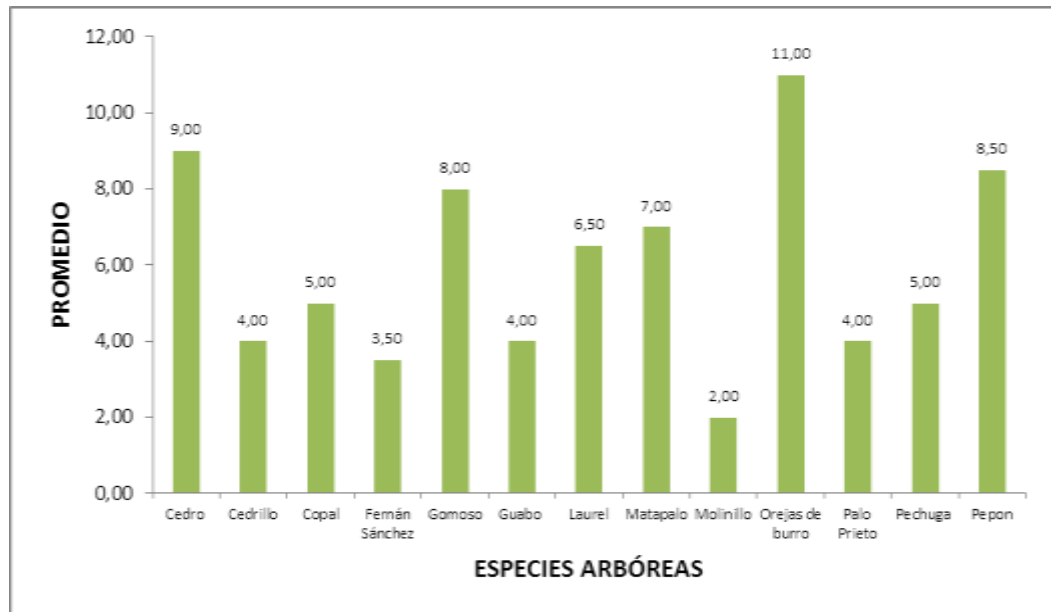


#### 4.9. Grosor de la corteza de los árboles (GCA en mm) y grosor de la corteza del arbusto (GCAr en mm)

Cuadro No. 9. Resultados estadísticos de la variable grosor de la corteza de los árboles (GCA en mm) y grosor de la corteza de los arbustos (GCAr en mm) que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.

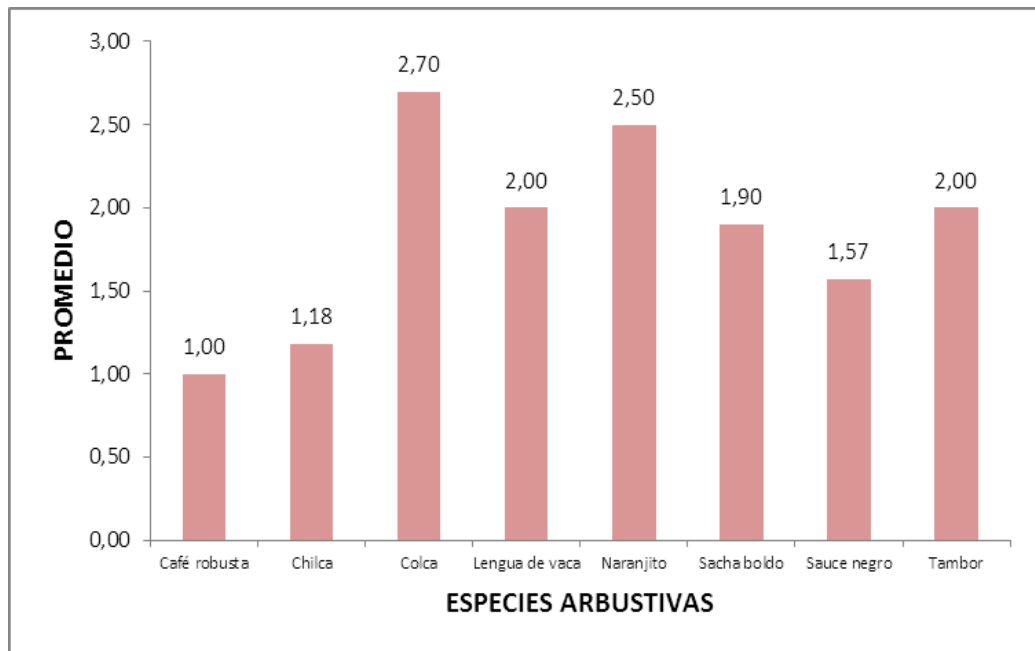
Nombre del árbol	GCA	Nombre del arbusto	GCAr
Cedro	9,00	Café robusta	1,00
Cedrillo	4,00	Chilca	1,18
Copal	5,00	Colca	2,70
Fernán Sánchez	3,50	Lengua de vaca	2,00
Gomoso	8,00	Naranjito	2,50
Guabo	4,00	Sacha boldo	1,90
Laurel	6,50	Sauce negro	1,57
Matapalo	7,00	Tambor	2,00
Molinillo	2,00	<b>Media Aritmética</b>	1,85
Orejas de burro	11,00	<b>Máximo</b>	2,70
Palo Prieto	4,00	<b>Mínimo</b>	1,00
Pechuga	5,00	<b>Varianza</b>	0,35
Pepón	8,50		
<b>Media Aritmética</b>	5,75		
<b>Máximo</b>	11,00		
<b>Mínimo</b>	2,00		
<b>Varianza</b>	6,81		

Gráfico No. 10. Grosor de la corteza de los árboles que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.



En relación al grosor de la corteza de las especies arbóreas, se registró un promedio de 5,75 mm, una varianza de 6,81 mm; el valor menor fue de 2,00 mm que se tuvo en la especie Molinillo; una corteza más gruesa se dio en la especie Oreja de burro con 11,00 mm; corteza de 5,00 mm se tuvo en las especies Copal y Pechuga. En los árboles de Cedrillo, Guabo y Palo prieto el grosor de la corteza fue de 4,00 mm; un grosor de la corteza de 8,50 y 8,00 mm correspondió a los árboles de Pepón y Gomoso respectivamente. En el Cedro se dio 9,00 mm de grosor de corteza; el Laurel tuvo un grosor de corteza de 6,50 mm; la corteza de la especie Matapalo fue de 7,00 mm y en el Fernán Sánchez el valor fue de 3,50 mm (Cuadro No. 9 y gráfico No. 10).

Gráfico No. 11. Grosor de la corteza de los arbustos que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.



El grosor de la corteza en las especies arbustivas registró una media general de 1,85 mm con una varianza de 0,35 mm; en el arbusto denominado Colca se dio el valor más alto con 2,70 mm y el valor menor fue de 1,00 mm que corresponde a Café robusta; una corteza de 2,00 mm se dio en las especies Lengua de vaca y Tambor; en la especie Naranjito se dio una corteza de 2,50 mm, la corteza del Sacha boldo tuvo 1,90 mm; mientras que en el Sauco se dio un grosor de corteza de 1,57 mm; en las plantas de Chilca el grosor de la corteza fue de 1,18 mm (Cuadro No. 9 y gráfico No. 11).

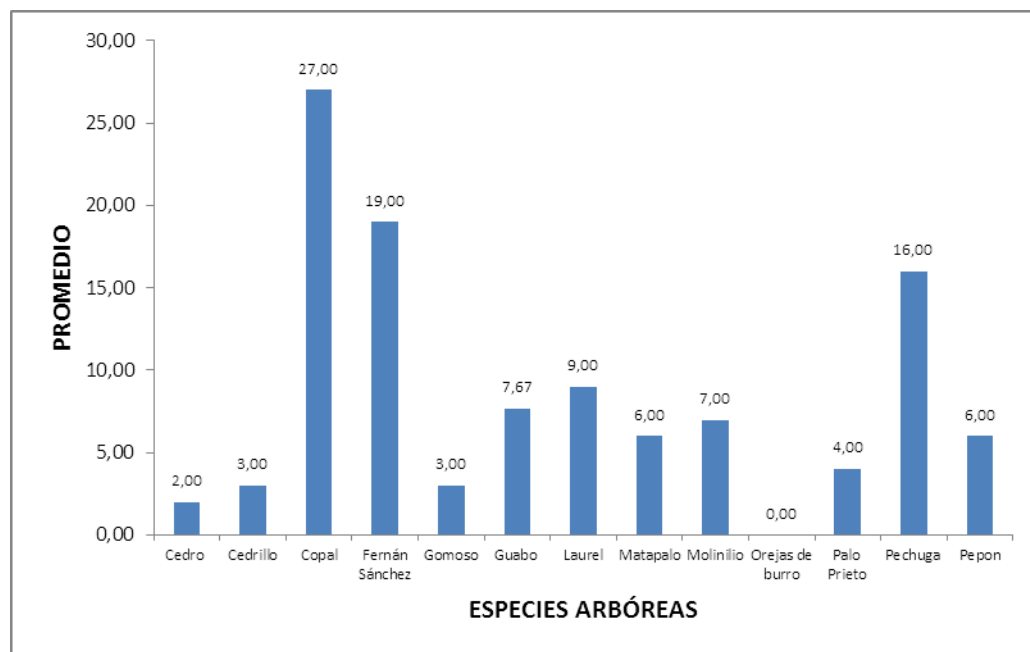
El grosor de la corteza, es una característica varietal que tiene una estrecha relación con los factores bioclimáticos y edáficos, además, esta influencia por la edad de la especie.

**4.10. Número de ramificaciones primarias por árbol (NRPA) y arbusto (NRPAr)**

Cuadro No. 10. Resultados estadísticos de la variable número de ramificaciones primarias de los árboles (NRPA) y arbustos (NRPAr)

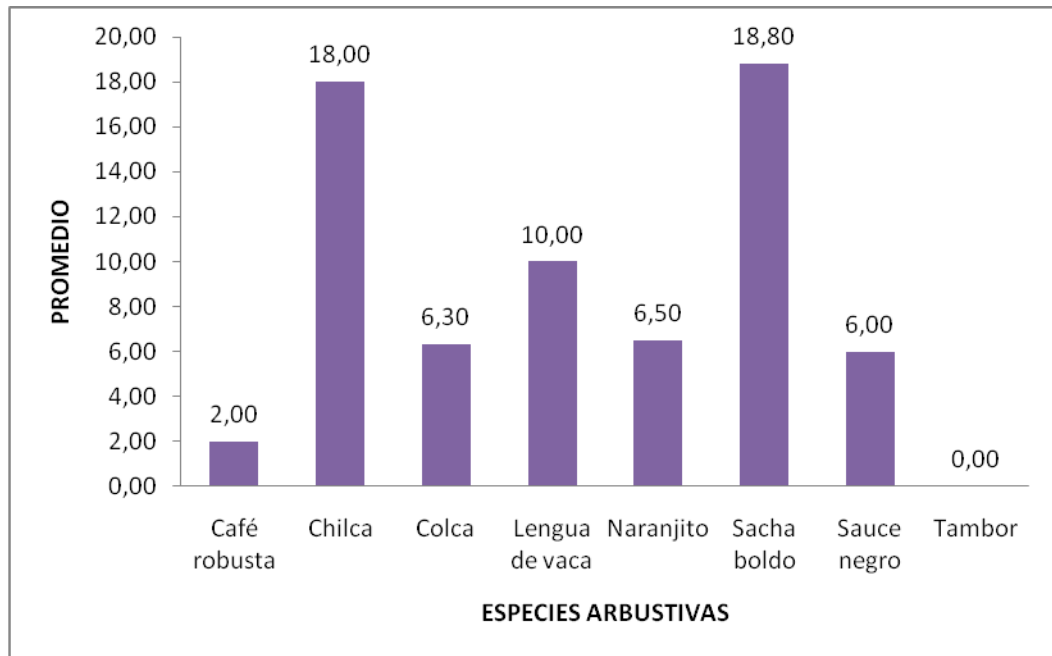
<b>Nombre del árbol</b>	<b>NRPA</b>	<b>Nombre del arbusto</b>	<b>NRPAr</b>
Cedro	2,00	Café robusta	2,00
Cedrillo	3,00	Chilca	18,00
Copal	27,00	Colca	6,30
Fernán Sánchez	19,00	Lengua de vaca	10,00
Gomoso	3,00	Naranjito	6,50
Guabo	7,67	Sacha boldo	18,80
Laurel	9,00	Sauce negro	6,00
Matapalo	6,00	Tambor	0,00
Molinillo	7,00	<b>Media Aritmética</b>	8,45
Orejas de burro	0,00	<b>Máximo</b>	18,80
Palo Prieto	4,00	<b>Mínimo</b>	0,00
Pechuga	16,00	<b>Varianza</b>	46,88
Pepón	6,00		
<b>Media Aritmética</b>	8,44		
<b>Máximo</b>	27,00		
<b>Mínimo</b>	0,00		
<b>Varianza</b>	59,97		

Gráfico No. 12. Número de ramificaciones primarias de los árboles que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.



El análisis estadístico para el número de ramificaciones primarias para las especies arbóreas dentro de la microcuenca del estero Payacacao; reportan una media general de 8,44 ramas (8,00), con una varianza de 59,97; en el Copal se tuvo el valor más alto con 27,00 ramas/planta; en esta investigación los árboles denominados Orejas de burro no contó con ramas; en los árboles de Matapalo y Pepón se registró 6,00 ramas; el Fernán Sánchez tuvo 19,00 ramas; 16 ramas/planta se tuvo en los árboles de Pechuga; en los árboles de Cedrillo y Gomoso se registró 3,00 ramas/planta; en la especie Molinillo se reportó 7,00 ramas, mientras que en la especie Guabo se tuvo 7,67 (8,00) ramas/planta; 2,00 ramas/planta correspondió a Cedro, en el Palo prieto se evaluó 4,00 ramas; el Laurel registró 9,00 ramas/planta (Cuadro No. 10 y gráfico No. 12).

Gráfico No. 13. Número de ramificaciones primarias de los arbustos que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.



En las especies arbustivas dentro de la microcuenca, el mayor número de ramas se determinó en las plantas de Sacha boldo con 18,80 (19); seguido de la especie Chilca que tuvo 18,00 ramas/planta; un total de 6,00 y 6,30 ramas/planta se dio en la especie Saucó negro y Colca respectivamente. Un promedio de 6,50 (7,00) ramas primarias se dio en las plantas de Naranjito; la especie Lengua de vaca registra 10,00 ramas/planta; el Café robusta tuvo 2,00 ramas/planta y en la especie Tambor no se registró ramas (Cuadro No. 10 y Gráfico No. 13).

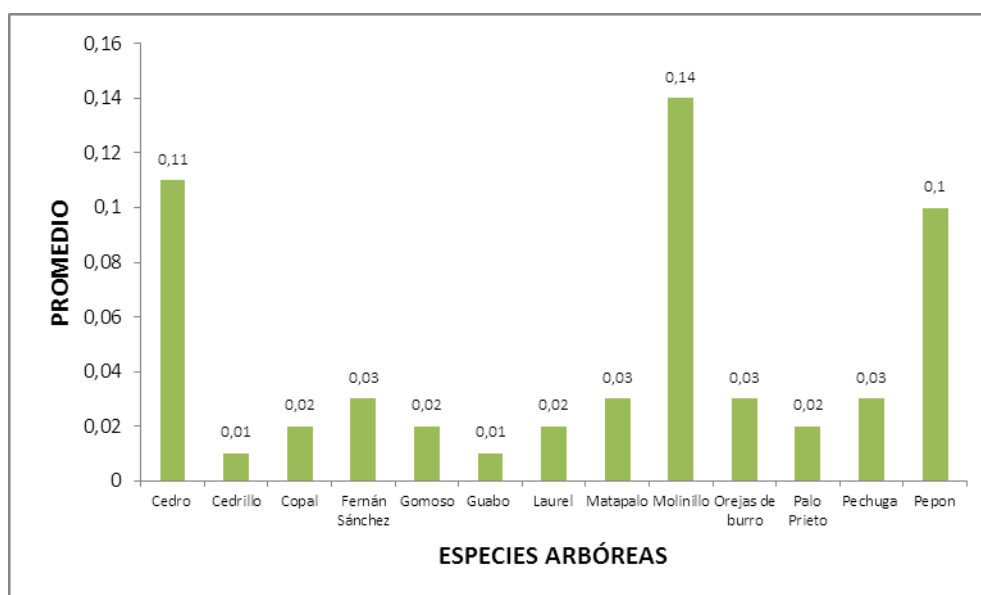
Estos resultados confirman que el número de ramas primarias de los árboles y arbustos, es una característica varietal propia de cada especie, en la presencia o no de las ramas influyen la presencia de los rayos solares especialmente en los estratos medio e inferior de la microcuenca.

#### 4.11. Área basal de árboles (ABA en m<sup>2</sup>) y arbustos (ABAr en m<sup>2</sup>)

Cuadro No. 11. Resultados del análisis estadístico en la variable área basal de los árboles (ABA en m<sup>2</sup>) y arbustos (ABAr en m<sup>2</sup>) que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.

Nombre del árbol	Área basal de árboles	Nombre del arbusto	Área basal de los arbustos
Cedro	0,11	Café robusta	0,0026
Cedrillo	0,01	Chilca	0,0006
Copal	0,02	Colca	0,0029
Fernán Sánchez	0,03	Lengua de vaca	0,0049
Gomoso	0,02	Naranjito	0,0045
Guabo	0,01	Sacha boldo	0,0008
Laurel	0,02	Sauce negro	0,0006
Matapalo	0,03	Tambor	0,0023
Molinillo	0,14	<b>Media Aritmética</b>	0,0024
Orejas de burro	0,03	<b>Máximo</b>	0,0049
Palo Prieto	0,02	<b>Mínimo</b>	0,0006
Pechuga	0,03	<b>Varianza</b>	0,000002
Pepón	0,10		
<b>Media Aritmética</b>	0,04		
<b>Máximo</b>	0,14		
<b>Mínimo</b>	0,01		
<b>Varianza</b>	0,002		

Gráfico No. 14. Área basal de los árboles que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.



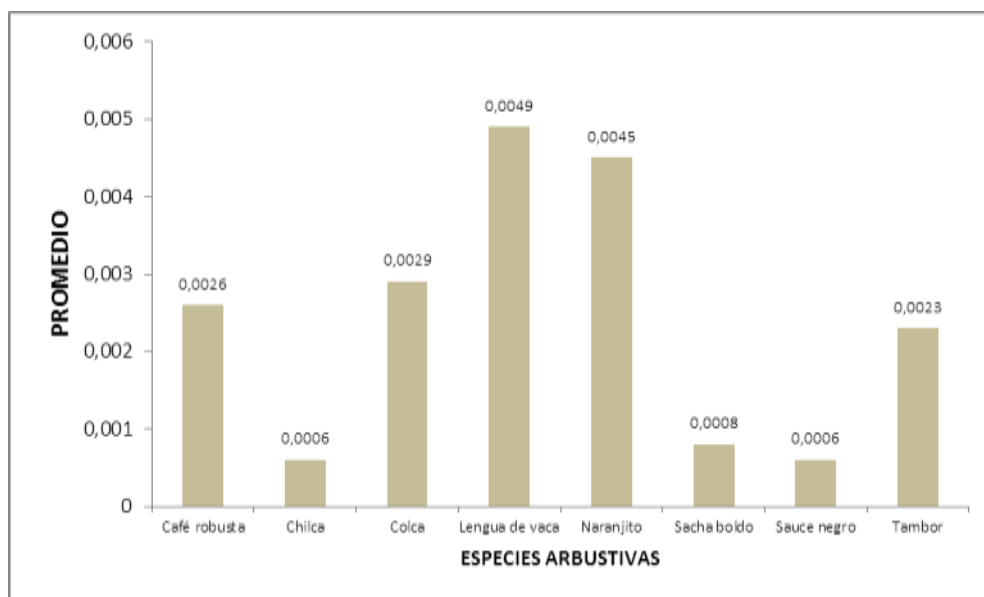
En el cuadro No. 11, se muestran los resultados estadísticos del área basal de las especies arbóreas que forman la microcuenca del estero Payacacao, que nos presenta un valor promedio de 0,04 m<sup>2</sup> con una varianza de 0,002 m<sup>2</sup>.

La especie Molinillo tuvo el valor mayor con 0,14 m<sup>2</sup>; el valor más bajo se registró en las especies Cedrillo y Guabo con 0,01 m<sup>2</sup>; en forma consistente en cuatro especies arbóreas (Fernán Sánchez, Matapalo, Orejas de burro y Pechuga) se evaluó un área basal de 0,03 m<sup>2</sup>, en los árboles de Copal, Gomoso, Laurel y Palo prieto se registró un valor del área basal de 0,02 m<sup>2</sup>. Un área basal de 0,10 y 0,11 m<sup>2</sup> se tuvo en los árboles de Pepón y Cedro respectivamente (Cuadro No. 11 y Gráfico No. 14).

El área basal de las diferentes especies arbóreas, tiene relación directamente con las condiciones ambientales de cada zona agroecológica, esta variable es un factor importante en el incremento del volumen de madera.



Gráfico No. 15. Área basal de los arbustos que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.



En los arbustos que se encontraron en la microcuenca durante la investigación para el área basal, se tuvo una media general de 0,0024 m<sup>2</sup> con una varianza de 0,000002 m<sup>2</sup>; el valor más alto de esta variable fue de 0,0049 m<sup>2</sup> que se dio en el arbusto Lengua de vaca; las plantas de Chilca y Sauco negro tuvieron la menor área basal con 0,0006 m<sup>2</sup>, un área basal de 0,0045, 0,0029 y 0,0026 y m<sup>2</sup> se tuvo en las plantas de Naranjito, Colca y Café robusta; en la especie Tambor el área basal fue de 0,0023 m<sup>2</sup>, mientras que el Sacha boldo tuvo 0,0008 m<sup>2</sup> de área basal (Cuadro No. 11 y gráfico No. 15).

La variación de los resultados de esta variable tanto en los árboles como en los arbustos de la microcuenca, se deben a factores como edad de los árboles; condiciones de suelo como disponibilidad de nutrientes la textura y estructura del mismo.

#### 4.12. Densidad relativa (DR); dominancia relativa (DoR); índice de importancia (IVI) de los árboles

Cuadro No. 12. Resultados del análisis estadístico en la variable densidad relativa (DR); dominancia relativa (DoR) e índice de importancia (IVI) de los árboles conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.

Especie	Número individuos	AB (m <sup>2</sup> )	DR (%)	DoR (%)	IVI (%)
Cedro	1,00	0,11	5,56	19,30	24,86
Cedrillo	1,00	0,01	5,56	1,75	7,31
Copal	1,00	0,02	5,56	3,51	9,07
Fernán Sánchez	2,00	0,03	11,11	5,26	16,37
Gomoso	1,00	0,02	5,56	3,51	9,07
Guabo	3,00	0,01	16,67	1,75	18,42
Laurel	2,00	0,02	11,11	3,51	14,62
Matapalo	1,00	0,03	5,56	5,26	10,82
Molinillo	1,00	0,14	5,56	24,56	30,12
Orejas de burro	1,00	0,03	5,56	5,26	10,82
Palo Prieto	1,00	0,02	5,56	3,51	9,07
Pechuga	1,00	0,03	5,56	5,26	10,82
Pepón	2,00	0,10	11,11	17,54	28,65
<b>Total</b>	<b>18,00</b>	<b>0,57</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>200,00</b>

**AB:** Área basal. **DR:** Densidad Relativa. **DoR:** Dominancia relativa. **IVI:** Índice de importancia

En las especies arbóreas dentro de microcuenca del estero Payacacao, la mayor densidad relativa obtuvo la especie *Inga edulis* (Guabo) con 16,67%; seguido del *Triplaris guayaquilensis* Wedd (Fernán Sánchez); *Cordia macrantha* (Laurel) y *Carapa guianensis* Aubl (Pepón) que cada una tuvo una DR de 11,11%, en tanto que las otras especies en conjunto alcanzaron el 50,00% de la densidad relativa (Cuadro No. 12).

La especie arbórea con la mayor Dominancia relativa fue el *Quararibea funebris* (Molinillo) con el 24,56%; el *Cedrela odorata* (Cedro) registro una dominancia del 19,30%; una dominancia relativa del 17,54% se determinó en el *Carapa guianensis* Aubl (Pepón); una dominancia relativa de 5,26% se registró en las especies *Triplaris guayaquilensis* Wedd (Fernán Sánchez); *Ficus benamina* (Matapalo); *Grias neuberthii* (Orejas de burro) y *Salacia* sp (Pechuga). En las especies *Protium fimbriatum* (Copal); *Cordia macrantha* (Laurel) y *Spirotheca rimbachii* (Palo prieto) la dominancia relativa fue del 3,51%; la dominancia relativa más bajo entre los árboles de la microcuenca del estero Payacacao se determinó en las especies *Trichilia pallida* (Cedrillo) e *Inga edulis* (Guabo) con el 1,75% (Cuadro No. 12).

Las tres especies con el mayor índice de valor de importancia (IVI) de un total de 18 especies son: *Quararibea funebris* (Molinillo); *Carapa guianensis* Aubl (Pepón) y *Cedrela odorata* (Cedro) que en conjunto representa al 83,63%; el *Quararibea funebris* (Molinillo) es la especie con el valor más alto de importancia con 30,12% (Cuadro No. 12)

#### 4.13. Densidad relativa (DR); dominancia relativa (DoR); índice de importancia (IVI) de los arbustos

Cuadro No. 13. Resultados del análisis estadístico en la variable densidad relativa (DR); dominancia relativa (DoR) e índice de importancia (IVI) de los arbustos conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.

Nombre del arbusto	Número individuos	AB (m <sup>2</sup> )	DR (%)	DoR (%)	IVI (%)
Café robusta	1,00	0,0026	2,04	13,54	15,58
Chilca	2,00	0,0006	4,08	3,13	7,21
Colca	10,00	0,0029	20,42	15,10	35,52
Lengua de vaca	1,00	0,0049	2,04	25,52	27,56
Naranjito	2,00	0,0045	4,08	23,44	27,52
Sacha boldo	25,00	0,0008	51,02	4,17	55,19
Sauce negro	6,00	0,0006	12,24	3,13	15,37
Tambor	2,00	0,0023	4,08	11,98	16,06
<b>Total</b>	49,00	0,0191	100,00	100,00	200,00

**AB:** Área basal. **DR:** Densidad Relativa. **DoR:** Dominancia relativa. **IVI:** Índice de importancia

En la microcuenca del estero Payacacao, la mayor densidad relativa (DR) entre las especies arbustivas se registró en *Gochnatia polymorpha* (Sacha boldo) con el 51,02%; seguido de *Miconia theazans* (Colca) que alcanzo el 20,42% de DR, el 28,56% de la densidad relativa estuvo distribuido en las demás especies arbustivas (Cuadro No. 13).

Para esta investigación las especies arbustivas con la mayor Dominancia relativa fueron el *Rumex crispus* (Lengua de vaca) y *Zanthoxylum* sp (Naranjito) una dominancia relativa del 25,52 y 23,44% respectivamente. La menor dominancia relativa se registró en las especies *Baccharis latifolia* (Chilca) y *Sahats ilun* (Saucó negro) con el 3,13%. Una DoR del 15,10% se evaluó en la especie *Miconia theazans* (Colca); el *Coffea canephora* (Café robusta) registro una

dominancia relativa del 13,54%; la especie Gochnatia polymorpha (Sacha boldo) alcanzo una dominancia del 4,17%; en la especies arbustiva Ochroma lagopus (Tambor) alcanzo el 11,98% de dominancia (Cuadro No. 13).

En la microcuenca del estero Payacacao se han identificado 8 especies arbustivas; las dos especies con el mayor índice de valor de importancia (IVI) son: Gochnatia polymorpha (Sacha boldo) y Miconia theazans (Colca) que en conjunto representa al 90,71%; la especie con el valor más alto de importancia fue el Gochnatia polymorpha (Sacha boldo) con 55,19% (Cuadro No. 13).

#### 4.14. Diversidad relativa de los árboles (DiRA); arbustos (DiRAr) y diversidad relativa de las hierbas (DiRH)

Cuadro No. 14. Resultados del análisis estadístico en la variable diversidad relativa de los árboles (DiRA); arbustos (DiRAr) y diversidad relativa de las hierbas (DiRH) que conforman la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.

Árboles				Arbustos				Hierbas			
Familias	No. Especies	No individuos	DiR	Familias	No. especies	No individuos	DiR	Familias	No. especies	No. individuos	DiR
Boraginaceae	1	2	7,69	Adoxaceae	1	6	12,50	Poaceae	2	195	66,67
Bursraceae	1	1	7,69	Asteraceae	2	27	25,00	Graminaceae	1	7	33,33
Fabaceae	1	3	7,69	Malvaceae	1	2	12,50	<b>Total</b>	3	202	100,00
Hippocrataceae	1	1	7,69	Melastomataceae	1	10	12,50				
Lecythidaceae	1	1	7,69	Polygonaceae	1	1	12,50				
Malvaceae	2	2	15,38	Rubiaceae	1	1	12,50				
Meliaceae	3	4	23,08	Rutaceae	1	2	12,50				
Moraceae	1	1	7,69	<b>Total</b>	8	49	100,00				
Polygonaceae	1	2	7,69								
Sapotaceae	1	1	7,69								
<b>Total</b>	13	18,00	100,00								

En la microcuenca del estero Payacacao dentro de las especies arbóreas, se ha identificado la mayor diversidad relativa en la familia Meliaceae con el 23,08%, este resultado se debe a que ésta familia registra tres especie (Cedrillo, Cedro y Pepón), seguido tenemos la familia Malvaceae con dos especies (Molinillo y Palo prieto) que registró una diversidad relativa del 15,38%, mientras que en las ocho familias identificadas en esta investigación registran una especie por familia y la diversidad relativa alcanzó el 7,69% para cada familia (Cuadro No. 14).

La mayor diversidad relativa en las especies arbustivas se registró en la familia Asteraceae con el 25,00% debido a que en esta familia se identificó dos especies arbustivas (Chilca y Sacha boldo), mientras que en las seis familias la diversidad relativa alcanzó el 12,50% para cada una de las familias identificadas en esta investigación (Cuadro No. 14). Este resultado está dado porque en las seis familias se encontró solo una especie por familia.

El mayor número de plantas por familia fue de 27 que correspondió a la familia Asteraceae con la especie *Gochnatia polymorpha* (Sacha boldo) que registró 25 individuos y la especie *Baccharis latifolia* (Chilca) con 2 individuos registrados.

En el caso de las hierbas, se reportó 2 familias, de las cuales la Poaceae alcanzó la mayor diversidad relativa con el 66,67%; en esta familia se identificó 2 especies Mulato híbrido y Briachiaria; mientras que en la Graminaceae se registró una especie (Saboya), lo que nos dio una diversidad del 33,33% (Cuadro No. 14).

#### 4.15. Resultados del análisis físico químico del agua

Cuadro No. 15. Resultados del análisis físico químico del agua de la microcuenca del estero Payacacao, cantón Echeandía, provincia Bolívar.

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Parte alta</b>	<b>Parte media</b>	<b>Parte baja</b>
Sólidos totales	mg/L	< 100	< 100	< 100
Sólidos totales disueltos	mg/L	< 50	< 50	< 50
Sólidos suspendidos	mg/L	< 50	< 50	< 50
Potencial hidrógeno	Unidad pH	8,29	7,99	7,53
Demanda química de oxígeno	mg/L	< 30	< 30	< 30
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	< 2	< 2	< 2
Conductividad eléctrica	uS/cm	40,90	39,30	44,55

El muestreo de agua se hizo en la parte alta, media y baja de la microcuenca del estero Payacacao, los resultados de las tres muestras indican que los sólidos totales son inferiores a 100 mg/l; los sólidos disueltos y suspendidos son inferiores a 50 mg/l. (Cuadro No. 15)

De acuerdo a las Normas internacionales para el agua potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en las Guías para la calidad del agua potable, estableció un valor de referencia de 1000 mg/l para los SDT, basado en consideraciones gustativas. No obstante, la presencia de concentraciones altas de SDT en el agua de consumo (superiores a 1200 mg/l) puede resultar desagradable para los consumidores.

El valor más alto del pH del agua, se determinó en la parte alta de la microcuenca con un valor de 8,29; en tanto que en la parte media y baja el pH fue de 7,99 y 7,35 respectivamente (Cuadro No. 15).

Los resultados del pH del agua de la microcuenca del Estero Payacacao, se encuentra entre el rango óptimo de las aguas. Según las Normas internacionales



para el agua potable de la OMS debe estar entre 6,5 y 8,5, es decir, entre neutra y ligeramente alcalina, el máximo aceptado es 9. Las aguas de pH menor de 6,5, son corrosivas, por el anhídrido carbónico, ácidos o sales ácidas que tienen en disolución. Aunque el pH no suele afectar directamente a los consumidores, es uno de los parámetros operativos más importantes de la calidad del agua.

La demanda química de oxígeno en las tres muestras es menor a 30 mg/l y la demanda bioquímica de oxígeno no alcanza los 2 mg/l (Cuadro No. 15).

El agua de la parte baja de la microcuenca presentó una mayor conductividad eléctrica con un valor de 44,55 uS/cm; las muestras de agua tomadas en la parte media y alta registraron una conductividad de 39,30 y 40,90 uS/cm respectivamente (Cuadro No. 15).

La conductividad eléctrica del agua también depende de la temperatura del agua: mientras más alta la temperatura, más alta sería la conductividad eléctrica. En muchos casos, la conductividad está directamente vinculada a la cantidad de sólidos totales disueltos (TDS).

Al ser tan importante este parámetro afecta una serie de factores importantes en los cuales se ve especificada la calidad del agua; entre ellos tenemos que dependiendo de la concentración de sólidos la velocidad de las reacciones químicas y bioquímicas.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

Una vez que se realizó el procesamiento, análisis, sistematización e interpretación de los resultados se sintetiza las siguientes conclusiones:

- En la microcuenca del estero Payacacao se ha identificado 12 fuentes de agua ubicadas a una altitud entre los 485 hasta los 882 msnm. El caudal de agua fue medido en las dos estaciones del año, el mayor caudal en la época seca fue 6,00l/s y en invierno fue de 14,04 l/s.
- El análisis físico químico del agua, de acuerdo a las Normas internacionales para el agua potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS) indica que los sólidos totales, sólidos disueltos y suspendidos son inferiores al umbral de aceptabilidad para los humanos; el pH del agua se encuentra entre los rango de aceptabilidad. La demanda química de oxígeno es menor a 30 mg/l y la demanda bioquímica de oxígeno no alcanza los 2 mg/l.
- Con este estudio, se ha identificado 13 especies arbóreas, que pertenecen a 10 familias, las principales especies arbóreas identificadas son: el *Inga edulis* con 3,00 ejemplares, se encontró 2 árboles en las especies *Cordia macrantha*, *Triplaris guayaquilensis* Wedd y *Carapa guianensis* Aubl; en las especies *Protium fimbriatum*; *Salacia* sp; *Grias neuberthii*; *Quararibea funebris*; *Spirotheca rimbachii*; *Trichilia pallida*; *Cedrela odonata*; *Ficus benjamina* y *Manilkara zapota* se tuvo 1 árbol por especie.
- La conformación arbustiva de la microcuenca del estero Payacacao; consta de 7 familias con 8 géneros. La familia con el mayor número de especies fue la Asteraceae con la *Gochnatia polymorpha* y *Baccharis latifolia*.
- Se ha identificado como principales hierbas a los pastos, que se agrupan en dos familias la Poaceae con el género Brachiaria y la Graminaceae con el género Panicum.

- El mayor índice de valor de importancia (IVI) se dio en el *Quararibea funebris* con 30,12%, el IVI menor correspondió a la especie *Trichilia pallida* 7,31%. La mayor densidad realtiva (DR) entre las especies arbóreas obtuvo la especie *Inga edulis* con 16,67%, la mayor dominancia relativa (DoR) de árboles se registró en la especie *Quararibea funebris* con el 24,56%.
- Las especie arbustivas con la mayor dominancia relativa son el *Rumex crispus* y *Zanthoxylum* sp con el 25,52 y 23,44%. La especie arbustiva con el mayor índice de valor de importancia (IVI) fue el *Gochnatia polymorpha* con 55,19%, la menor IVI se dio en la *Baccharis latifolia* con el 7,21%, las especies *Coffea canephora* y *Rumex crispus* tuvieron la menor DR con 2,04%.
- En las especies arbóreas, la mayor diversidad relativa se registró en la familia Meliaceae con el 23,08% con 3 especies registradas (*Trichilia pallida*, *Cedrela odorata* y *Carapa guianensis* Aubl). En las especies arbustivas la mayor diversidad relativa se registró en la familia Asteraceae con el 25,00%, en ésta familia se identificó dos especies (*Baccharis latifolia* y *Gochnatia polymorpha*). Para las hierbas, se reportó 2 familias, de las cuales la Poaceae alcanzó la mayor diversidad relativa con el 66,67%; en la Graminaceae se registró una diversidad del 33,33%.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Difundir los resultados obtenidos en esta investigación a agricultores, técnicos y centros de educación del cantón Echeandía, para que de esta manera conozcan la biodiversidad y la riqueza florística e hídrica que existe en la microcuenca y por ende en el cantón, provincia y país.
- Capacitar a los habitantes de la zona sobre la importancia y el papel que desempeñan las especies arbóreas y arbustivas en la conservación de la biodiversidad hídrica y faunística.
- A las Instituciones del Estado, GAD del Cantón Echeandía, Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón Echeandía (CAPAE), encargadas de velar por la conservación del ecosistema del Cantón, diseñar e implementar un plan de manejo de la microcuenca del estero Payacacao, para la conservación de la misma.
- Al Ministerio del Ambiente y Secretaria Nacional del Agua de la provincia, establecer un plan de forestación y reforestación con especies nativas, para mantener y conservar las fuentes del recurso hídrico de la zona de estudio.
- La OMS en la primera edición de las Guías para la calidad del agua potable, publicada en 2006, recomienda un valor de referencia de 1000 mg/l para los SDT, basado en consideraciones gustativas. No obstante, la presencia de concentraciones altas de SDT en el agua de consumo (superiores a 1200 mg/l) puede resultar desagradable para los consumidores. El agua con concentraciones muy bajas de SDT también puede ser inaceptable debido a su falta de sabor.

## V. RESUMEN Y SUMMARY

### 6.1. RESUMEN

Los bosques son ecosistemas necesarios para la vida. Son el hábitat de multitud de seres vivos, ya que regula el agua, conservan el suelo y la atmósfera y suministra multitud de productos útiles. Desempeñan un importante y fundamental papel en la regulación climática, el mantenimiento de las fuentes y caudales de agua y la conservación de los suelos. Esta investigación se realizó en la microcuenca del estero Payacacao del cantón Echeandía, provincia Bolívar, ubicado a una altitud de 624 msnm, con una temperatura media de 21°C, una precipitación de 2300 mm. Se plantearon como objetivos: a) Realizar el estudio de línea base de las principales fuentes de agua y vegetación nativa en el sector Payacacao del cantón Echeandía. b) Obtener un inventario de las fuentes de agua en el sector Payacacao. c) Elaborar un registro de la vegetación nativa en el sector Payacacao. Se utilizó una estadística descriptiva se calculó la frecuencia, media aritmética, valor máximo, mínimo y Varianza. Los principales resultados fueron: Se identificó 12 fuentes de agua. El mayor caudal de agua en época seca fue 6,00l/s y en invierno fue de 14,04 l/s. Los sólidos totales, sólidos disueltos y suspendidos en el agua son inferiores al umbral de aceptabilidad para los humanos; el pH del agua se encuentra entre los rangos de aceptabilidad. La demanda química de oxígeno es menor a 30 mg/L y la demanda bioquímica de oxígeno no alcanza los 2 mg/L. Se encontró 13 especies arbóreas agrupadas en 10 familias, sobresaliendo la especie *Inga edulis* con 3,00 ejemplares, en las especies *Cordia macrantha*, *Triplaris guayaquilensis* Wedd y *Carapa guianensis* Aubl se tuvo 2 árboles; las especies *Protium fimbriatum*; *Salacia* sp; *Grias neuberthii*; *Quararibea funebris*; *Spirotheca rimbachii*; *Trichilia pallida*; *Cedrela odonata*; *Ficus benjamina* y *Manilkara zapota* tuvieron 1 árbol por especie. La conformación arbustiva consta de 7 familias con 8 géneros. La familia con el mayor número de especies fue la Asteraceae. Las principales hierbas se agruparon en dos familias la Poaceae y Graminaceae.

## 6.2. SUMMARY

The forests are necessary ecosystems for the life. They are the you inhabit of alive beings' multitude, since it regulates the water, they conserve the floor and the atmosphere and multitude of useful products gives. Desempeñan an important and fundamental paper in the climatic regulation, the maintenance of the sources and flows of water and the conservation of the floors. This investigation was carried out in the microcuenca of the tideland Payacacao of the canton Echeandía, county Bolívar, located to an altitude of 624 msnm, with a half temperature of 21°C, a precipitation of 2300 mm. thought about as objectives: a) Carry out the line study bases of the main sources of water and native vegetation on the sector Payacacao of the canton Echeandía. b) Obtain an inventory of the sources of water in the sector Payacacao. c) Elaborate a registration of the native vegetation in the sector Payacacao. A descriptive statistic was used it was calculated the frequency, arithmetic mean, maximum value, minimum and Variance. The main results were: It was identified 12 sources of water. The biggest flow of water in dry time was 6,00l/s and in winter it was of 14,04 l/s. The total solids, dissolved solids and suspended in the water they are inferior to the acceptability threshold for the humans; the pH of the water is among the acceptability range. The chemical demand of oxygen is smaller to 30 mg/L and the biochemical demand of oxygenate it doesn't reach the 2 mg/L. Was 13 arboreal species contained in 10 families, standing out the species *Inga edulis* with 3,00 copies, in the species *Cordia macrantha*, *Triplaris guayaquilensis* Wedd and *Carapa guianensis* Aubl one had 2 trees; the species *Protium fimbriatum*; *Salacia* sp; *Grias neuberthii*; *Quararibea funebris*; *Spirotheca rimbachii*; *Trichilia pallida*; *Cedrela odonata*; *Ficus youngest* and *Manilkara zapota* had 1 tree for species. The conformation arbustive consists of 7 families with 8 goods. The family with the biggest number of species was the Asteraceae. The main grasses you contains in two families the Poaceae and Graminaceae.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Aguirre, Z. 2012. Especies Forestales de los Bosques Secos del Ecuador. Pág. 3-5.
2. Allauca, M. 2011. Inventario del recurso hídrico existente en el Páramo de la Comunidad San Isidro, Cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi. Pág. 24.
3. Añazco, M. Morales M. Palacios W. Vega E. Cuesta A. 2010. “Sector Forestal Ecuatoriano: propuestas para una gestión forestal sostenible”. Serie Investigación y Sistematización No. 8. Programa Regional ECOBONA-INTERCOOPERATION. Quito. Págs. 9-22-23
4. Cuevas, J. 2013. La Importancia de la Cobertura de Vegetación Nativa” Disponible en [http://www.redagricola.com/sites/default/files/provision\\_de\\_agua.pdf](http://www.redagricola.com/sites/default/files/provision_de_agua.pdf)
5. Cuñachi, G. 2014; Servicios Ambientales, Herramienta de valoración; Web:[http://www.itto.int/files/itto\\_project\\_db\\_input/3033/Technical/TFL-SPD-030-12-R1-M-Manual-Practico-Serv.pdf](http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/3033/Technical/TFL-SPD-030-12-R1-M-Manual-Practico-Serv.pdf)
6. Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. 2009. Metodología Línea Base de Indicadores. Bogotá DC, Pág. 10, Disponible [http://www.dane.gov.co/files/sen/planificacion/metodologia/metodologia\\_indicadores.pdf](http://www.dane.gov.co/files/sen/planificacion/metodologia/metodologia_indicadores.pdf)
7. Elozegi, A. y Diez, J. 2009. La Vegetación Terrestre Asociada al Río: El bosque de ribera. Primera Edición, ISBN:978-84-96515-87-1 Pág. 313,
8. FAO. 2012. El Estado de los bosques en el mundo, 10<sup>ma</sup> Edición, ISBN: 978-92-5-307292-7, Italia, Roma, Pág. 8-12 Disponible <http://www.fao.org/docrep/016/i3010s/i3010s.pdf>
9. ALBA, N y PEÑA M; 2008; Manual práctico de reforestación; Grupo Latino Editores, ISBN/ISSN/DL: 978-958-8203-81-2, Bogotá-Colombia. Pág. 14

10. Guía de Orientación en Saneamiento Básico para Alcaldías de Municipios Rurales y Pequeñas Comunidades Disponible en <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/2-2sas.html>
11. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Echeandía, 2014, Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, Pág. 31 Disponible <http://www.google.com/search?ie=UTF-8&oe=UTF-8&sourceid=navclient&gfns=1&q=Plan+de+desarrollo+local+de+Echeandia>
12. Haro, E. y Ruiz, R. 2014. Especies nativas que protegen fuentes de agua. Disponible en <http://www.utn.edu.ec/ficayaemprende/p=151>
13. Ibrahim, M., Villanueva C., Casasola F, 2007; Sistemas Silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y rehabilitación ecológica de paisajes ganaderos en el Centro de América; RESÚMEN- Págs. 73 y 74. Disponible en [http://www.alpa.org.ve/PDF/Arch%2015%20Supl/p\\_ibrahim.pdf](http://www.alpa.org.ve/PDF/Arch%2015%20Supl/p_ibrahim.pdf)
14. Consejo Nacional de la Cultura y las Artes, 2010 “Estudio de desarrollo de línea base de FONDART, Chile. Pág. 9 Disponible en <http://www.cultura.gob.cl/wp-content/uploads/2013/01/Informe-final-diagnostico-Linea-de-Base-FONDART.pdf>
15. <http://www.ecuadorforestal.org.html>
16. <http://sierradecazorlasociales.blogspot.com/2012/05/vegetacion-el-bosque-es-un-complejo.html>
17. <http://www.grn.cl/mensura-forestal-inventarios-forestales.html>
18. <http://www.monografias.com/trabajos63/manual-levantamiento-linea-base.shtml>
19. <http://www.planning.org/planificacion/2/5.html>
20. [http://www.revistamanglares.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=5:conservacion-de-bienes-y-servicios-ambientales-retos-para-corredor-verde-turistico-del-caribe&catid=8&Itemid=107.html](http://www.revistamanglares.com/index.php?option=com_content&view=article&id=5:conservacion-de-bienes-y-servicios-ambientales-retos-para-corredor-verde-turistico-del-caribe&catid=8&Itemid=107.html)
21. López, C. 2011. Dasimetría Asignatura para la titulación de Ingeniero Técnico Forestal. Universidad Politécnica de Madrid, España. Disponible en <http://ocw.upm.es/ingenieria-groforestal/dasometria/>



contenidos-ocw-2008/PRACTICAS-DE-CAMPO-Y-GABINETE/  
PRACTICA1.pdf

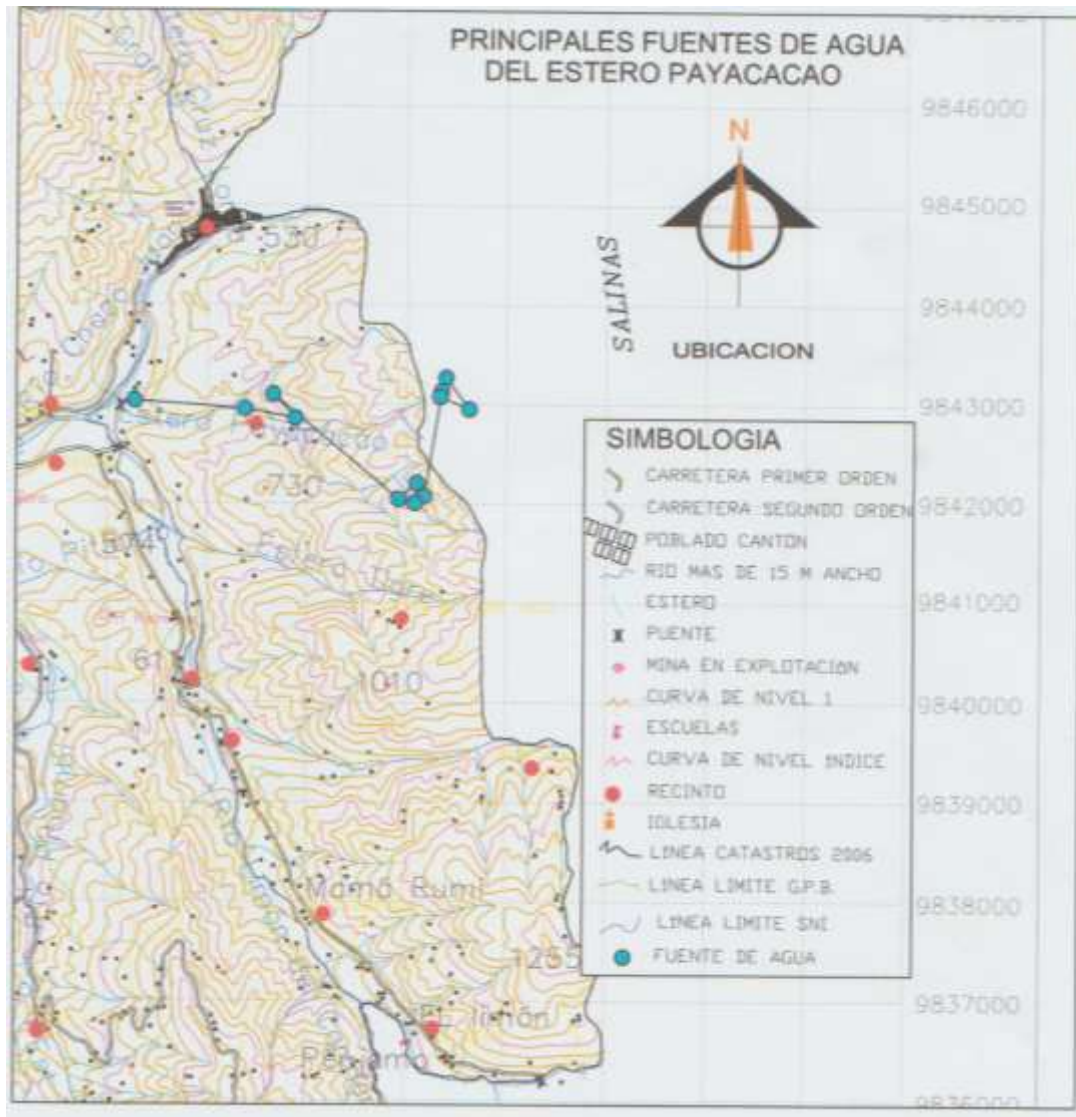
22. Manual para la Educación Agropecuaria. 2005. Producción Forestal. Edit. Trillas. Pág. 50- 80.
23. Mallux J. 1982. Inventarios Tropicales en Bosques Tropicales. Lima- Perú. Pág. 23
24. Matos, E. 2014; Conservación de bienes y servicios ambientales, retos para Corredor Verde Turístico del Caribe. Disponible [http://revistamanglares.com/index.php?option=com\\_content&view=category&id=8&Itemid=107&limitstart=3](http://revistamanglares.com/index.php?option=com_content&view=category&id=8&Itemid=107&limitstart=3)
25. Muñoz, R. y Rodríguez, A. 2005. Hidrología Agroforestal. Ediciones Mundi-Prensa, ISBN: 84-8476-245-9; Gobierno de Canarias; Pág. 201-261
26. Organización Mundial de la Salud (OMS) 2006, Guías para la calidad del agua potable; Tercera edición, Vol. 1: ISBN 9241546964, Pág. 200, 351; Disponible en [http://apps.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3\\_es\\_full\\_lowres.pdf?ua=1.html](http://apps.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf?ua=1.html)
27. Padrino, M. 2010. Vegetación - Geografía General, disponible en <http://www.monografias.com/trabajos82/vegetacion-geografia-general/vegetacion-geografia-general.shtml>
28. Barrera, V., Alwang, J., Cruz, E., 2010. Experiencia en el manejo integrado de recursos naturales en la sub-cuenca del Río Chimbo-Ecuador; Primera Edición; ISBN: 978-9978-92-943-8; Quito-Ecuador. Pág. 22
29. Pinelo, G. 2010. Manual de inventario forestal integrado para unidades de manejo. Serie técnica 4. Reserva de la Biosfera Maya, Petén, 149 Guatemala. Disponible en <http://awsassets.panda.org>
30. Planificación estratégica del Bosque nativo en Ecuador. 2007.
31. Roldan, G. 1992. Fundamentos de la Limnología tropical. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín-Colombia 1992. Pág. 19
32. Suango, V. 2008. Plan de Ordenamiento y Gestión del Hídrico en la Subcuenca dentro del Río San dentro del Cantón Mejía, Quito – Ecuador. Pág. 34

33. Vásconez, J. 2007. Educación ambiental, una alternativa para concientizar a la población del cantón Echeandía, provincia de Bolívar en el manejo de los recursos naturales; Pág. 44
34. Vásconez, D. y Viscarra R. 2009. Diagnóstico de los Recursos Naturales de la Microcuenca de Charqui Yacu del Cantón Echeandía, Provincia Bolívar. Pág. 23
35. Vieira, M. 2002. Protección y Captación de Pequeñas Fuentes de Agua. Pág. 5-6, 10. Disponible en [http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d21/019\\_SER\\_OrientacionesA&Szonasrurales/Orientaciones%20sobre%20A&S%20para%20zonas%20rurales.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d21/019_SER_OrientacionesA&Szonasrurales/Orientaciones%20sobre%20A&S%20para%20zonas%20rurales.pdf)
36. Waston, R; Heywood, V; Baste, I; Diaz, B; Games, R; Janetos, T; Reid, W; Ruark, G. 1995. Evaluación mundial de la biodiversidad. Resumen para los responsables de la formulación de Políticas. PNUMA. Pág. 9
37. WRI. 2000. Guia de Recursos Mundiales 200-2001. La gente y los ecosistemas; Se deteriora el tejido de la vida. Resumen. Instituto de Recursos Mundiales (WRI), Washington D.C., US., pág. 3
38. Yungan, J. 2010. Estudio de la calidad de agua en los afluentes de la microcuenca del rio Blanco para determinar las causas de la degradación y alternativas de manejo. Quito – Ecuador. Pág. 147.

# **ANEXOS**

**ANEXO 1.**

**MAPA DE UBICACIÓN DE LAS PRINCIPALES FUENTES DE AGUA DEL SECTOR PAYACACO.**



**ANEXO 2.****BASE DE DATOS ESPECIES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS.**

Nombre de la especie	Número de árboles	Distancia entre árboles	Altura total de árboles	Diámetro altura pecho	Grosor de la corteza del árbol	No. ramificaciones primarias	Área basal de árboles
<b>ESTRATO 1</b>							
Cedro	1	2,20	19,00	36,61	9,00	2,00	0,11
Gomoso	1	1,34	16,00	15,92	8,00	3,00	0,02
Guabo	1	4,27	15,00	14,96	7,00	7,00	0,02
Molinilio	1	2,23	17,00	42,34	2,00	7,00	0,14
Orejas de burro	1	2,47	14,00	20,05	11,00	0,00	0,03
Pepon	1	2,78	22,00	40,43	9,00	6,00	0,13
Pepon	1	4,24	19,00	30,24	8,00	6,00	0,07
<b>ESTRATO 2</b>							
Cedrillo	1	1,31	14,00	10,82	4,00	3,00	0,01
Copal	1	8,63	15,00	17,51	5,00	27,00	0,02
Fernán Sánchez	1	3,80	22,00	22,28	4,00	11,00	0,04
Fernán Sánchez	1	5,85	21,00	18,14	3,00	27,00	0,03
Guabo	1	1,65	14,00	14,32	2,00	11,00	0,02
Guabo	1	3,50	15,00	10,50	3,00	5,00	0,01
Laurel	1	6,68	19,00	14,96	6,00	14,00	0,02
Laurel	1	2,00	14,00	13,05	7,00	4,00	0,01
Matapalo	1	3,47	16,00	19,42	7,00	6,00	0,03
Palo Prieto	1	2,66	13,00	15,92	4,00	4,00	0,02
Pechuga	1	5,13	13,00	17,96	5,00	16,00	0,03
<b>ESTRATO 3</b>							
-							

Nombre de la especie	Número de arbustos	Distancia entre arbustos	Altura total de los arbustos	Diámetro del tallo	Grosor de la corteza del arbusto	No. ramificaciones primarias
<b>ESTRATO 1</b>						
Colca	1	1,00	3,50	7,90	3,00	3,00
Colca	1	1,82	3,00	5,70	3,00	6,00
Colca	1	0,48	4,00	5,70	3,00	11,00
Colca	1	2,64	5,10	4,70	3,00	4,00
Colca	1	3,50	3,30	4,70	2,00	7,00
Colca	1	1,33	2,50	2,80	2,00	8,00
Colca	1	1,39	4,60	7,30	3,00	12,00
Colca	1	2,00	4,50	6,60	3,00	3,00
Colca	1	3,00	5,70	10,80	3,00	3,00
Lengua de vaca	1	1,63	5,50	7,90	2,00	10,00
Naranjito	1	3,86	4,63	8,20	3,00	4,00
<b>ESTRATO 2</b>						
Café robusta	1	1,79	6,00	5,70	1,00	2,00
Colca	1	1,87	5,20	4,10	2,00	6,00
Naranjito	1	2,74	6,00	7,00	2,00	9,00
Sacha boldo	1	5,70	5,00	5,40	1,00	5,00
Tambor	1	1,33	5,55	5,40	2,00	0,00
Tambor	1	1,10	3,30	5,40	2,00	0,00
<b>ESTRATO 3</b>						
Chilca	1	4,35	2,30	2,50	1,30	21,00
Chilca	1	5,28	3,24	3,20	1,05	15,00
Sacha boldo	1	0,19	2,05	2,80	2,00	12,00

Sacha boldo	1	0,16	3,40	3,10	2,00	15,00
Sacha boldo	1	5,30	3,30	3,10	1,50	16,00
Sacha boldo	1	0,16	3,60	3,50	1,70	18,00
Sacha boldo	1	0,50	3,57	3,10	2,00	12,00
Sacha boldo	1	4,58	4,00	3,50	1,70	19,00
Sacha boldo	1	0,44	3,30	2,80	1,50	21,00
Sacha boldo	1	0,13	3,20	3,80	2,00	29,00
Sacha boldo	1	1,12	2,65	2,80	2,00	24,00
Sacha boldo	1	5,03	4,00	2,80	2,00	17,00
Sacha boldo	1	0,32	3,32	3,50	2,00	20,00
Sacha boldo	1	2,34	3,93	3,50	2,00	21,00
Sacha boldo	1	1,38	3,60	3,10	2,00	13,00
Sacha boldo	1	4,14	3,76	3,80	2,00	24,00
Sacha boldo	1	1,90	3,75	3,50	2,00	23,00
Sacha boldo	1	0,38	3,10	2,20	2,00	16,00
Sacha boldo	1	1,54	3,17	3,10	2,00	20,00
Sacha boldo	1	3,76	2,70	2,20	2,00	17,00
Sacha boldo	1	1,49	2,44	2,20	2,00	20,00
Sacha boldo	1	0,20	2,54	2,20	2,00	19,00
Sacha boldo	1	0,14	3,70	3,10	2,00	23,00
Sacha boldo	1	2,18	2,94	2,80	2,00	21,00
Sacha boldo	1	2,49	3,70	3,10	2,00	22,00
Sacha boldo	1	1,44	2,90	2,50	2,00	23,00
Sauce negro	1	0,20	2,70	2,80	2,00	3,00
Sauce negro	1	3,50	2,10	2,50	2,00	5,00
Sauce negro	1	3,73	3,25	3,10	1,20	10,00
Sauce negro	1	4,72	2,67	3,10	1,50	9,00
Sauce negro	1	2,47	3,20	2,50	1,30	4,00
Sauce negro	1	1,08	2,30	2,20	1,40	5,00

### ANEXO 3.

## ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA DE LA PARTE ALTA, MEDIA Y BAJA DE LA MICROCUENCA DEL ESTERO PAYACACO

 <p><b>CESTTA</b> SGC</p>	<p><b>DEPARTAMENTO :</b> <b>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E</b> <b>INSPECCIÓN (LABCESTTA)</b></p> <p>Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Telefax: (03) 3013183</p>	 <p><b>LABORATORIO DE</b> <b>ENSAYOS</b> N° OAE LE 2C 06-008</p>
--	---	---

<b>INFORME DE ENSAYO No:</b>	377
<b>ST:</b>	109 - 15 ANÁLISIS DE AGUAS
<b>Nombre Peticionario:</b>	NA
<b>Atn.</b>	Luis Chimborazo
<b>Dirección:</b>	Echeandía, Avda. Marco Balarezo Echeandía - Bolívar
<b>FECHA:</b>	05 de Marzo del 2015
<b>NUMERO DE MUESTRAS:</b>	1
<b>FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:</b>	2015/02/24 - 08:00
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	2015/02/24 - 06:00
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	2015/02/24 - 2015/03/05
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	Agua Natural
<b>CÓDIGO LABCESTTA:</b>	LAB-A 207-15
<b>CÓDIGO DE LA EMPRESA:</b>	ESTRATO 01 PARTE ALTA
<b>PUNTO DE MUESTREO:</b>	Estero Payacaco
<b>ANÁLISIS SOLICITADO:</b>	Físico-Químico
<b>PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:</b>	Luis Chimborazo
<b>CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:</b>	T máx.: 25,0 °C. T mín.: 15,0 °C

#### RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Sólidos Totales	PEE/LABCESTTA/10 Standard Methods No. 2540 B	mg/L	<100	±12%	-
Sólidos Totales Disueltos	PEE/LABCESTTA/11 Standard Methods No. 2540 C	mg/L	<50	±21%	-
Sólidos Suspendedos	PEE/LABCESTTA/13 Standard Methods No. 2540 D	mg/L	<50	±20%	-
Potencial Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/05 Standard Method No. 4500-H <sup>+</sup> B	Unidades de pH	8,29	±0,15	-
Demanda Química de Oxígeno	PEE/LABCESTTA/09 Standard Methods No. 5220 D	mg/L	<30	±11%	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	PEE/LABCESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	<2	±32%	-
Conductividad eléctrica	PEE/LABCESTTA/06 Standard Method No. 2510 B	µS/cm	40,9	±5%	-





DEPARTAMENTO :  
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E  
INSPECCIÓN (LABCESTTA)

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)  
RIOBAMBA - ECUADOR  
Teléfono: (03) 3013183



LAB  
N° O

INFORME DE ENSAYO No: 377  
ST: 109 - 15 ANÁLISIS DE AGUAS

Nombre Peticionario: NA  
Atn: Luis Chimborazo  
Dirección: Echeandía, Avda. Marco Balarezo  
Echeandía - Bolívar

FECHA: 05 de Marzo del 2015  
NUMERO DE MUESTRAS: 1  
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2015/02/24 - 08:00  
FECHA DE MUESTREO: 2015/02/24 - 06:35  
FECHA DE ANÁLISIS: 2015/02/24 - 2015/03/05  
TIPO DE MUESTRA: Agua Natural  
CÓDIGO LABCESTTA: LAB-A 208-15  
CÓDIGO DE LA EMPRESA: ESTRATO 02 PARTE MEDIA  
PUNTO DE MUESTREO: Estero Payacacao  
ANÁLISIS SOLICITADO: Físico-Químico  
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Luis Chimborazo  
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T máx.: 25,0 °C. T mín.: 15,0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Sólidos Totales	PEE/LABCESTTA/10 Standard Methods No. 2540 B	mg/L	<100	±12%	-
Sólidos Totales Disueltos	PEE/LABCESTTA/11 Standard Methods No. 2540 C	mg/L	<50	±21%	-
Sólidos Suspendidos	PEE/LABCESTTA/13 Standard Methods No. 2540 D	mg/L	<50	±20%	-
Potencial Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/05 Standard Method No. 4500-H <sup>+</sup> B	Unidades de pH	7,99	±0,15	-
Demanda Química de Oxígeno	PEE/LABCESTTA/09 Standard Methods No. 5220 D	mg/L	<30	±11%	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	PEE/LABCESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	<2	±32%	-
Conductividad eléctrica	PEE/LABCESTTA/06 Standard Method No. 2510 B	µS/cm	39,3	±5%	-

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados.

MC01-14

Página 1 de 2  
Edición 4



GOBIERNO NACIONAL  
DEPARTAMENTO :  
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E  
INSPECCIÓN (LABCESTTA)  
Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)  
RIOBAMBA - ECUADOR  
Teléfono: (03) 3013183



**INFORME DE ENSAYO No:** 377  
**ST:** 109 - 15 ANÁLISIS DE AGUAS

**Nombre Peticionario:** NA  
**Atn.** Luis Chimborazo  
**Dirección:** Echeandía, Avda. Marco Balarezo  
Echendra - Bolívar

**FECHA:** 05 de Marzo del 2015  
**NUMERO DE MUESTRAS:** 1  
**FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:** 2015/02/24 - 08:00  
**FECHA DE MUESTREO:** 2015/02/24 - 07:05  
**FECHA DE ANÁLISIS:** 2015/02/24 - 2015/03/05  
**TIPO DE MUESTRA:** Agua Natural  
**CÓDIGO LABCESTTA:** LAB-A 209-15  
**CÓDIGO DE LA EMPRESA:** ESTRATO 03 PARTE BAJA  
**PUNTO DE MUESTREO:** Estero Payacocao  
**ANÁLISIS SOLICITADO:** Físico-Químico  
**PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:** Luis Chimborazo  
**CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:** T máx.: 25,0 °C. T mín.: 15,0 °C

#### RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Sólidos Totales	PEE/LABCESTTA/10 Standard Methods No. 2540 B	mg/L	<100	±12%	-
Sólidos Totales Dissueltos	PEE/LABCESTTA/11 Standard Methods No. 2540 C	mg/L	<50	±21%	-
Sólidos Suspendidos	PEE/LABCESTTA/13 Standard Methods No. 2540 D	mg/L	<50	±%	-
Potencial Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/05 Standard Method No. 4500-H B	Unidades de pH	7,53	±0,15	-
Demanda Química de Oxígeno	PEE/LABCESTTA/09 Standard Methods No. 5220 D	mg/L	<30	±11%	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	PEE/LABCESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	<2	±32%	-
Conductividad eléctrica	PEE/LABCESTTA/06 Standard Method No. 2510 B	uS/cm	44,5	±5%	-

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados  
MC01-14

Página 1 de 2  
Edición 4

**ANEXO No 4.**

**FOTOGRAFIAS**

**Identificación de árboles (IA)**



**Identificación de hierbas (IH)**





### Medición de altura de árboles (ATA)



### Medición altura de arbustos (ATAr)



### Medición de la corteza de árboles



### Medición de corteza de arbustos





**Visita de campo del Tribunal de Tesis**



## Identificación del lugar de la investigación



## Estero Payacacao -Parte alta





**Estero Payacacao-Parte media**



**Estero Payacacao-Parte baja**





## **ANEXO No 5.**

### **GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS**

**Acuíferos.**- Capa permeable de roca capaz de almacenar, filtrar y liberar agua.

**Biodiversidad.**-Variedad de especies animales y vegetales en su medio ambiente.

**Capilaridad.**- Elevación o depresión de la superficie de un líquido en la zona de contacto con un sólido, por ejemplo, en las paredes de un tubo. Este fenómeno es una excepción a la ley hidrostática de los vasos comunicantes, según la cual una masa de líquido tiene el mismo nivel en todos los puntos; el efecto se produce de forma más marcada en tubos capilares (del latín *capillus*, 'pelo', 'cabello'), es decir, tubos de diámetro muy pequeño.

**Cosmovisión.**- Manera de ver e interpretar el mundo.

**Deforestación.**- Destrucción a gran escala del bosque por la acción humana, generalmente para la utilización de la tierra para otros usos.

**Depredado.**- Relación interespecífica que se establece entre dos individuos en la que uno provoca la muerte y devora al otro.

**Densidad relativa.**- Densidad de una especie referida a la densidad de todas las especies del área.

**Dominancia.**- Se relaciona con el grado de cobertura de las especies como manifestación del espacio ocupado por ellas y se determina como la suma de las proyecciones horizontales de las copas de los árboles en el suelo.

**Dominancia relativa.**- Es la dominancia de una especie, referida a la dominancia de todas las especies.

**Escorrentía.**- Conjunto de las aguas que se desplaza por la superficie terrestre gracias a la fuerza de la gravedad.

**Fotosíntesis.-** Proceso en virtud del cual los organismos con clorofila, como las plantas verdes, las algas y algunas bacterias, capturan energía en forma de luz y la transforman en energía química. Prácticamente toda la energía que consume la vida de la biosfera terrestre —la zona del planeta en la cual hay vida— procede de la fotosíntesis.

**GEI.-**Gas del Efecto Invernadero.

**Hábitat.-** Lugar concreto o sitio físico donde vive un organismo (animal o planta), a menudo caracterizado por una forma vegetal o por una peculiaridad física dominante (un hábitat de lagunas o un hábitat de bosque).

**Infiltración.-** Introducir suavemente un líquido entre los poros de un sólido.

**Índice de Valor de Importancia.-** (IVI), es un indicador de la importancia fitosociológica de una especie, dentro de una comunidad forestal.

**Látex.-** Fluido lechoso que se encuentra en ciertas células especializadas, llamadas lactíferas, de muchas plantas superiores. El látex es un polímero disperso en agua que consiste en una emulsión compleja formada por proporciones variables de gomas, resinas, taninos, alcaloides, proteínas, almidones, azúcares y aceites. Suele ser de color blanco, pero en algunas plantas es amarillo, anaranjado o rojo.

**Ósmosis.-** Paso de un componente de una disolución a través de una membrana que impide el paso del resto de los componentes de dicha disolución.

**Paradigma.-** Conjunto de formas flexivas que toma una unidad léxica o conjunto de unidades léxicas que pueden aparecer y ser intercambiables entre sí en un determinado contexto.

**Pluvisilva.-** Formación boscosa caracterizada por una vegetación exuberante y temperaturas y precipitaciones relativamente altas durante todo el año. Las pluvisilvas son los ecosistemas biológicamente más variados del mundo.

**Protoplasma.**- Término con el que se denomina en ocasiones a la sustancia fundamental (la materia viva) de las células. Este material incluiría la compleja organización coloidal de sustancias que componen el núcleo celular, el citoplasma, los plastos y las mitocondrias. El término *protoplasma*, que está muy extendido, está siendo sustituido por el término *citoplasma*.

**Resinas.**- Término aplicado a un grupo de sustancias orgánicas, líquidas y pegajosas, que normalmente se endurecen por la acción del aire, convirtiéndose en sólidos de aspecto amorfo y brillante. Las resinas naturales son segregadas por muchas plantas, y aparecen en su superficie externa cuando se les hace un corte.

**Taninos.**- Nombre común aplicado a varios productos vegetales, tanto amorfos como cristalinos, obtenidos de diversas plantas, y utilizados en la industria del curtido del cuero.