



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

## **UNIDAD DE POSGRADO**

### **MAESTRÍA EN MANEJO Y APROVECHAMIENTO FORESTAL**

Tesis previa la obtención del  
Grado Académico de Magíster  
en Manejo y Aprovechamiento  
Forestal

#### **TEMA**

**DIVERSIDAD, ESTRUCTURA DE ESPECIES FORESTALES Y  
SU INFLUENCIA EN LA REGENERACION NATURAL DE LA  
MICROCUENCA DEL ESTERO MACUL. AÑO 2013.  
PROPUESTA DE RECUPERACIÓN**

#### **AUTORA**

**Ing. ESTHER ALEXANDRA CARBO RIVERA**

#### **DIRECTOR**

**Ing. JOSE ELIAS CUASQUER FUEL, M.Sc.**

**QUEVEDO – ECUADOR**

**2015**

**INGENIERO ELIAS CUASQUER FUEL, M. Sc.**, Director de la Tesis previa la obtención del Grado Académico de **Magíster en Manejo y Aprovechamiento Forestal**.

**CERTIFICA:**

Que la Ingeniera **ESTHER ALEXANDRA CARBO RIVERA**, ha cumplido con la elaboración de la Tesis titulada **“DIVERSIDAD, ESTRUCTURA DE ESPECIES FORESTALES Y SU INFLUENCIA EN LA REGENERACION NATURAL DE LA MICROCUENCA DEL ESTERO MACUL. AÑO 2013. PROPUESTA DE RECUPERACIÓN”**, la misma que esta está apta para la presentación y sustentación respectiva.

---

**Ing. For. José Elías Cuásquer Fuel, M.Sc.**

**DIRECTOR**

## AUTORÍA

La responsabilidad de la presente investigación, resultados, conclusiones y recomendaciones pertenecen única y exclusivamente a la autora.

.....  
**Ing. Esther Alexandra Carbo Rivera**

## DEDICATORIA

Este trabajo dedico a Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el período de estudio.

A mis hijos, **Jean Carlos y Frank Geovanny Rizzo Carbo**, que son el motivo y la razón de superación día a día, para alcanzar mis metas, brindándome amor y comprensión, además quiero dejar a cada uno de ellos una enseñanza que cuando se quiere alcanzar algo en la vida, no hay tiempo ni obstáculo que lo impida para poderlo **LOGRAR**.

A mis padres: **Piedad Rivera y Homero Carbo**, por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaron.

A mi esposo: **Lauden Rizzo Zamora**, que ha estado a mi lado dándome motivación, apoyo incondicional para seguir adelante y cumplir otra etapa en mi vida.

**Esther Alexandra Carbo Rivera**

## AGRADECIMIENTO

La autora deja constancia de su agradecimiento a Dios y a las siguientes personas e instituciones, por el apoyo brindado para la finalización del presente trabajo.

- ❖ Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- ❖ Unidad de Posgrado de la UTEQ.
- ❖ Facultad de Ciencias Ambientales.
- ❖ Dr. Eduardo Díaz Ocampo, Director de la Unidad de Posgrado de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- ❖ Dr. Carlos Zambrano, Coordinador del Programa de la Maestría en Manejo y Aprovechamiento Forestal.
- ❖ Ing. For. Elías Cuásquer Fuel, M.Sc. Director de Tesis.
- ❖ Dr. Jaime Morante, Miembro del Tribunal de Tesis.
- ❖ Laboratorio de Geomática "INFOTERRA"

Además, quedo eternamente agradecido de aquellas personas que de una u otra forma han apoyado de manera desinteresada, al desarrollo, ejecución, y culminación de la presente investigación.

## PRÓLOGO

Esta tesis es el resultado de la diversidad, estructura de especies forestales y su influencia en la regeneración natural en la microcuenca del estero Macul. La cual está sustentada en la revisión bibliográfica sobre la estructura y composición florística de bosques húmedos tropicales. La información obtenida de varias fuentes y distintos autores ha servido de base para estructurar el marco teórico, manteniendo una visión actualizada de la estructura y composición florística de los bosques de este ecosistema tropical, perteneciente al cantón El Empalme.

El marco teórico se desarrolla partiendo del concepto e importancia de una cuenca y microcuenca hídrica, continuando con la descripción de inventarios forestales, la importancia de la cobertura forestal, la estructura y composición florística de los bosques. Se incluye información de estudios similares a esta investigación, realizados en otros sitios en los últimos años. Además, destaca la importancia de la conservación de estos remanentes de bosques en el sector estudiado.

La metodología utilizada en esta investigación puede ser utilizada en otros estudios similares sobre diversidad, estructura de especies forestales y regeneración natural de los bosques tropicales. En este estudio se describe, de forma objetiva, la situación actual del remanente de bosque en la microcuenca del estero Macul.

Este trabajo contribuye al conocimiento de la estructura, diversidad y regeneración de los bosques, utilizando unidades de muestreo de forma cuadrada de 20 mx 20 m, para evaluar masa adulta y la regeneración natural de bosques perturbados o pocos perturbados producto de actividades antrópicas.

Lauden Geobakg Rizzo Zamora

## RESUMEN EJECUTIVO

Con el objetivo de evaluar la diversidad, estructura de especies forestales y su influencia en la regeneración natural de la microcuenca del estero Macul, se realizó un inventario de 4 ha del remanente del bosque. Se dividió en dos bloques. Para evaluar la masa adulta (DAP >7,5 cm) se utilizaron unidades de muestreo de 20 m x 20 m (400 m<sup>2</sup>). Para la regeneración natural se establecieron subunidades de muestreo 10 X 10 m (100 m<sup>2</sup>) para individuos con diámetro mayor de 2,5 y menor 7,5 cm, y subunidades de muestreo de 2 X 2 m, para especies menores de 2,5 cm DAP. Se aplicó una intensidad de muestreo del 5% (2400 m<sup>2</sup>); 3 unidades de muestreo (1200 m<sup>2</sup>) en cada bloque. Además se realizó una encuesta para obtener información sobre características de comunidades de la microcuenca del estero Macul. En los bloques estudiados se obtuvo en total 17 familias, 21 géneros, 22 especies y 141 individuos con DAP >7,5 cm. El mayor número de géneros, especies e individuos se obtuvo en el bloque 2. Las familias más importantes, según el número de especies, fueron: Fabaceae y Malvaceae, con tres especies cada uno. Las familias más abundantes fueron: Urtricaceae, Lamiaceae y Asteraceae. El valor mayor del índice de diversidad de Shannon se encontró en el bloque 2. La especie con mayor IVI fue la teca, que es una especie introducida; entre las especies nativas con mayor IVI fueron *Cecropia peltata*; *Vitex gigantea*; *Vernonia. bacorcharoides*; *Erythrina poeppigiana* y *Ficus* sp. En las parcelas de regeneración natural, se reportó un total de 92 individuos, 14 especies, 14 géneros y 12 familias. En el bloque 1 se registró el mayor número de familias, géneros, especies e individuos, en el grupo de plantas de 7,50 - 2,5 cm. Solo la familia Fabaceae y Lauraceae presentaron dos especies cada uno; las demás especies presentaron una sola especie. Las familias más abundantes en la regeneración natural fueron Lauraceae y Poligonacea. En la estructura vertical, el estrato superior no sobrepasó los 20 m de altura y el estrato medio (7-14) fue el que contenía el mayor número de árboles. Según UICN (IUCN), la especie *Cordia alliodora* (laurel), registrada en la masa adulta, se encuentra dentro de la categoría de menor preocupación (MP).

## ABSTRACT

In order to assess the diversity of forest species structure and its influence on the natural regeneration of the watershed Macul, an inventory of 80.86 ha of remaining forest was performed. It was divided into two blocks. To assess the adult mass (DBH > 7.5 cm) sample units of 20 m x 20 m (400 m<sup>2</sup>) were used. For natural regeneration sampling subunits 10 X 10 m (100 m<sup>2</sup>) for individuals with diameter greater than 2.5 and less than 7.5 cm, and sub-sampling of 2 x 2 m were established for species under 2.5 cm DAP.

A sampling intensity of 5% (2400 m<sup>2</sup>) was applied; 3 sampling units (1200 m<sup>2</sup>) in each block. In addition a survey to obtain information on characteristics of the watershed Macul communities was performed. In blocks studied was obtained a total of 17 families, 21 genus, 22 species and 141 individuals with DBH > 7.5 cm. The largest number of genus, species and individuals was obtained in block 2. The most important families, according to the number of species were Fabaceae and Malvaceae, with three species each.

The most abundant families were: Urtricaceae, Lamiaceae and Asteraceae. The greatest value of the Shannon diversity index was found in block 2. The species with the highest IVI was the teak, which is an introduced species; between native species with greater IVI were *Cecropia peltata*; *Vitex gigantea*; *Vernonia. bacorcharoides*; *Erythrina poeppigiana* and *Ficus* sp. In natural regeneration plots, a total of 92 individuals, 14 species, 14 genus and 12 families were reported. 2.5 cm - in block 1 the biggest number of families, genus, species and individuals in the group of plants of 7.50 was recorded. Only Lauraceae and Fabaceae family presented two species each; other species had a single species.

The most abundant families in natural regeneration were Lauraceae and Poligonacea. In the vertical structure, the upper layer did not exceed 20 m



and the middle stratum (7-14) was the one containing the largest number of trees. According to IUCN (Red Book of endangered species list, 2014), the species *Cordia alliodora* (laurel











































), registered in the adult mass is within the category of least concern (MP).

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN.....	li
AUTORÍA.....	lii
DEDICATORIA.....	lv
AGRADECIMIENTO.....	v
PRÓLOGO.....	vi
RESUMEN EJECUTIVO.....	vii
ABSTRACT.....	viii

ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	Ix
ÍNDICE DE CUADROS.....	Xiv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	Xv
INTRODUCCIÓN.....	Xvi
<b>CAPÍTULO I. MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....	2
1.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA.....	3
1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
1.4. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.5. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....	6
1.5.1. Hipótesis General.....	6
1.5.2. Variables de Investigación.....	6
1.6. JUSTIFICACIÓN.....	6
1.7. OBJETIVOS.....	7
1.7.1. Objetivo General.....	7
1.7.2. Objetivos Específicos.....	7
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>8</b>
2.1. FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL.....	9
2.1.1. Cuenca Hidrográfica.....	9
2.1.2. Componentes Principales de una Cuenca.....	10
2.1.3. Microcuenca.....	11
2.1.4. Vegetación.....	12
2.1.5. Cubierta Forestal.....	12
2.1.6. Regeneración natural.....	12
2.1.7. Composición florística.....	13

2.1.8. Diversidad florística.....	14
2.1.8.1. Índice de diversidad y de equitabilidad de Shannon.....	14
2.1.8.2. Índice de Similitud de Sørensen .....	14
2.1.8.3. Índice de asociación de Jaccard.....	15
2.1.8.4. Índice de dominancia de Simpson (1/D).....	15
2.1.9. Estructura del Bosque.....	15
2.1.9.1. Estructura horizontal.....	16
2.1.9.2. Estructura vertical.....	16
2.1.10. Inventario Forestal.....	16
2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	17
2.2.1. Estructura de la vegetación, diversidad y regeneración natural de árboles en la Cuenca Baja del Río Pambay, Puyo, Provincia de Pastaza.....	17
2.2.2. Estudio florístico de especies forestales y su uso potencial para el establecimiento del sistema agroforestal Quesungual en la micro cuenca hidrográfica La Danta, Somotillo, Chinandega.....	18
2.2.3. Importancia de la cubierta forestal.....	19
2.2.4. Valores del Índice de Diversidad de Shannon.....	19
2.2.5. Identificación de las especies.....	20
2.2.6. Registro y recolección de datos.....	20
2.2.7. Importancia de las cuencas hidrográficas.....	21
2.2.8. Manejo de cuencas hidrográficas.....	21
2.2.9. Técnicas de protección, recuperación y conservación de suelo, agua y bosque.....	22
2.2.10. Especies en peligro de extinción.....	23
2.2.11. Degradación de cuencas hídricas en el Litoral ecuatoriano.....	24
2.2.12. Manejo y conservación de suelos.....	25
2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	26
2.3.1. Constitución de la República del Ecuador.....	26

2.3.2. Ley forestal y de conservación de áreas naturales y vida silvestre establece.....	28
2.3.3. El Tulas Libro III, en cuanto a los Bosques y Vegetación Protectores establece.....	29
2.3.4. Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento de aguas.....	29
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>32</b>
3.1. MÉTODOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN.....	33
3.1.1. Recopilación de la información y selección del área de estudio	33
3.1.2. Tamaño y forma de las parcelas.....	33
3.1.3. Tamaño de la muestra.....	34
3.1.4. Toma de datos.....	35
3.2. CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN.....	35
3.2.1. Variables evaluadas.....	35
3.2.1.1. Altura.....	35
3.2.1.2. Diámetro.....	36
3.2.1.3. Estructura horizontal.....	36
3.2.1.4. Estructura vertical.....	38
3.3. Recolección de la información.....	38
3.4. Descripción de la información obtenida.....	38
3.5. Análisis e interpretación de los resultados.....	39
<b>CAPITULO IV. RESULTADOS EN RELACIÓN CON LAS HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>40</b>
4.1. ENUNCIADO DE LA HIPÓTESIS.....	41
4.2. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN EMPÍRICA PERTINENTE A LA HIPÓTESIS.....	41
4.2.1. Variables Independientes: Diversidad florística y estructura de	



la vegetación.....	41
4.2.1.1. Diversidad de especies forestales de la masa adulta del Bosque.....	41
4.2.1.2. Estructura horizontal por especie del bloque 1.....	42
4.2.1.3. Estructura horizontal por especie del bloque 2.....	44
4.2.1.4. Distribución diamétrica y número de árboles por hectárea...	45
4.2.1.5. Estructura Vertical.....	46
4.2.2. Variable Dependiente: Diversidad de especies forestales en la regeneración natural.....	47
4.2.3. Características de las comunidades de los recinto San Jacinto y San Ignacio.....	48
4.3. DISCUSIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN RELACIÓN A LA NATURALEZA DE LA HIPÓTESIS.....	51
4.3.1. Variables Independientes.....	51
4.3.2. Comprobación y disprobación de la hipótesis.....	53
<b>CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>54</b>
5.1. CONCLUSIONES.....	55
5.2. RECOMENDACIONES.....	56
<b>CAPÍTULO VI. PROPUESTA ALTERNATIVA.....</b>	<b>57</b>
6.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA.....	58
6.2. JUSTIFICACIÓN.....	58
6.3. FUNDAMENTACIÓN.....	59
6.4. OBJETIVOS.....	59
6.4.1. Objetivo General.....	59
6.4.2. Objetivos Específicos.....	60
6.5. IMPORTANCIA.....	60
6.6. UBICACIÓN SECTORIAL Y FÍSICA.....	61
6.7. FACTIBILIDAD.....	61

6.7.1. Factibilidad social.....	61
6.7.2. Factibilidad legal.....	62
6.8. PLAN DE TRABAJO.....	62
6.9. ACTIVIDADES.....	63
6.9.1. Capacitación.....	63
6.9.2. Demarcación del área de recuperación.....	64
6.9.3. Selección de especies para la recuperación del bosque.....	64
6.9.4. Construcción del vivero y producción de plántulas .....	64
6.9.5. Preparación del terreno y establecimiento de las plantas.....	65
6.9.6. Mantenimiento de la plantación.....	65
6.10. RECURSOS (ADMINISTRATIVOS, FINANCIEROS, TECNOLÓGICOS).....	65
6.10.1. Recurso humano.....	65
6.10.2. Recursos materiales.....	66
6.10.3. Recursos financieros.....	66
6.11. IMPACTO.....	67
6.12. EVALUACIÓN.....	68
6.13. INSTRUCTIVO DE FUNCIONAMIENTO.....	68
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>77</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Pág.</b>
Cuadro 1. Descripción de la unidad de muestreo.....	34
Cuadro 2. Número de familias, géneros, especies e individuos por parcela (DAP > 7 cm; área por bloque = 1200 m <sup>2</sup> ), en los dos bloques del bosque de la microcuenca del estero Macul.....	42
Cuadro 3. Índices de diversidad (H) y equitabilidad (E') de Shannon por bloque (área por bloque = 1200 m <sup>2</sup> ).....	42
Cuadro 4. Parámetros de la estructura horizontal por especies del bloque 1.....	44
Cuadro 5. Número de individuos por clase diamétrica y total por hectárea (N), DAP promedio y máximo (cm) por bloque.....	45
Cuadro 6. Parámetros de la estructura horizontal por especies del bloque 2.....	46
Cuadro 7. Número de individuos por clase de altura y total por hectárea, altura mínima, máxima y promedio de los dos bloques.....	47
Cuadro 8. Número de familias, géneros, especies e individuos en parcelas de 10x10 m (DAP >2,5 cm < 7,5 cm) y 2x2 m (DAP <2,5 cm) en los dos bloques del bosque de la microcuenca del estero Macul.....	48

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figuras</b>		<b>Pág</b>
Figura 1.	Ubicación geográfica de la microcuenca del estero Macul.....	5
Figura 2.	Cuenca hidrográfica.....	9
Figura 3.	Diseño de la unidad de muestreo.....	34
Figura 4.	Topografía de las fincas en la microcuenca del estero Macul.....	48
Figura 5.	Técnicas de protección del suelo en la microcuenca del estero Macul.....	49
Figura 6.	Especies de interés de los finqueros de la microcuenca del estero Macul.....	49
Figura 7.	Grado de erosión de los suelos de la microcuenca del estero Macul.....	50
Figura 8.	Métodos de preparación del suelo en la microcuenca del estero macul.....	50

## I. INTRODUCCIÓN

Los recursos naturales renovables desempeñan un papel importante en el desarrollo de la humanidad, pero su continua destrucción trae efectos adversos, como desequilibrios de los ecosistemas. Esto ha despertado el interés de muchos investigadores que se han dedicado a estudiar los aspectos biofísicos de distintas regiones para minimizar esta acción destructiva (Cando, 2005)

El agua que se genera en las cuencas hídricas cercanas a las comunidades brinda la posibilidad para la utilización en el consumo humano y otros usos (Aylward & Tognetti, 2002). Sin embargo, el inadecuado aprovechamiento de este recurso puede ocasionar fenómenos naturales no deseables tales como: inundaciones, crecidas con aumento de caudal, erosión hídrica, entre otros (Cando, 2005)

El manejo de cuenca, subcuenca o microcuenca debe partir del hecho que el recurso es finito; es decir, que paulatinamente el agua se va agotando o contaminando (Aylward & Tognetti, 2002) citado por (Posner & Estrada, 2001). Por lo tanto es necesario protegerla, planificar sobre su futuro, en términos de recursos para proteger sus fuentes, evitar su contaminación y reducir la pérdida del agua, siendo ésta de vital importancia para la vida.

Considerando que el recurso forestal es parte fundamental del sistema suelo – atmósfera en donde cumple un rol muy importante actuando como el regulador del clima, recuperando y manteniendo fuentes naturales de agua, asimilando dióxido de carbono y fijando oxígeno, resulta imprescindible la tarea de reforestar este elemental recurso natural renovable.

En el estero Macul se ha venido dando el proceso de deforestación y cambio del uso de la tierra, provocando la sedimentación del cauce. Con el presente estudio de estructura, diversidad de especies forestales y su influencia en la regeneración natural se busca obtener una base de datos

sobre la composición vegetal existente dentro de la microcuenca y proponer a los actores locales acciones para recuperar.

Esta tesis, comprende el marco contextual de la investigación, en donde se describe la ubicación y contextualización de la problemática, partiendo desde las causas y efectos descritos; situación actual de la problemática; problemas de la investigación; delimitación del problema; justificación; objetivo general y específicos.

En el marco teórico detalla concepto de una cuenca hidrográfica, microcuenca, inventarios forestales, regeneración natural, diversidad florística, estructura y composición florística de los bosques. Además se encuentran estudios similares a esta investigación, realizados en otros sitios en los últimos años.

La metodología utilizada en esta investigación permite evaluar la estructura, diversidad de especies forestales y regeneración natural del bosque de la microcuenca del estero Macul, por medio del inventario forestal, obtener un análisis e interpretación de los resultados en relación con las hipótesis de la investigación y proponer a los actores locales y gubernamentales una propuesta de recuperación de la microcuenca del estero Macul del cantón el Empalme.

Para el plan de recuperación de la microcuenca del estero Macul, se recomienda la reforestación con especies nativas que presentaron mayor abundancia, tales como *Nectandra* sp., *Triplaris cumingiana* y *Cecropia peltata*, por su importancia en la dinámica de los ecosistemas vegetales, por ser especies que se han adaptado a las condiciones especiales de la microcuenca del estero Macul.

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1. UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA**

En el Cantón El Empalme, no se aplica la política sobre la protección de ríos y sus afluentes, para satisfacer las necesidades de la población, es necesario proveerse de especies forestales para la protección y conservación de las cuencas, ya que su clima es apto para el desarrollo de las mismas, y aprovechar este recurso como una actividad que genere fuente de ingreso para los habitantes que se encuentran en las riberas de los ríos.

La principal causa se debe a la poca organización de la comunidad para proteger las microcuencas, por la carencia de conocimientos básicos sobre la gestión integrada de los recursos naturales, por los asentamientos humanos no planificados, generando un desorden en el equilibrio del ecosistema, ya que los causes se utilizan como depósitos de los desechos resultantes de la actividad agropecuaria. Además, el poco conocimiento sobre la aplicación de prácticas adecuadas en el manejo técnico de agroquímicos, para el control de plagas y enfermedades, trae como consecuencia la contaminación del agua y con ello la afectación de la vida acuática.

Por lo tanto se hace necesario, buscar e implementar una técnica agroecológica que permita el manejo eficaz de la microcuenca del estero Macul, reforestando con especies predominantes inventariadas de la zona formando tres estratos: bajo, medio y alto, para evitar la erosión de los suelos, mantener el nivel freático y recuperar la diversidad biológica de flora y fauna, creando un ambiente natural y beneficiarse de los servicios ambientales del bosque.

Al mismo tiempo las autoridades competentes, entre otros incluido el gobierno seccional no se han preocupado por dar apoyo financiero y técnico para desarrollar planes estratégicos para disminuir las tasas de deforestación de los cinturones protectores de los ríos, esteros, etc. lo cual ha contribuido al deterioro de las cuencas hídricas.



## 1.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA

El estero Macul y sus afluentes son contaminados por plantas acuáticas Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*), formando una cubierta que no permite ingresar los rayos solares siendo ésta la principal fuente de contaminación de agua, perdiendo su calidad para el consumo humano y para la agricultura. No obstante, la aplicación de tecnologías inadecuadas para manejo del agua ha hecho que la calidad de éste recurso se destruya a ritmo acelerado.

Al observar la disminución de la calidad y cantidad del agua en la parte baja de la cuenca, el estudio se concentra en la parte alta, ya que allí están las fuentes para el abastecimiento de agua potable, riego, uso doméstico. Estas condiciones requieren conocer el estado del manejo de los recursos naturales y en especial del agua en la parte alta de la microcuenca del estero Macul, mediante el inventario forestal. Esta información permite conocer la estructura, diversidad de las especies forestales y la regeneración natural predominantes en dicho estero.

Por lo tanto la identificación de especies forestales y regeneración natural en el tiempo y espacio, busca describir esta dinámica entre el elemento suelo, agua, atmósfera y nutrientes, está información busca políticas para un uso sostenible del agua. No se conoce la magnitud y consecuencia de este problema que cada vez va constituyéndose en una limitante en el normal desenvolvimiento de la comunidad y el compromiso con el cuidado de la naturaleza, la preservación del ambiente para vivir sanamente. Por tal razón se elaboró una propuesta de recuperación para superar esta deficiencia, disminuyendo los riesgos de pérdida de agua, contaminación y deterioro del ambiente para propiciar la vida sana que la humanidad busca.

### **1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1. Problema General**

¿Cuál es la estructura, diversidad de especies forestales y su influencia en la regeneración natural en la microcuenca del estero Macul?

#### **1.3.2. Problemas Derivados**

¿Cuáles son las especies forestales y la regeneración natural predominante en la microcuenca del Estero Macul?

¿Cuáles son las especies forestales que presentan un alto índice de valor de importancia (IVI)

### **1.4. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

El presente estudio se realizó en la parte alta o tramo inicial de la microcuenca del estero Macul, entre los poblados de los recintos San Jacinto y San Ignacio del cantón El Empalme, localizada geográficamente por el norte a 0° 58' 0" de latitud sur, 79° 30' 20" de longitud oeste y por el sur 0° 59' 0" de latitud sur, 79° 30' 20" de longitud oeste, con un área de 80.68 ha, de las cuales 4 ha corresponde al remanente del bosque.

**CAMPO** : CIENCIAS FORESTALES  
**ÁREA** : REGENERACION NATURAL  
**ASPECTO** : MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS  
**SECTOR** : MICROCUENCA DEL ESTERO MACUL

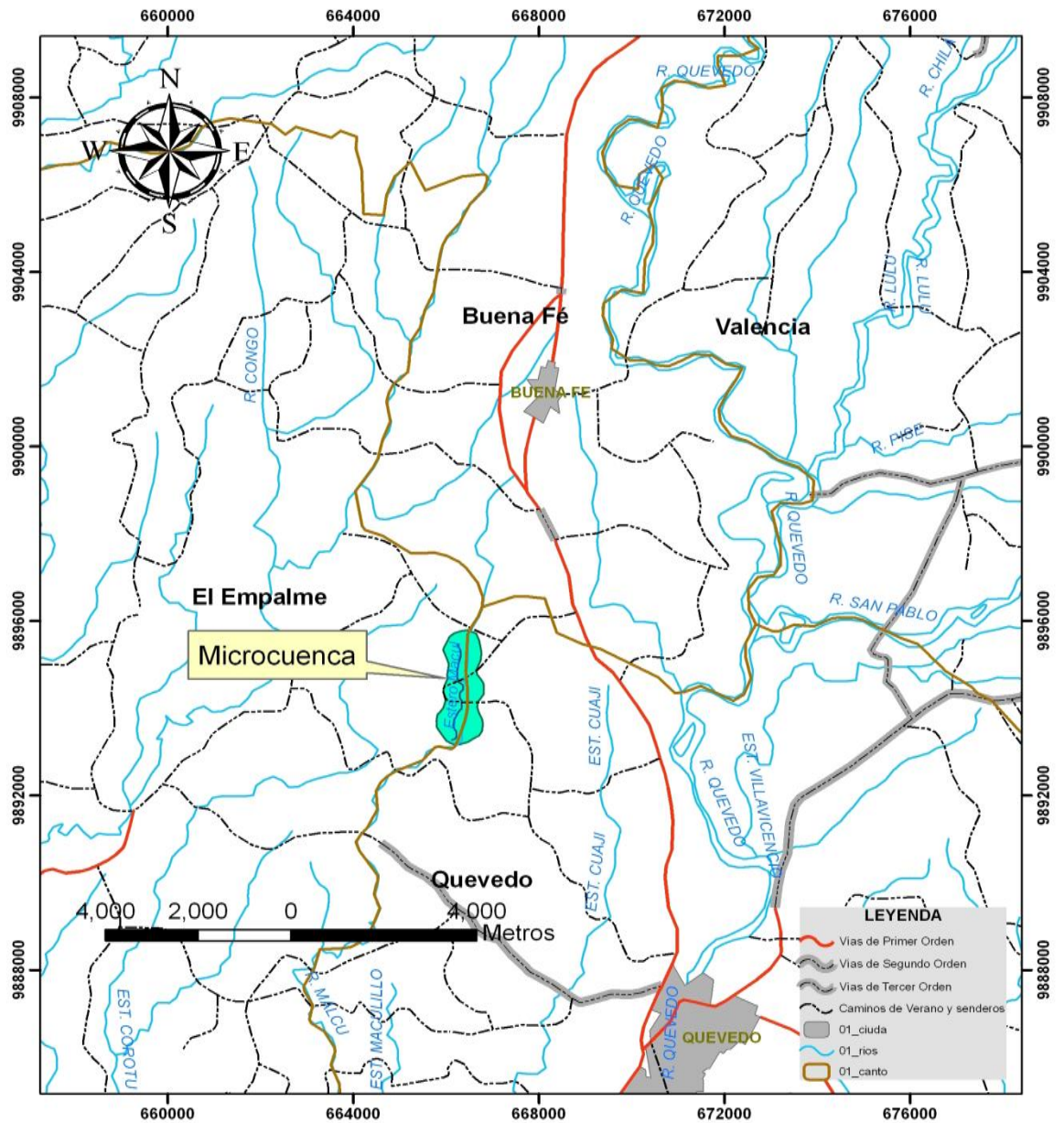


Figura 1. Ubicación geográfica de la microcuenca del estero Macul.

Fuente: INFOTERRA, 2012.

## **1.5. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1. Hipótesis**

H<sub>1</sub>: La estructura y diversidad de las especies forestales favorecen la regeneración natural del bosque de la microcuenca del estero Macul.

### **1.5.2. Variables de Investigación**

En la presente investigación la estructura, diversidad de especies forestales son las variables independientes y la regeneración natural en el bosque de la microcuenca del estero Macul es la variable dependiente.

## **1.6. JUSTIFICACIÓN**

Actualmente el crecimiento poblacional ha sido el factor principal para conocer las necesidades que están afectando a las familias más vulnerables de la comunidad de los recintos de San Jacinto y San Ignacio, que habitan en las riberas de la microcuenca del estero Macul, buscando una alternativa de recuperación para mantener el recurso hídrico.

La acción irracional de los habitantes del estero Macul, ha sido dominada por la ambición económica, la agricultura, poniendo en peligro el bosque nativo existente. Por tal razón surge la necesidad de realizar un estudio de la estructura y diversidad especies forestales y su influencia en la regeneración natural en este ecosistema natural y elaborar una propuesta de recuperación, para conservar esta fuente hídrica que es de gran utilidad para las asentadas en esta microcuenca.

La factibilidad del establecimiento de la propuesta de recuperación para la conservación de la microcuenca del estero Macul Cantón El Empalme, contribuye a mitigar los impactos negativos que provoca el cambio climático global y al mismo tiempo generar fuentes de empleo con mano de obra local, lo

que permite tener la participación activa de las comunidades asentadas en la zona alta de la microcuenca, propiciando con ello el mejoramiento de las condiciones de vida, en lo económico, social y ambiental; como también mejorar la calidad paisajística y las bellezas escénicas de la microcuenca.

Por tal razón con la presente investigación de la estructura y diversidad de especies forestales aporta con información para reforestar la microcuenca del Estero Macul, ubicada entre los recintos san Jacinto y san Ignacio y de esta manera conservar este recurso tan valioso y hacerlo sostenible e inagotable para las presentes y futuras generaciones.

## **1.7. OBJETIVOS**

### **1.7.1. General**

- Evaluar la estructura, diversidad de especies forestales y su influencia en la regeneración natural existente en la microcuenca del estero Macul.

### **1.7.2. Específicos**

- Determinar la estructura y diversidad de especies forestales predominantes en el bosque de la microcuenca del estero Macul.
- Determinar la diversidad de especies forestales de la regeneración natural en el bosque de la microcuenca del estero Macul.
- Obtener información sobre características de las comunidades en la microcuenca del estero Macul.
- Diseñar una propuesta de recuperación para la microcuenca del estero Macul.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

## 2.1. FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL

### 2.1.1. Cuenca Hidrográfica

Las Cuencas Hidrográficas se definen como la unidad territorial natural que capta la precipitación, y es por donde transita el escurrimiento hasta un punto de salida en el cauce principal o sea es un área delimitada por una divisoria topográfica denominada parte-agua que drena a un cauce común (Umaña, 2002)

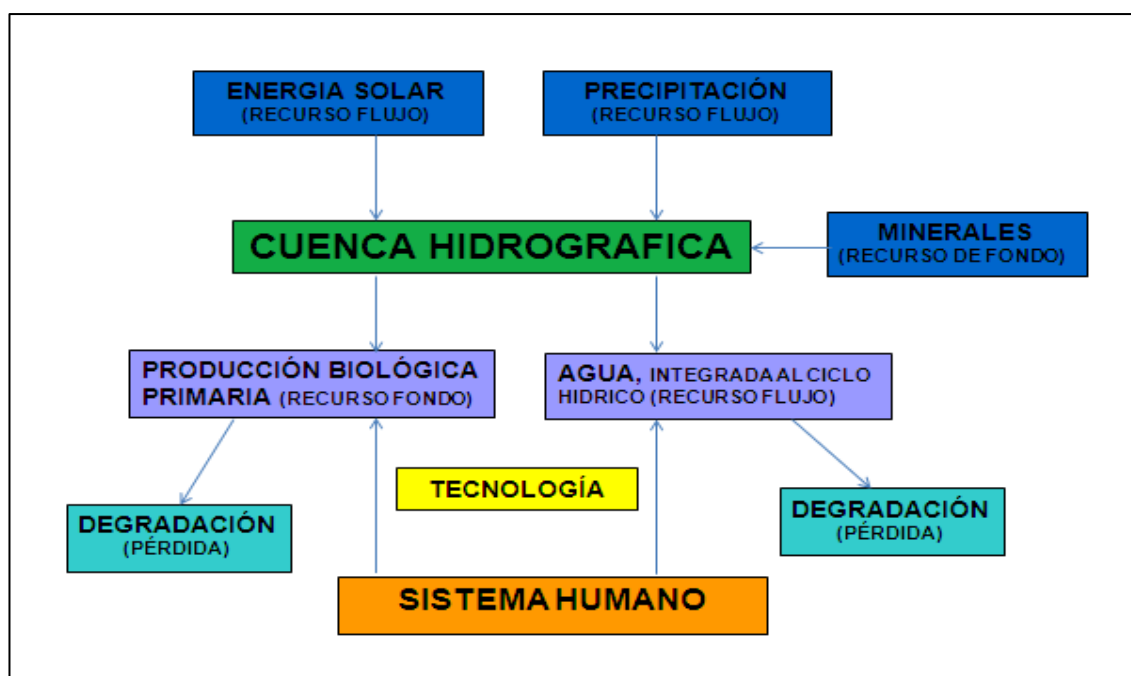


Figura 2. Cuenca hidrográfica<sup>1</sup>

Fuente: (Umaña, 2002)

Desde el punto de vista de cuenca hidrográfica, una cuenca es toda área drenada por una corriente o sistema de corrientes, cuya agua confluye a un punto de salida, delimitada por una línea divisoria conocida como “parteaguas” (Mozo, 1999).

<sup>1</sup>La Cuenca Hidrográfica es un operador sistémico activado por flujos de entrada: precipitación y energía solar, y minerales. Estos se transforman en flujos de salida: la producción biológica primaria y el agua integrada espacialmente al sistema de ciclo.

Una cuenca es una zona delimitada topográficamente que desagua mediante un sistema fluvial, es decir, la superficie total de tierras que desaguan en un cierto punto de un curso de agua o río. También expresa que una cuenca es una unidad hidrológica que ha sido descrita y utilizada como una unidad física – biológica y también en muchas ocasiones, como un elemento socioeconómico – político, para la planificación y ordenación de los recursos naturales. La cuenca de captación se utiliza con frecuencia como sinónimo de la cuenca hidrográfica. Las cuencas hidrográficas se pueden dividir en los siguientes tramos (Cando, 2005).

- Parte alta de la cuenca o tramo inicial de su recorrido: presenta un cauce natural y condiciones de ruralidad.
- Parte media de la cuenca: inicialmente se encuentra por fuera del perímetro urbano en donde el agua fluye en su cauce natural y luego llega a las áreas periféricas de la ciudad.
- Parte baja de la cuenca: corresponde a la zona de la ciudad consolidada, donde se encuentran las tierras urbanas.

Es importante aclarar que debido a que las cuencas hidrográficas poseen diferentes características en las distintas zonas, esta investigación se desarrolló en el tramo de la cuenca donde se encuentra asentada la comunidad.

### **2.1.2. Componentes principales de una cuenca**

En la cuenca o microcuenca existen muchos componentes, los principales se describen a continuación:

**Cauce:** Es la sucesión de punto de cota más alta de cada sección transversal. En algunos estudios se llaman también “Talweg” que significa “camino en el valle”. En la sección transversal se pueden distinguir: el lecho y los taludes; los



cuales varían de acuerdo al tipo de corriente, a la zona de la cuenca en que se encuentre, al volumen de sedimentos que acarrea.

**Vertiente:** Es el área comprendida entre el cauce principal y la divisoria topográfica; pueden ser izquierda o derecha en relación al movimiento del agua en cauce. La mayoría de los usos de la cuenca se concentran en estas aéreas, por lo que la respuesta hidrológica de la misma está estrechamente relacionada con la utilización de las vertientes.

**Divisoria:** Limite de la cuenca; se define como “la línea que circunscribe un área que tiene un drenaje común” o, línea que separa dos cuencas hídricas vecinas. En una cuenca pueden identificarse dos tipos de divisoria: una de agua superficiales (divisoria topográfica) y otra de aguas subsuperficiales (divisoria geológica).

**Valle:** Constituye el área más o menos plana que puede existir entre la finalización de las vertientes empinadas y el cauce. En cuencas más grandes de zona media y baja, existen valles de diferente amplitud que constituyen una zona de amortiguamiento de la escorrentía que se dirige hacia el cauce. Entre la vertiente y el valle se encuentran áreas: agrícolas, pecuarias, forestales y otras que determinarían en gran medida la degradación o conservación de los recursos de la cuenca; siendo necesario manejar apropiadamente para conseguir la sostenibilidad y conservación de los recursos naturales.

**Interfluvios:** Son sectores de forma triangular que se encuentran entre dos cuencas vecinas y drenan directamente al río receptor (Parraga, 2003)

### **2.1.3. Microcuenca**

La microcuenca se define como “la expresión más pequeña de la red hidrológica y constituyen las áreas donde se originan las quebradas y riachuelos individuales que drenan de las laderas y pendientes altas del paisaje

geomorfológico. Es la unidad adecuada para la micro planificación” El MAGFOR, 2000 citado por (Valenzuela, 2003)

#### **2.1.4. Vegetación**

La vegetación es el resultante de la acción de los factores ambientales sobre el conjunto que interactúa ante las especies que habitan en un espacio continuo y es reflejo del clima, la naturaleza del suelo, disponibilidad de agua y de los nutrientes, así como los factores antropogénicos y bióticos Lamprecht, 1990, citado por (Talley & Gutierrez, 2006)

#### **2.1.5. Cubierta forestal**

La cubierta forestal es la característica más distintiva de los suelos forestales y constituye a las propiedades únicas de ellos. El término de cubierta forestal se utiliza para designar a toda la materia orgánica, entre ella la hojarasca y las capas de materiales orgánicos en descomposición que descansan sobre la superficie del suelo mineral. Estas capas de la materia orgánica y microflora característica, así como la fauna, constituyen la fase verdaderamente única del ecosistema forestal, y representan el criterio más importante para distinguir los suelos de aptitud forestal de los agrícolas. La cubierta forestal y su capa superficial resultante proporcionan un microclima y un espectro de microorganismos diferentes a los relacionados con la mayor parte de los demás suelos. Procesos dinámicos como los ciclos de nutrientes, formación de ácidos orgánicos y lixiviación de las bases, ocurren en los suelos con cubierta forestal (Cando, 2005)

#### **2.1.6. Regeneración natural**

Es un proceso continuo natural del bosque para asegurar su propia sobrevivencia normalmente con abundante producción de semillas, que germinan para asegurar el nuevo bosque, lo que significa que las ramas se

tocan y la altura es aproximadamente de 21.50 m con un diámetro normal menor a 10 cm (Buessó, 1997)

Se define como la vegetación arbórea que se encuentra en la primera fase de crecimiento y desarrollo, formando parte de un proceso natural de renovación del bosque INAFOR, 2006 citado por (Godínez, 2010). La regeneración natural se presenta en los estados de plántula, brinzal, latizal y un estado juvenil o fustal CATIE, 1997; Pinelo, 2004, citado por (Godínez, 2010)

### **2.1.7. Composición florística**

La composición florística de una comunidad vegetal es el detalle de las distintas estirpes que la constituyen tales como: familias, géneros y especies (Marcelo *et al.*, 2007). Según (Aguilar, 1997), en los trópicos la composición florística depende de varios factores que se señalan a continuación:

- El clima con sus manifestaciones de temperatura, vientos, humedad ambiental y radiación.
- El suelo con sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas.
- Extensión del área de vegetación destruida.
- Composición florística de las inmediaciones del bosque en estudio.
- Germinación de las semillas en conjunción con el ambiente.
- Número y clases de animales que actúan como agentes dispersantes de semillas, así como aquellos que las destruyen,
- Manera como fue talado el bosque original
- Tiempo de interferencia del hombre.
- Características de las especies de plantas disponibles para invadir el área descubierta, además, el origen de la flora, aislamiento, barreras y factores bióticos.

### **2.1.8. Diversidad florística**

La diversidad florística de una comunidad vegetal está relacionada con número de individuos por ha (densidad), número de especies por muestra, número de familias por muestras. Además, se refiere a los valores de los distintos índices de diversidad tales como: índice de diversidad y de equitabilidad de Shannon y Wiener; índice de dominancia de Simpson; índice de diversidad de Margalef; índice de similitud de Sørensen; Berger Parker entre otros (Marcelo, 2007)

#### **2.1.8.1. Índice de diversidad y de equitabilidad de Shannon**

El índice de diversidad de Shannon ( $H'$ ) es la que mide la incertidumbre o diversidad de la muestra, la probabilidad de seleccionar todas las especies en la proporción con que existen en la población, es decir, mide la probabilidad de que una muestra seleccionada al azar de una población infinitamente grande contenga exactamente  $n_1$  individuos de especie 1,  $n_2$  individuos de especie 2, ..., y  $n_s$  individuos de la especies.

#### **2.1.8.2. Índice de Similitud de Sørensen**

El índice de similitud de Sørensen (ISS) es la medida de comparación entre dos comunidades que, en primera instancia, pueden parecer o no similares en su composición florística. Solo el análisis de las mismas permitirá verificar o desmentir si son similares. Para calcular este índice se emplea la fórmula siguiente (Odum, 1986)

$$Iss = \frac{2C}{A+B} ;$$

De, donde:

A = Número de especies en la muestra A

B = Número de especies en la muestra B

C = Número de especies en común entre ambas muestras

### **2.1.8.3. Índice de asociación de Jaccard**

Es una aplicación del índice de similitud, permite evaluar el grado de afinidad de las especies. Para calcular este índice se recurre a la fórmula siguiente (Odum, 1986)

$$I_a = \frac{2c}{a+b}; \text{ donde:}$$

a = Número de parcelas en que aparece la primera especie

b = Número de parcelas en que aparece la segunda especie

c = Número de parcelas en que aparecen ambas especies

### **2.1.8.4. Índice de dominancia de Simpson (1/D)**

Es la expresión que mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una población de N individuos, provengan de la misma especie. Su valor varía entre 0 y 1, y está dado por la fórmula siguiente (Dajoz, 2002) :  $D = 1 / \sum(\pi_i)^2$ ; donde:

D = dominancia

$\pi_i$  = proporción de individuos

### **2.1.9. Estructura del bosque**

La estructura se refiere a la organización del bosque en cuanto a su forma, distribución y asociación de las distintas especies e individuos que forman un bosque. Los estudios sobre la estructura de los bosques naturales toman un lugar de preferencia en el campo de las investigaciones silviculturales modernas. Los resultados de los análisis estructurales permiten, realizar, deducciones acerca del origen, las características ecológicas y sinecológicas, el dinamismo y las tendencias del futuro de las comunidades vegetales (Lamprecht, 1962). Para un mejor análisis, la estructura del bosque se divide en horizontal y vertical.

### **2.1.9.1. Estructura horizontal**

Es la forma en la que se encuentran distribuidos y asociados las diferentes especies e individuos que forman un bosque. Para el análisis de comunidades sucesionales en lo referente a la estructura horizontal de los bosques, se consideran parámetros como abundancia, frecuencia, dominancia y el Índice de Valor de Importancia (IVI). Aunque los valores de estos parámetros sean absolutos o relativos, ofrecen una idea aislada y parcial sobre la estructura del bosque Lamprecht y Finol, citados por (Marcelo, 2007)

### **2.1.9.2. Estructura vertical**

Se refiere a la estratificación del bosque, considerando el dosel abierto o cerrado, espaciamiento uniforme o regular de los árboles, descripción de la estratificación, agrupación de individuos de una misma especie observada en uno de los estratos Krebs, 1985, citado por (Cunuhay & Eguez, 2008). El estudio de la estructura del bosque debe incluir el análisis de la posición sociológica de los árboles; manifiesta que las especies que se encuentran en todos los estratos, son definidas como especies “distribución vertical continua” (Lamprecht, 1962). Para el estudio de la estructura vertical del bosque se tiene en cuenta los siguientes parámetros: Posición sociológica, estratificación y perfil, Betancourt, 1975, citado por (Troya & Jimenez, 1995)

### **2.1.10. Inventario Forestal**

El término “inventario” significa enumeración. En Dasimetría “Inventario forestal” significa la determinación de algunas características del bosque en forma más o menos precisa. El inventario forestal es un procedimiento operativo que sirve para obtener información cuantificable en cantidad y cualidad de los recursos forestales y de las características que definen esos recursos. El objetivo del inventario es describir los bosques cuantitativamente. Lojan, 1980, citado por (Parrales, 2005).

El inventario forestal es la contabilidad de los árboles y sus características de interés relacionadas en un área de tierra determinada. Los inventarios forestales buscan contar la población de árboles dentro de un bosque y determinar información como el volumen, el crecimiento y la composición de especies. Para lo cual se requiere aplicar las técnicas de muestreo (Scott & Gove, 2002).

## **2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.2.1. Estructura de la vegetación, diversidad y regeneración natural de árboles en la Cuenca Baja del Río Pambay, Puyo, Provincia de Pastaza.**

Las cuencas hidrográficas en Ecuador se encuentran en un estado de degradación muy avanzado, debido a la falta de manejo. Este trabajo se enfoca en el estudio de la estructura del bosque, el cual es de gran importancia en el ciclo del agua y en la conservación de este recurso. Se estudiaron y analizaron los componentes del bosque a través de la instalación de nueve unidades muestrales en un área de 40.3 ha y categorizando al bosque en 2 tipos: Perturbados y Poco Perturbado, a cada unidad se la dividió en 3 estratos, en los cuales se procedió a tomar datos de cada especie como DAP y diámetro de copa, altura total, con estos datos se calculó IVI, IVF, valores de diversidad y ecológicos. Se identificaron 1358 individuos entre árboles, arbustos y palmas de los cuales se registraron 82 especies, de estas, 15 especies son las más representativas por la cantidad de individuos que presentan (>64% de la población).

Al calcular el coeficiente de Jaccard se mostró una similitud florística de 59.72 % entre los dos tipos de bosque. De acuerdo con el valor calculado de la prueba de t ( $t=3.752$ ,  $gl=1717$ ), los bosques son diferentes ( $p<0.01$ ). Estos datos corroboran que el bosque se encuentra en un proceso de cambio, que la cubierta vegetal que lo conforma pertenece a un bosque de tipo secundario;

*Piptocomadiscolor* es la especie con mayor IVI y *Bactrisgasipaes* es la especie con mejor IVF, (Herrera, 2008).

### **2.2.2. Estudio florístico de especies forestales y su uso potencial para el establecimiento del sistema agroforestal Quesungual en la microcuenca hidrográfica La Danta, Somotillo, Chinandega.**

El presente estudio se realizó en la microcuenca La Danta, ubicada en el municipio de Somotillo, Chinandega, Nicaragua. Con el objetivo de determinar las especies forestales y su uso potencial para ser utilizadas en el sistema agroforestal Quesungual. El levantamiento de la información fue llevado con parcelas rectangulares de 1000 m<sup>2</sup> (20 x 50 m) con un total de 50 parcelas muestreadas con una distancia de 700 m entre cada línea de inventario para un total de 5 líneas, con un distanciamiento de 200 m entre el centro de una parcela y el centro de la siguiente. También se efectuó el levantamiento de datos en 5 parcelas permanentes de 20 x 50 m.

El inventario florístico se encontró 47 especies representadas en 18 familias botánicas sobresaliendo las Mimosaceae (6) y Caesalpinaceae (4). Mientras que en las parcelas de muestreo permanente se encontraron 22 especies representadas en 14 familias botánicas de las que sobresalen las Mimosaceae (5), Caesalpinaceae (3). Así mismo la vegetación estudiada fue dividida en clases diamétricas medidas a partir de 10 cm de diámetro normal, dando como resultado un total de 15 clases en el inventario florístico y 9 clases diamétricas en parcelas de muestreo permanentes, sobresaliendo las primeras 4 clases diamétricas con el mayor número de individuos por hectárea en ambos.

A través de la base de datos recopilada se clasificaron las especies arbóreas de la microcuenca de acuerdo a su uso actual y potenciales, también se seleccionaron las especies que serán manejadas en el sistema agroforestal Quesungual de acuerdo a los servicios y necesidades del productor (Talley & Gutierrez, 2006)).



### **2.2.3. Importancia de la cubierta forestal**

Se reconoce que la cubierta forestal puede tener efectos importantes directos sobre los regímenes hidráulicos a través de pérdidas mayores por intercepción, absorción radical y evapotranspiración. También se ha mencionado que las grandes regiones forestales pueden influir en el clima de la zona por medio de un incremento en la precipitación y en el caudal de las corrientes. La cubierta forestal tiene el mismo efecto general que el acolchado reduciendo las fluctuaciones diarias y estacionales de la temperatura del aire, intercepta toda o parte de la radiación incidente. Con una cubierta completa, las hojas absorberán toda la radiación solar incidente y serán la fuente directa de toda la radiación devuelta desde la superficie al espacio (Cando, 2005).

### **2.2.4. Valores del Índice de Diversidad de Shannon**

El índice  $H'$  aumenta a medida que: 1) aumenta la riqueza (el número de especies en la muestra) y 2) los individuos se distribuyen más homogéneamente entre todas las especies. El valor de  $H'$  se ha calculado en muchos estudios ecológicos, los cuales muestran que  $H'$  generalmente varía entre 1.5 y 3.5 y que raramente pasa de 4.5, con este índice, todas las especies tienen igual peso. El índice de diversidad de Shannon ( $H'$ ) se calcula con la fórmula siguiente (Somarriba, 1999):

$H' = - \sum p_i \log_2 p_i$ ; donde:

$p_i$ , es la abundancia relativa de cada especie y es igual a  $n_i/N$ ;  $n_i$  es la abundancia de la especie de rango  $i$  y  $N$  al número total de ejemplares recolectados. Los logaritmos se calculan en base 2.

El índice de equitabilidad ( $E$ ) se utiliza para realizar la comparación de la diversidad de dos poblaciones que contienen números de especies diferentes. La equitabilidad tiende hacia cero cuando una especie domina fuertemente la

población y es igual a uno cuando todas las especies tienen la misma abundancia. Este índice se calcula mediante la fórmula siguiente (Dajoz, 2002):

$$E = \frac{H'}{\log_2 S}; \text{ donde:}$$

$H'$  = diversidad real

$\log_2$  = diversidad teórica máxima de  $S$

### **2.2.5. Identificación de las especies**

Una correcta identificación de la especie es de suma importancia para el análisis de los datos. En el momento de la primera medición se realiza una identificación preliminar de la especie, la cual se registra por su nombre nativo. Sin embargo, la identificación definitiva del individuo debe ser realizada por un botánico reconocido en taxonomía, cuyo nombre queda registrado en el historial o ficha del estudio; en esta fase es necesaria la recolección de muestras botánicas las mismas que irán a reposar a un herbario (FAO, 1971).

### **2.2.6. Registro y recolección de datos**

Es importante contar con un formulario claro y sencillo para recolectar datos durante el inventario. Este formulario puede incluir los árboles y arbustos a partir de los 7.5 cm DAP, latizales (regeneración entre 2.5 cm y 7.5 cm DAP) y brinzales (plántulas hasta un diámetro de 2.5 cm) los cuales tendrán diferente intensidad de muestreo.

**Árboles y fustales:** Deben ser medidos en toda las Sub UM de 10 x 10 metros. Una UM (20 x 20 m.) está dividida en 5 subunidades. Para cada individuo se debe registrar el número correspondiente, nombre común, CAP, altura comercial, altura total y diámetro de copa.

**Para la regeneración natural:** La regeneración natural es medida en cada sub unidad por separado, de la siguiente manera.

**Latizales:** Se toma la información de la regeneración de las plantas con un diámetro que va de 2,5 cm a 7,5 cm, en un área de 10 x 10 m. Aquí solo se toman los datos de altura total, diámetro y nombre común.

**Brinzales:** Plántulas con un diámetro menor de 2.5 cm, en un área de 2 x 2 m. Aquí solo se toman los datos de altura total y nombre común (Herrera, 2008).

### **2.2.7. Importancia de las cuencas hidrográficas**

Las cuencas hidrográficas son algo más que sólo áreas de desagüe en o alrededor de nuestras comunidades. Son necesarias para brindar un hábitat a plantas y animales, y proporcionan agua potable para la gente, sus cultivos, animales e industrias. También nos proporcionan la oportunidad para divertirnos y disfrutar de la naturaleza. La protección de los recursos naturales en nuestras cuencas es esencial para mantener la salud y el bienestar de todos los seres vivos, tanto en el presente como en el futuro (Salas D. , 2003).

### **2.2.8. Manejo de cuencas hidrográficas**

Manejo de cuencas hidrográficas es la gestión para manejar, aprovechar y conservar los recursos naturales en las cuencas hidrográficas en función de las necesidades humanas, buscando un balance entre equidad, gobernabilidad, sostenibilidad y desarrollo (Jimenez, F, 2005).

El manejo de cuencas se refiere a la gestión que el hombre realiza a nivel de la cuenca para aprovechar, proteger y conservar los recursos naturales que le ofrece, con el fin de obtener una producción óptima y sostenida para lograr una calidad de vida acorde con sus necesidades (Umaña, 2002).

Un Manejo Integrado de Cuencas incluye todas aquellas acciones que realiza el ser humano en una cuenca para aprovechar y proteger los recursos naturales que le ofrece con el fin de obtener una producción óptima y sostenida. Es un proceso integrado en donde todos los recursos múltiples con

que cuenta una cuenca son manipulados y controlados conjuntamente con la organización humana para producir bienes y servicios útiles. En este proceso interactúan los factores biofísicos, socioeconómicos y políticos donde los cambios en un elemento natural del sistema natural o acción de manejo, podrían causar cambios positivos o negativos al estado y productividad de otros elementos (Valenzuela, 2003).

### **2.2.9. Técnicas de protección, recuperación y conservación de suelo, agua y bosque**

Las acciones técnicas de un programa de manejo de cuencas modifican físicamente la cuenca y sus recursos en tiempo y espacio. Están orientadas a mantener la base de los recursos naturales, necesaria para un aprovechamiento sostenido. Se subdividen en acciones orientadas al **manejo** (preservación, recuperación y protección) y la **conservación**. El manejo lleva implícito acciones directas que puede ser ejecutada individualmente; la conservación está orientada a la realización de acciones integrales que promuevan el uso racional de los recursos. Morales, 2000 citado por (Valenzuela, 2003). El grupo de acciones que se presentan a continuación está comprendido en la categoría de preservación, recuperación y protección y se pueden mencionar las siguientes:

- Acciones de control de procesos de erosión, por ejemplo, construcción de pequeños diques.
- Barreras vivas y muertas.
- Pequeñas reforestaciones.
- Control de torrentes e inundaciones, por ejemplo con la construcción de diques en los cauces de los ríos y canales de desvío.
- Prácticas de rehabilitación de áreas degradadas.

Las acciones técnicas de conservación comprenden todas aquellas medidas que se ejecutan directamente asociadas a los sistemas de transformación productiva.

Conservación de suelos para reducir la erosión incluyendo medidas vegetativas culturales como mejoramientos de pastos y el manejo de sistemas agroforestales. Entre las medidas de conservación de suelos más usuales se destacan:

- Medidas estructurales directas como construcción de terrazas, zanjas de laderas, muros de piedras.
- Medidas no estructurales indirectas, tales como: regulación del uso del suelo, normas para la construcción de obras de infraestructura de apoyo a la producción.

Conservación de bosques o manejo forestal y vegetación. Comprenden estos componentes acciones como:

- Reforestación y manejo de los bosques de protección.
- Protección y control forestal.
- Establecimiento de viveros.
- Reforestación.
- Aprovechamiento de los bosques productivos.
- Demarcación de las áreas de intervención y cercado de las mismas.
- Educación ambiental, Morales, 2000 citado por (Valenzuela, 2003).

Las acciones técnicas para el manejo de cuencas deben realizarse en forma permanente para contribuir a la sostenibilidad ambiental ya que están orientadas a la preservación, recuperación, control, protección, conservación y aprovechamiento sostenido de los elementos y recursos naturales así como a la protección del hombre que habita en la cuenca o que depende de los recursos de la misma Morales, 2000 citado por (Valenzuela, 2003)

#### **2.2.10. Especies en peligro de extinción**

En el mundo se pierden cientos de miles de especies, muchas de ellas aún antes de ser descubiertas por la ciencia, de ese modo, no sólo se pierde la

variabilidad biológica, sino además la diversidad genética, fuente de sustento para las generaciones futuras. En los últimos 300 años, sin embargo, los humanos han multiplicado la tasa de extinción por mil.

Una especie se considera en peligro de extinción, sea vegetal o animal, cuando todos los miembros vivos de dicho taxón están en peligro de desaparecer, ya sea por la depredación directa sobre la especie o por la desaparición de un recurso del cual depende su vida, como por la acción del hombre, debido a cambios en el hábitat, producto de hechos fortuitos (como desastres naturales) o por cambios graduales del clima. En la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2009), se encuentran bajo la categoría «En Peligro» 2448 taxones de animales, y 2280 taxones de plantas, a los que se acoplan los encuadrados bajo la categoría «En peligro crítico», los que comprenden 1665 taxones de animales, y 1575 de plantas.

Según la Lista Roja de la UICN, en el Ecuador se encuentran en peligro de extinción un total de 4.030 animales y plantas. De este total de especies, 1.071 están en peligro; 353 en peligro crítico y unas 280 son vulnerables. Los datos indican que, en nuestro país, están en peligro de desaparecer 105 mamíferos, 161 aves, 108 reptiles, 152 anfibios y 3.504 plantas endémicas (Acosta, 2012). De las 3.504 plantas en peligro, el 78% de las especies se encuentran en algún grado de amenaza; el 72% de las plantas amenazadas no se encuentran dentro del Sistema nacional de Áreas Protegidas; aproximadamente el 8% de especies de plantas endémicas (353 taxones) se encuentran en peligro crítico de extinción (León, 2011).

#### **2.2.11. Degradación de cuencas hídricas en el Litoral ecuatoriano**

El Ecuador cuenta con un total de 79 cuencas hidrográficas, de las cuales 72 corresponde a la vertiente del Amazonas (131726 Km<sup>2</sup>) y siete a la vertiente del Pacífico (123216 Km<sup>2</sup>). En la región del Litoral se encuentran cinco cuencas hidrográficas: Guayas (40000 km<sup>2</sup>), Esmeraldas (19.680 km<sup>2</sup>), Chone (2697,67 km<sup>2</sup>), Cojimíes (813,70 km<sup>2</sup>) y Portoviejo (2133,83 km<sup>2</sup>). Las poblaciones

asentadas en las diferentes cuencas para sobrevivir hacen uso de los recursos naturales de forma inapropiada, provocando daños considerables a los ecosistemas (Servicios Forestales, 2013).

Otras causas del deterioro son: actuación incoherente de los organismos del estado, falta de una coordinación efectiva entre las instituciones, la inexistencia de un plan de ordenamiento, no existen políticas claras para el desarrollo regional y pocas alternativas para el manejo sostenible de los recursos naturales. Toda esta situación mencionada produce muchos efectos, tales como: la escasez de la provisión de agua, erosión del suelo, sedimentación aguas abajo, contaminación del agua, inundaciones, deterioro del ambiente en general y migración del campo a las ciudades, entre otros (Servicios Forestales, 2013).

#### **2.2.12. Manejo y conservación de suelos**

El suelo es un recurso natural que, durante siglos, ha proporcionado el sustento para la población humana; sin embargo, la creciente población mundial y su demanda de alimentos aumentan cada día más la presión sobre este recurso. En las zonas tropicales del mundo se buscan alternativas para conservar los suelos, pues se ha confirmado que no es el clima cálido lo que impide una producción adecuada de la tierra, sino el manejo inadecuado de estos. De acuerdo con los datos del Instituto de Suelos de Cuba citado por, (Sánchez & Hernández, 2011), es importante adoptar alternativas agroecológicas para acometer de forma gradual acciones que minimicen y brinden soluciones a corto, mediano y largo plazo, ya que el 69,6% de los suelos tienen bajo contenido de MO y el 43,3% presentan una erosión de fuerte a mediana, lo cual limita su productividad.

Entre las acciones para proteger los ecosistemas agropecuarios y prevenir su degradación, la aplicación de abonos orgánicos tiene una importancia significativa, pues resulta insoslayable que la materia orgánica, y particularmente el humus, es el sostén básico para la vida en este medio y

puede definir su potencial productivo. En este contexto se incluyen: estiércoles animales, residuos de cosecha, compost y humus de lombriz, entre otros. El uso agrícola de la tierra está generando graves pérdidas de suelo en todo el mundo. Las causas del uso inadecuado de la tierra son múltiples. En muchos países en desarrollo el hambre obliga a la gente a cultivar tierras que no son aptas para agricultura o que sólo con esfuerzos muy grandes y costosos, como la construcción de terrazas, pueden ser convertidas en áreas para uso agrícola (Sánchez & Hernández, 2011).

## **2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

### **2.3.1. Constitución de la República del Ecuador**

La Constitución de la República del Ecuador en la parte pertinente al manejo y conservación de cuencas hídricas y su biodiversidad asociada establece que:

**Art. 12.-** El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

**Art. 14.-** Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumakkawsay*.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

**Art. 395.-** La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la



biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.
3. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.
4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

**Art. 409.-** Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión.

En áreas afectadas por procesos de degradación y desertificación, el Estado desarrollará y estimulará proyectos de forestación, reforestación y revegetación que eviten el monocultivo y utilicen, de manera preferente, especies nativas y adaptadas a la zona.

**Art. 410.-** El Estado brindará a los agricultores y a las comunidades rurales apoyo para la conservación y restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que los protejan y promuevan la soberanía alimentaria.

**Art. 411.-** El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la

calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua. (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

### **2.3.2. Ley forestal y de conservación de áreas naturales y vida silvestre establece:**

Esta ley establece el siguiente articulado:

**Art. 6.-** Se consideran bosques y vegetación protectores aquellas formaciones vegetales, naturales o cultivadas, que cumplan con uno o más de los siguientes requisitos:

- a) Tener como función principal la conservación del suelo y la vida silvestre;
- b) Estar situados en áreas que permitan controlar fenómenos pluviales torrenciales o la preservación de cuencas hidrográficas, especialmente en las zonas de escasa precipitación pluvial;
- c) Ocupar cejas de montaña o áreas contiguas a las fuentes, comentes o depósitos de agua;
- d) Constituir cortinas rompevientos o de protección del equilibrio del medio ambiente;
- e) Hallarse en áreas de investigación hidrológico-forestal;
- f) Estar localizados en zonas estratégicas para la defensa nacional; y,

g) Constituir factor de defensa de los recursos naturales y de obras de infraestructura de interés público.

**Art. 14.-** La forestación y reforestación previstas en el presente capítulo deberán someterse al siguiente orden de prioridades:

- a) En cuencas de alimentación de manantiales, corrientes y fuentes que abastezcan de agua;
- b) En áreas que requieran de protección o reposición de la cubierta vegetal, especialmente en las de escasa precipitación pluvial; y,
- c) En general, en las demás tierras de aptitud forestal o que por otras razones de defensa agropecuaria u obras de infraestructura deban ser consideradas como tales.

**2.3.3. El Tulas Libro III, en cuanto a los Bosques y Vegetación Protectores establece:**

En el libro III de Tulas se establece:

**Art. 16.-** Son bosques y vegetación protectores aquellas formaciones vegetales, naturales o cultivadas, arbóreas, arbustivas o herbáceas, de dominio público o privado, que estén localizadas en áreas de topografía accidentada, en cabeceras de cuencas hidrográficas o en zonas que por sus condiciones climáticas, edáficas e hídricas no son aptas para la agricultura o la ganadería. Sus funciones son las de conservar el agua, el suelo, la flora y la fauna silvestre.

#### **2.3.4. Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento de aguas**

Según la Constitución de la República del Ecuador (2008), establece: el objeto esta ley es desarrollar el derecho humano al agua, así como regular la autorización, gestión, preservación, conservación, uso y aprovechamiento del agua, comprendidos dentro del territorio nacional en sus distintas fases, formas y estados físicos, a fin de garantizar el Sumak Kawsay o buen vivir.

#### **Artículo 4. Gestión Integrada e Integral**

La Autoridad Única del Agua es responsable de la rectoría, planificación, gestión, regulación y control de la gestión integrada de los recursos hídricos y de la gestión integral del agua por cuenca o sistemas de cuencas hidrográficas.

La unidad de planificación y gestión de los recursos hídricos es, en su orden, el sistema de cuencas, la cuenca, la sub cuenca y microcuenca hidrográfica.

La Autoridad Única del Agua es responsable de los aspectos técnicos, hidrológicos, hidráulicos, económico productivos, sociales, administrativos de uso y aprovechamiento y culturales del agua.

La Autoridad Ambiental Nacional determinará los aspectos técnicos referentes tanto a la conservación de los ecosistemas, como a la prevención y control de la contaminación del recurso estratégico agua.

En el Sistema Nacional Descentralizado de Planificación Participativa para el Desarrollo y en los gobiernos autónomos descentralizados, la planificación de la gestión integrada de los recursos hídricos para garantía de este derecho humano a todos los habitantes, será prioridad.

La participación de comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades, ciudadanos y usuarios en la gestión del agua se desarrollará de conformidad a lo establecido en esta ley.

### **Artículo 8. Deberes Estatales en la Gestión Integrada**

El Estado y sus instituciones, según las competencias asignadas, son los responsables de la gestión integrada de los recursos hídricos por cuenca hidrográfica. En consecuencia, son responsables de:

1. Promover y garantizar el derecho humano al agua.
2. Regular esta gestión, los usos, el aprovechamiento del agua y las acciones para preservarla en cantidad y calidad mediante un manejo sustentable a partir de normas técnicas y parámetros de calidad.
3. Velar por la conservación y manejo sustentable de los ecosistemas marino costeros y alto – andinos, en especial páramos y todos los ecosistemas que almacenan agua, y el mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales que proveen el agua en cantidad y calidad; y,
4. Promover y fortalecer la participación en todos los niveles de la gestión del agua de las organizaciones de usuarios de los sistemas públicos y comunitarios de agua, de las organizaciones de consumidores de servicios públicos que usan el agua, así como, en general, de las organizaciones ciudadanas de usuarios y no usuarios, constituidas en torno a los destinos del agua.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1. MÉTODOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN**

Para la realización de la investigación de estructura, diversidad de especies forestales y su influencia en la regeneración natural en la microcuenca del estero Macul, se utilizó el método Inductivo y Deductivo, el cual permitió realizar un análisis organizado y coherente para llegar a la verificación de la hipótesis.

Con el método inductivo se alcanzaron los objetivos específicos: Estructura y diversidad de especies forestales predominantes en el bosque de la microcuenca del estero Macul; diversidad de especies forestales de la regeneración natural en el bosque de la microcuenca del estero Macul. Con el método deductivo se diseñó la propuesta de recuperación en base a los resultados obtenidos a través de las unidades de muestreo y las encuestas que se realizó a las comunidades que habitan en la ribera del estero Macul.

#### **3.1.1. Recopilación de la información y selección del área de estudio**

El procedimiento fue el siguiente:

Se realizó un recorrido en el área de estudio para el reconocimiento preliminar del bosque de la microcuenca del estero Macul. Luego se determinó el área total de la microcuenca, que fue de 80.68 ha, de las cuales 4 ha corresponden al remanente del bosque. Para facilitar el inventario, el bosque se dividió en dos bloques o lotes. Además se realizó la georreferenciación del área de estudio.

#### **3.1.2. Tamaño y forma de las parcelas**

Las unidades de muestreo fueron de forma cuadrada de 20 m x 20 m (400 m<sup>2</sup>), para la masa adulta. Para el estudio de la regeneración natural, la unidad de muestreo se dividió en 5 subunidades de muestreo de 10 X 10 m (100 m<sup>2</sup>); a su vez de la subunidad central se establecieron cuatro cuadros (C) de 2 X 2 m en los extremos (Figura 3 y Cuadro 1).

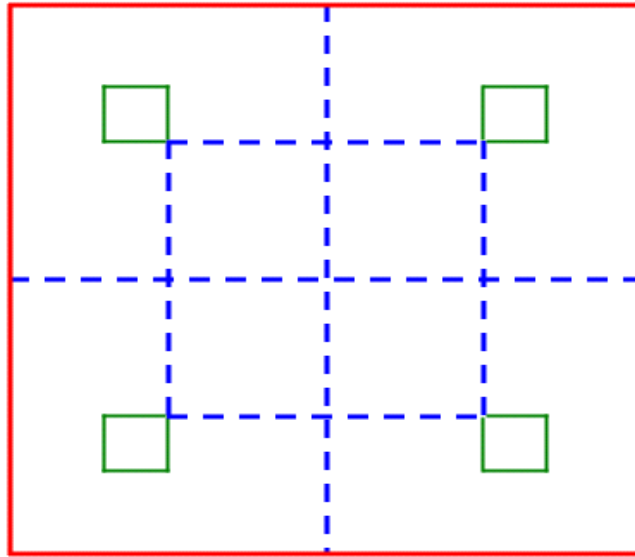


Figura 3. Diseño de la unidad de muestreo.

Fuente: Citado (Villavicencio & Valdez, 2003)

Cuadro 1. Descripción de la unidad de muestreo

COLOR	NOMBRE	DIMENSIONES	DESCRIPCION
Rojo	Unidad de Muestreo (UM)	20 x 20 m	Arboles con DAP mayor de 7,5 cm.
Azul	Sub Unidades (SUM)	10 X 10 m	Arboles con DAP mayor de 2,5 y menor que 7,5 cm.
Verde	Cuadros (C)	2 X 2 m	Plántulas menores de 2,5 cm de DAP.

Fuente: Citado (Villavicencio & Valdez, 2003)

### 3.1.3. Tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra (n) estableció una intensidad de muestreo del 5% y se aplicó la fórmula de intensidad de muestreo (I):

$$\text{Intensidad de muestreo} = \frac{\text{tamaño de la muestra (n)}}{\text{tamaño de la población (N)}} * 100$$



De donde:  $n = N \cdot 100 \text{ m}^2 / 400 \text{ m}^2 = 100$  parcelas

$n = 400 \cdot 0.05 = 5$  parcelas

En los dos bloques se decidió utilizar 6 unidades de muestreo, tres en cada bloque.

#### **3.1.4. Toma de Datos**

Se procedió a marcar y enumerar los árboles dentro de la UM con pintura roja, marcándolos y enumerándolos con un código específico a fin de evitar confusión en la toma de datos. En las unidades de muestreo de 20 m X 20 m se registraron todas las especies forestales con un diámetro mayor de 7,5 cm. Las variables anotadas en la UM fueron: altura (total y a la primera rama), el DAP y nombre común de las especies.

En las 5 subunidades de muestreo de 10 x 10 m (100 m<sup>2</sup>) se registraron los datos de las especies con un diámetro mayor de 2,5 cm y menor de 7,5 cm de diámetro. En las cuatro subunidades de 2 x 2 m se registraron las especies forestales con un diámetro menor de 2,5 cm. En estas subunidades se registró la altura y el nombre común.

### **3.2 CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.2.1. Variables evaluadas**

##### **3.2.1.1. *Altura***

Se midió en metros (m), los árboles del estrato mayor, para lo cual se utilizó el Hipsometro de Sunnto. Para la regeneración natural se midió en centímetros (cm), y se la considero desde el nivel del suelo hasta el ápice de la hoja principal, para lo cual se empleó un (flexómetro).

### 3.2.1.2. Diámetro

Se midió en centímetros (cm) con una cinta diamétrica. Los datos se registraron al momento de establecer las unidades de muestreo.

### 3.2.1.3. Estructura horizontal

Para la determinación de la estructura horizontal se siguió la metodología propuesta por (Villavicencio & Valdez, 2003), quienes consideran los conceptos de frecuencia, abundancia, densidad e Índice de Valor de importancia (IVI), cuyas fórmulas son:

- Abundancia absoluta (Aa) = No. de individuos de una especie

Dónde:

Aa= Abundancia absoluta

- Abundancia relativa (Ar) =  $\frac{\text{n}^\circ \text{ de individuos de la especie}}{\Sigma \text{ de Aa de todas las especie}} \times 100$

Dónde:

Ar= Abundancia relativa

Aa= Abundancia absoluta

- Frecuencia absoluta (Fa)= N° de sub parcelas en que se presenta la especie

Dónde:

Fa= Frecuencia absoluta

- Frecuencia relativa (Fr) =  $\frac{\text{Fa de la especie a}}{\Sigma \text{ Fa de todas las especies}} \times 100$

Dónde:

Fr= Frecuencia relativa

Fa= Frecuencia absoluta

Para la evaluación de los parámetros ecológicos, dasométricos y análisis de datos se utilizarán las siguientes fórmulas:

- El área basal (AB) =  $\frac{\pi}{4} \times \text{DAP}^2$
- Densidad absoluta (D) =  $\frac{\text{N}^\circ \text{ total de individuos por especie}}{\text{Total de área muestreada}}$
- Densidad relativa (Dr %) =  $\frac{\text{Densidad por especie}}{\text{Densidad de todas las especies}} \times 100$
- Dominancia =  $\frac{\text{Área basal por individuo}}{\text{Área basal del total de individuos}}$
- Dominancia relativa =  $\frac{\text{Dominancia por especie}}{\text{Dominancia de todas las especies}} \times 100$
- Frecuencia =  $\frac{\text{Unidad de muestreo en que esta presente la especie}}{\text{Número total de unidades de muestreo}} \times 100$
- Índice de Valor de Importancia (IVI)
- IVI = Densidad Relativa + Dominancia Relativa + Frecuencia Relativa
- Índice de Diversidad de Shannon (H')

H' = -  $\sum p_i \log_2 p_i$ ; donde:

$p_i$ , es la abundancia relativa de cada especie y es igual a  $n_i/N$ ;  $n_i$  es la abundancia de la especie de rango  $i$  y  $N$  al número total de ejemplares recolectados. Los logaritmos se calculan en base 2.

- Índice de Equitabilidad (E)

$$E = \frac{H'}{\log_2 S}; \text{ donde:}$$

H' = diversidad real

Log2 = diversidad teórica máxima de S

#### **3.2.1.4. Estructura Vertical**

Para el análisis de la estructura vertical, se estratificó a los árboles del bosque considerando las alturas registradas en tres categorías:

1. Estrato inferior: menor a 7 m de altura total.
2. Estrato medio: de 7 a 14 m de altura total.
3. Estrato superior: mayor a 14 m de altura total.

### **3.3. Recolección de información**

La información de la estructura, diversidad de especies forestales y su influencia en la regeneración natural de la microcuenca del estero Macul, se obtuvo mediante el inventario en parcelas de muestreo seleccionados al azar dentro de área de bosque. Para lo cual se estudió todos los árboles con un DAP mayor de 7,5 cm presentes en las parcelas de 20 x 20 m. Para la regeneración natural se registró las plantas con un DAP mayor 2,5 y menor 7.5 cm presentes en las 5 sub unidades de 10 x 10 m y en las 4 sub unidades de muestreo de 2 x 2 m se seleccionó las plántulas con un DAP menor a 2,5 cm.

### **3.4. Descripción de la información obtenida**

La información se la obtuvo a través del inventario que se realizó en el bosque del tramo inicial de la microcuenca del estero Macul, donde se determinaron las especies existentes en un registro con su debida identificación (# de

parcela, # de árbol, especie, nombre científico, nombre común, DAP y altura). De acuerdo a la metodología establecida anteriormente en el Figura 3.

También, se realizó encuestas a 125 personas, que habitan en las fincas aledañas de la microcuenca del estero Macul, para obtener información básica para elaborar la propuesta de recuperación.

### **3.5. Análisis e interpretación de los resultados**

Para el análisis de estructura, diversidad de especies forestales, Índices de diversidad (H) y equitabilidad (E') de Shannon y regeneración natural se empleó el programa SPSS 14.

Además para representación frecuencia e histogramas de las encuestas realizadas a miembros de la comunidad se utilizó la hoja electrónica excell versión 2013.

Para el análisis estructural se empleó la metodología propuesta por (Villavicencio & Valdez, 2003), quienes consideran para este análisis los conceptos de frecuencia, abundancia, densidad e Índice de Valor de importancia (IVI).

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS EN RELACIÓN CON LAS HIPÓTESIS DE**  
**INVESTIGACIÓN**

## 4.1. ENUNCIADO DE LAS HIPÓTESIS

Ho “La estructura y diversidad de las especies forestales no favorecen la regeneración natural del bosque de la microcuenca del estero Macul”.

H<sub>1</sub> “La estructura y diversidad de las especies forestales favorecen la regeneración natural del bosque de la microcuenca del estero Macul.”

## 4.2. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN EMPÍRICA PERTINENTE A LA HIPÓTESIS

### 4.2.1. Variables Independientes: Diversidad y estructura de especies forestales

#### 4.2.1.1. Diversidad de especies forestales de la masa adulta del bosque

Se encontraron 26 familias, 28 géneros, 29 especies y 138 individuos con DAP > 7 cm, en un área total muestreada de 2400 m<sup>2</sup>. En el bloque 1 cada especie fue de distinto género y diferente familia. El mayor número de géneros, especies e individuos se obtuvo en el bloque 2 (Cuadro 2). En el Anexo 4 se presenta el listado de las especies del bloque 1. Las familias más importantes, según el número de especies, fueron: Fabaceae y Malvaceae, con tres especies cada uno.

Las familias que se destacaron por su abundancia fueron: Urtricaceae, por la presencia de muchos individuos de la especie *Cecropia peltata* (guarumo); Lamiaceae, debido a la abundancia de *Tectona grandis* (teca); Asteraceae, por la abundancia de *Vernonia baccharoides* (chilca). La mayor cantidad de árboles se obtuvo en el bloque 2 (Anexo 4). Entre las especies registradas en el grupo de plantas adultas en los dos bloques muestreados, únicamente, se encontró una especie en el bloque II; la especie *Cordia alliodora* (laurel) que se encuentra dentro de la categoría de menor preocupación (MP), según la lista roja de la IUCN (2014).

Cuadro 2. Número de familias, géneros, especies e individuos por parcela (DAP > 7 cm; área por bloque = 1200 m<sup>2</sup>), en los dos bloques del bosque de la microcuenca del estero Macul

<b>Variables</b>	<b>Bloque 1</b>	<b>Bloque 2</b>	<b>Total</b>
Familias	12	14	<b>26</b>
Géneros	12	16	<b>28</b>
Especies	12	17	<b>29</b>
Individuos	59	79	<b>138</b>

El índice de diversidad de Shannon fue mayor para el bloque 2. Igualmente el índice de equitabilidad de Shannon fue mayor en el bloque 2. En general los valores de los índices de diversidad fueron medianos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Índices de diversidad (H) y equitabilidad (E') de Shannon por bloque (área por bloque = 1200 m<sup>2</sup>)

<b>Índices</b>	<b>Bloque 1</b>	<b>Bloque 2</b>
Diversidad de Shannon	1,45	2,15
Equitabilidad de Shannon	0,35	0,48

#### **4.2.1.2. Estructura horizontal por especie del bloque 1**

Dentro de la estructura horizontal se exponen los resultados de la abundancia, frecuencia, dominancia y el índice de valor de importancia (IVI).

**Abundancia:** las especies más abundantes fueron: *Tectona grandis* (teca) con 33 individuos (55,93%) y *Cecropia peltata* (guarumo) con 7 individuos (11,86%). Las especies menos abundantes fueron: *Muntingia calabura* (niguito); *Guadua angustifolia* (guadua); *Bactris coloradonis* (chontilla); *Triplaris*



*cumingiana* (fernansánchez) y *Conyza banoerensis* (canilla de venado) con 1 individuo (1,69 %) cada uno (Cuadro 4).

**Frecuencia:** las especies con mayor frecuencia fueron: *Vitex gigantea* (pechiche), *Ficus* sp. (matapalo) *Vernonia baccharoides* (chilca), con 13,33% cada uno; las especies restantes obtuvieron un 6,67% cada uno (Cuadro 4).

**Dominancia:** las especies más dominantes fueron: *Tectona grandis* (teca), con 30,72% y *Erithrina poeppigiana* (palo prieto), con 27,14%; *Vitex gigantea* (pechiche), con 26,15%; la especie con menor dominancia fue N1 con 0,33% (Cuadro 4).

**IVI:** las especies con mayor IVI fueron: *Tectona grandis*, con 93,32%; seguido de las especies nativas *Vitex gigantea*, con 44,57%, *Erithrina poeppigiana*, con 38,89% y *Ficus* sp. (matapalo) con 25,60%. Las especies con menor IVI fueron: *Muntingia calabura*, con 8,72%; *Guadua angustifolia*, *Bactris coloradonis*, *Triplaris cumingiana* y *Conyza banoerensis*, con 8,69% cada uno (Cuadro 4).

Cuadro 4. Parámetros de la estructura horizontal por especies del bloque 1

Espece	Aund. Abs.	Abund. Rel. (%)	Frec. Abs.	Frec. Rel. (%)	Dom. Abs.	Dom. Rel. (%)	IVI (%)
<i>Tectona grandis</i>	33	55,93	1	6,67	0,4254	30,72	93,32
<i>Vitex gigantea</i>	3	5,08	2	13,33	0,3621	26,15	44,57
<i>Erithrina Poeppigana</i>	3	5,08	1	6,67	0,3758	27,14	38,89
<i>Ficus sp.</i>	3	5,08	2	13,33	0,0995	7,18	25,60
<i>Cecropia peltata</i>	7	11,86	1	6,67	0,0405	2,92	21,46
<i>Vernonia baccharoides</i>	3	5,08	2	13,33	0,0386	2,79	21,21
<i>Theobroma cacao</i>	2	3,39	1	6,67	0,0196	1,42	11,47
<i>Muntingia calabura</i>	1	1,69	1	6,67	0,0050	0,36	8,72
<i>Guadua angustifolia</i>	1	1,69	1	6,67	0,0046	0,33	8,69
<i>Bactris coloradonis</i>	1	1,69	1	6,67	0,0046	0,33	8,69
<i>Triplaris cumingiana</i>	1	1,69	1	6,67	0,0046	0,33	8,69
<i>Conyza banoerensis</i>	1	1,69	1	6,67	0,0046	0,33	8,69
<b>TOTAL</b>	<b>59</b>	<b>100,00</b>	<b>17</b>	<b>100,00</b>	<b>1,3848</b>	<b>100,00</b>	<b>300,00</b>

#### 4.2.1.3. Estructura horizontal por especie del bloque 2

**Abundancia:** las especies más abundantes fueron: *Cecropia peltata* (guarumo) con 37 individuos (45,12%) y *Vernonia baccharoides* (chilca) con 10 individuos (12,20%). Mientras que las especies menos abundante fueron: *Cybistax donnell-smittii* (guayacán blanco); *Coffea arabica* (café); *Cordia alliodora* (laurel); *Muntingia calabura* (niguito) con 1 individuo cada uno (Cuadro 6).

**Frecuencia:** las especies más frecuentes fueron: *Cecropia peltata* (guarumo); *Spondias mombin* (ciruela); *Inga edulis* (guaba de bejuco) con una frecuencia relativa de 10,00% cada uno (Cuadro 6).

**Dominancia:** la especie con mayor dominancia fue *Cecropia peltata* con 0,4574 m<sup>2</sup> (39,85%) y la especie con menor dominancia fue *Muntingia calabura* con 0,0050 m<sup>2</sup> (0,43%).

**IVI:** la especie con mayor IVI también fue *Cecropia peltata* con 94,98%, seguido de *Vernonia baccharoides* con 29,54 %; la especie con menor IVI fue: *Muntingia calabura* con 6,65% (Cuadro 6).

#### **4.2.1.4. Distribución diamétrica y número de árboles por hectárea**

La mayor cantidad de individuos se concentraron en la clase diamétrica 7 - 17 cm, en los dos bloques. En el bloque 1, la menor cantidad de árboles se obtuvo en las clases 27 - 37 cm y 37 - 47 cm. El bloque 2, el menor número de individuos se encontró para la clase diamétrica 27 - 37 cm; a partir de esta clase no se encontró ningún individuo en este bloque. El mayor número de árboles por ha total se encontró en el bloque 2. Mientras que el mayor DAP promedio y el DAP máximo se obtuvo en el bloque 1 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Número de individuos por clase diamétrica y total por hectárea (N), DAP promedio y máximo (cm) por bloque

<b>DÁP y N</b>	<b>Bloque 1</b>	<b>Bloque 2</b>
<b>7-17</b>	392	567
<b>17-27</b>	67	108
<b>27-37</b>	8	8
<b>37-47</b>	8	0
<b>&gt; 47</b>	17	0
<b>Arboles/ha</b>	<b>492</b>	<b>683</b>
<b>DAP Promedio</b>	18,01	12,96
<b>DAP Máximo</b>	65,25	28,65

Cuadro 6. Parámetros de la estructura horizontal por especies del bloque 2

Espece	Abund. Abs.	Abund. Rel. (%)	Frec. Abs.	Frec. Rel. (%)	Dom. Abs.	Dom. Rel. (%)	IVI (%)
<i>Cecropia peltata</i>	37	45,12	2	10,00	0,4574	39,8573	94,98
<i>Vernonia baccharoides</i>	10	12,20	1	5,00	0,1417	12,3488	29,54
<i>Persea amaericana</i>	5	6,10	1	5,00	0,1383	12,0525	23,15
<i>Spondias mombin</i>	5	6,10	2	10,00	0,0592	5,15914	21,26
<i>Inga edulis</i>	2	2,44	2	10,00	0,0323	2,81352	15,25
<i>Tectona grandis</i>	5	6,10	1	5,00	0,0432	3,76478	14,86
<i>Triplaris cumingiana</i>	1	1,22	1	5,00	0,0645	5,61732	11,84
<i>Theobroma cacao</i>	3	3,66	1	5,00	0,0223	1,94339	10,60
<i>Citrus sp</i>	2	2,44	1	5,00	0,0358	3,11988	10,56
<i>Inga spectabilis</i>	2	2,44	1	5,00	0,0316	2,75386	10,19
<i>Matisia cordata</i>	2	2,44	1	5,00	0,0304	2,64929	10,09
<i>Trema micrantha</i>	2	2,44	1	5,00	0,0268	2,33556	9,77
<i>Guazuma ulmifolia</i>	2	2,44	1	5,00	0,0208	1,81267	9,25
<i>Cydistax donnell-smittii</i>	1	1,22	1	5,00	0,0199	1,73374	7,95
<i>Coffea arabica</i>	1	1,22	1	5,00	0,0097	0,84953	7,07
<i>Cordia alliodora</i>	1	1,22	1	5,00	0,0087	0,75522	6,97
<i>Muntingia calabura</i>	1	1,22	1	5,00	0,0050	0,43344	6,65
<b>TOTAL</b>	<b>82</b>	<b>100,00</b>	<b>20</b>	<b>100,00</b>	<b>1,1475</b>	<b>100,00</b>	<b>300,00</b>

#### 4.2.1.5. Estructura Vertical

En los dos lotes, el estrato inferior presentó el menor número de individuos del dosel, mientras que el estrato medio presentó el mayor número de individuos tanto en el bloque uno como en bloque 2. En el bloque 1, la especie con presencia en los tres estratos fue: *Tectona grandis*; mientras que en el bloque 2 la especie presente en los tres estratos fue *Cecropia peltata*. El menor valor de la altura mínima se obtuvo en el bloque 2; en cambio el valor mayor de la altura máxima se encontró en el bloque 1. El mayor promedio en altura se obtuvo en el bloque 2 (Cuadro 7).

Cuadro 7. Número de individuos por clase de altura y total por hectárea, altura mínima, máxima y promedio de los dos bloques

<b>Alturas (m)</b>	<b>Bloque 1</b>	<b>Bloque 2</b>
<7	50	67
7-14	308	433
> 14	133	183
<b>Total</b>	<b>491</b>	<b>683</b>
<b>Mínimo</b>	4	3
<b>Máximo</b>	20	18
<b>Promedio</b>	<b>10,60</b>	<b>11,41</b>

#### 4.2.2. Variable Dependiente: Diversidad de especies forestales en la regeneración natural

En las parcelas de regeneración natural, se registraron un total de 92 individuos, 14 especies, 14 géneros y 12 familias. En el grupo de latizales con diámetros entre 2,5 - 7,5 cm (parcelas de 10 x 10 m), se registró 62 individuos, 10 especies, 10 géneros y 9 familias. En el conjunto de brinzales con diámetros menores a 2,5 cm (parcelas de 2 x 2 m), se encontraron 30 individuos, 6 especies, 6 géneros y 5 familias. En el bloque 1 se registró el mayor número de familias, géneros, especies e individuos en el grupo de plantas de 7,50 – 2,5 cm de diámetro (Cuadro 8).

La familia Fabaceae y Lauraceae presentaron dos especies cada uno; las demás especies presentaron una sola especie. Las familias más abundantes fueron Lauraceae con 16 individuos de *Nectandra sp.* (Jigua) y Polygonacea con 16 individuos de *Triplaris cumingiana* (fernansánchez) (Anexo 7). Entre las especies registradas en el grupo de plantas de regeneración natural en los dos bloques muestreados, no se encontró ninguna especie dentro de la lista roja de la IUCN.

Cuadro 8. Número de familias, géneros, especies e individuos en parcelas de 10x10 m (D>2.5 - <7,50 cm) y 2x2 m (D<2,5 cm) en los dos bloques del bosque de la microcuenca del estero Macul

Variables	Bloque 1		Bloque 2		Total	
	10 x10 m	2 x 2 m	10 x10 m	2 x 2 m	10 x10 m	2 x 2 m
Familias	8	3	3	3	9	5
Géneros	8	3	3	3	10	6
Especies	8	3	3	3	10	6
Individuos	29	25	33	5	62	30

#### 4.2.3. Características de las comunidades de los recinto San Jacinto y San Ignacio

- **Topografía del área**

La mayor parte del área (55%) es de topografía regular y un menor porcentaje del área (10%) corresponde a topografía de difícil acceso (Figura 4).

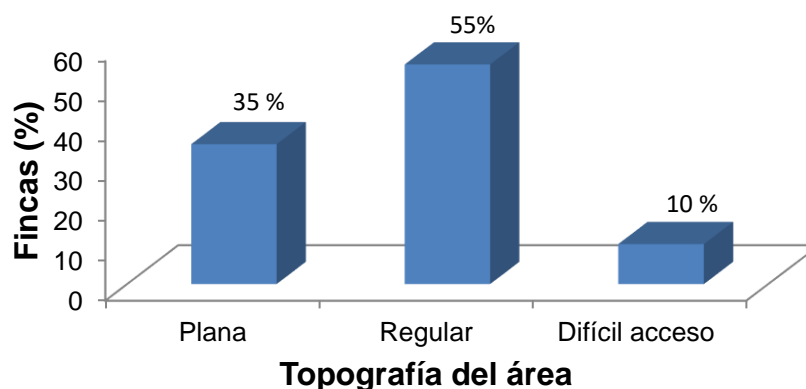


Figura 4. Topografía de las fincas en la microcuenca del estero Macul.

- **Técnica de protección de la microcuencia**

El mayor porcentaje de encuestados (40%) aplica la reforestación como técnica para proteger el suelo y un menor porcentaje (15%) utiliza cercas vivas (Figura 5).

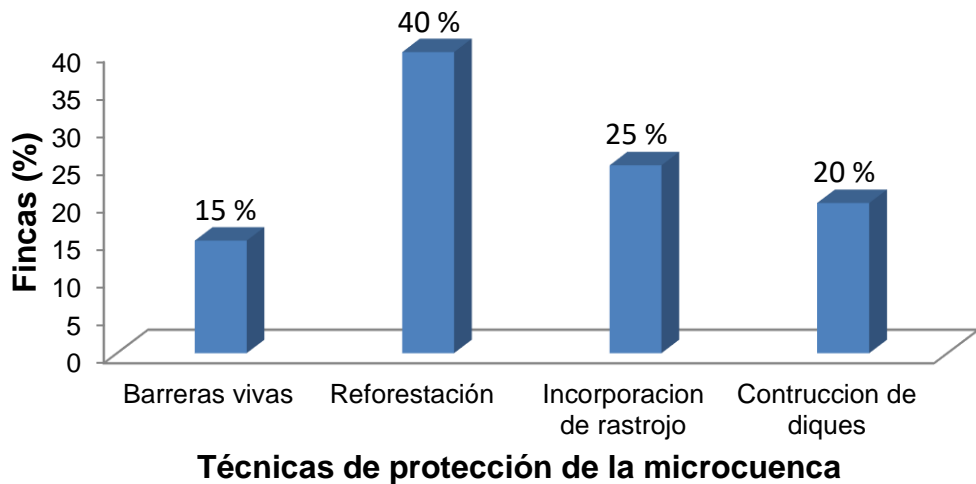


Figura 5. Técnicas de protección del suelo en la microcuencia del estero Macul.

- **Especies de interés para ser plantadas**

El mayor porcentaje de los finqueros (45%) expresó su interés por plantar especies forestales y un menor porcentaje (15%) tiene interés en especies de uso múltiple (Figura 6).

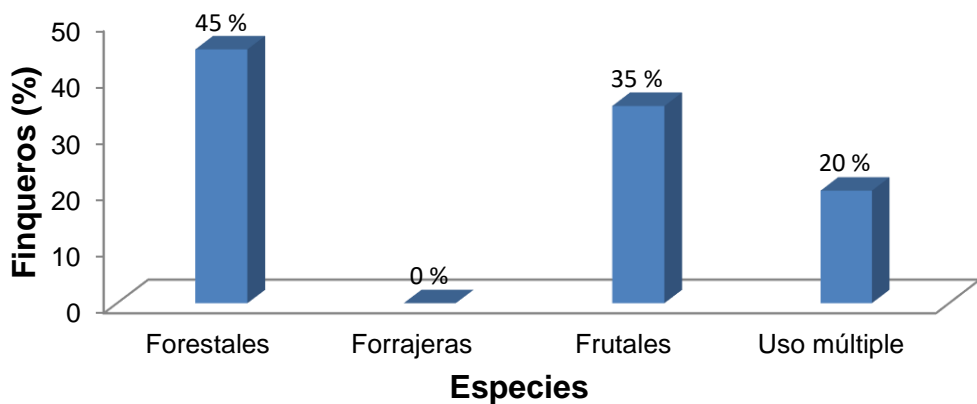


Figura 6. Especies de interés de los finqueros de la microcuencia del estero Macul.

- **Grado de erosión**

El grado de erosión de los suelos de la microcuenca del estero Macul va desde moderada (45%) a Nula (25%) (Figura 7).

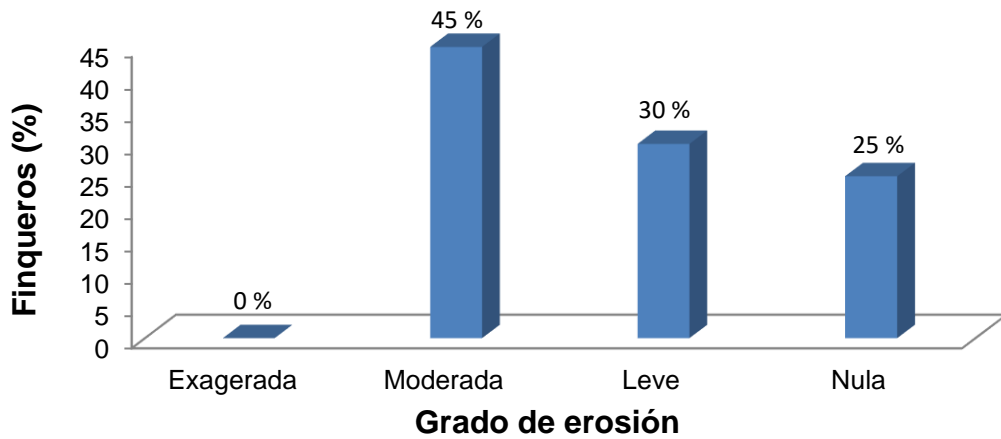


Figura 7. Grado de erosión en las fincas de la microcuenca del estero Macul.

- **Preparación del suelo**

El mayor porcentaje de los finqueros (60%) prepara el suelo con espeque, en menor proporción utiliza maquinarias y utiliza rastrojos (Figura 14).

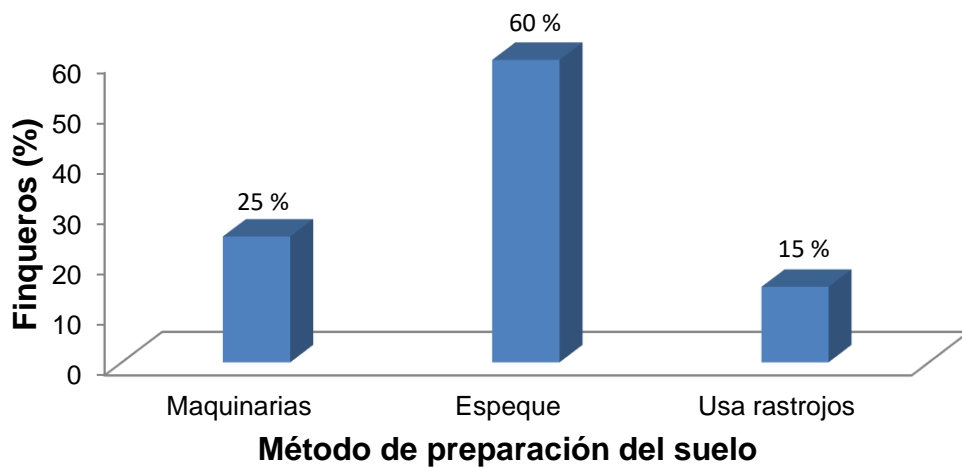


Figura 8. Método de preparación del suelo en la microcuenca del estero Macul.



### **4.3. DISCUSIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN RELACIÓN A LA NATURALEZA DE LA HIPÓTESIS**

#### **4.3.1. Variables Independientes**

##### **Diversidad florística**

Entender la composición florística y estructura de un determinado ecosistema es esencial para comprender los aspectos ecológicos que nos permiten realizar un adecuado plan de manejo y conservación de un ecosistema (Bawa & McDade, 1994). En este estudio, se encontró que el bosque de la microcuenca del estero Macul, fue botánicamente poco diverso, en comparación a otros estudios realizados en la zona.

La cantidad de especies encontradas en el bosque de la microcuenca del estero Macul (22) fue bastante bajo y menor a los obtenidos por (García, 2004) en Muchipamba, que obtuvo 72; fue inferior al número de especies (37) encontradas por (Parrales, 2005) en el bosque húmedo de la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP; además, fue inferior a las 54 especies registradas por, (Mani & Parthasarathy, 2003), en bosque secundarios del Distrito de Pudukottai en la India; a las 68 especies encontradas por (Rajkumar & Parthasarathy, 2008), en bosque secundarios siempre verdes de Kalapahad, India. También fue inferior a las 185 especies reportadas por, (Suatunce, et. al., 2003) en bosques secundarios de Talamanca Costa Rica.

Sin embargo, el número de especies de este estudio fue superior a las 16 especies reportadas (Bhuyan et al., 2003), en un bosque siempre verde perturbado, en la India. La diferencia en la diversidad, se debe principalmente a que el bosque estudiado es un bosque aislado (fragmento), remanente de los bosques que existían en la zona hace algunos años. Además, el régimen climático y la intervención humana ha reducido el área de bosque natural y por consiguiente la disminución en la diversidad de especies nativas, que tienen que competir con especies introducidas como la teca.

Taxonómicamente, la única familia que presentó dos especies fue Fabaceae, con dos especies del género *Inga* (guabo), que compartió los dos bloques. Las familias que sobresalieron por su abundancia fueron: Urtricaceae, con la especie *Cecropia peltata*; Lamiaceae, con *Tectona grandis*; Asteraceae, con *Vernonia. baccharoides*. Esto difiere con lo reportado por (Suatunce, et. al., 2003), quien encontró que las familias más abundantes fueron Lauraceae, Moraceae, Sapindaceae y Arecaceae.

El índice de diversidad de Shannon obtenido en este estudio fue de valor medio, de acuerdo al valor máximo que puede alcanzar este índice. El valor de este índice fue inferior al reportado por, (Suatunce, at. al., 2009) quien encontró un valor de 2.6, que es considerado como alto.

### **Estructura horizontal**

*Cecropia peltata* y *Tectona grandis* son las especies que definen la estructura florística del bosque de la microcuenca del estero Macul, debido a la abundancia de las especies mencionadas. (Parrales, 2005) También encontró varios individuos de *Cecropia peltata*. Lo cual sugiere que esta especie progresa en los bosques secundarios. Las especies nativas con mayor IVI, en este estudio fueron: *Cecropia peltata*; *Vitex gigantea*; *Vernonia bacorcharoides*; *Erythrina poeppigiana* (palo prieto) y *Ficus* sp. (matapalo); su importancia está determinada, mayormente, por la frecuencia. De las cinco especies mencionadas, únicamente *Ficus* sp. fue reportada por (Mero, 2005) entre las especies con mayor IVI.

### **Estructura Vertical**

La estructura vertical del bosque de la microcuenca del estero Macul es diferente a la forma general en que se distribuyen los estratos, ya que la altura máxima registrada fue únicamente de 20 m. Se encontró un mayor número de individuos en la clase de altura 7-14 m, lo cual indica que la mayoría de los árboles son de porte mediano. La abundancia de individuos en la clase

diamétrica mediana coincide con los resultados obtenidos por (Suatunce, et. al., 2009), quienes encontraron el mayor número de individuos en la clase mediana, en el bosque de la hacienda San Juan, cantón La Maná.

### **Diversidad de la regeneración natural**

Algunas especies registradas en la masa adulta no se encontraron en la regeneración natural; así mismo, ciertas especies obtenidas en la regeneración no se obtuvieron en la población adulta. De las 22 especies (con DAP >7.5 cm) presentes en los dos bloques, 11 especies fueron halladas en las parcelas de regeneración; las 3 especies restantes solo se encontraron en las parcelas de regeneración. El número de especies de la regeneración natural encontrados en el presente estudio fue mayor a los encontrados por (Mero, 2005), en el bosque de la comuna Guale de la cordillera Chongón Colonche, que obtuvo cinco especies; pero fue inferior a las 53 especies reportados por (Suatunce, et. al., 2003).

#### **4.3.2. Comprobación y disprobación de la hipótesis**

Con respecto al efecto de la estructura y diversidad de las especies forestales sobre la regeneración natural, en la microcuenca del estero Macul del cantón El Empalme”, aunque la diversidad de la masa adulta es baja, se encontraron varias especies que se han regenerado naturalmente, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) “La estructura y diversidad de las especies forestales favorecen la regeneración natural del bosque de la microcuenca del estero Macul”.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. CONCLUSIONES

La diversidad florística del bosque de la microcuenca del estero Macul es baja en comparación a la diversidad reportada para otros bosques de la zona, al considerar que solo se encontraron 22 especies. De estas 22 especies, *Cordia alliodora* se encuentra incluida en la categoría de baja preocupación, según la lista de la UICN. Además, se encontró un alto número de individuos de teca, que es una especie introducida, así como algunas especies de plantas nativas que se cultivan en la zona, tales como el aguacate, café y cacao.

Igualmente, la diversidad de la regeneración natural fue baja, ya que se encontraron únicamente, 14 especies, de las cuales *Piper anisatum* (cordoncillo) y *Solanum venosum* (cojojo) no son especies arbóreas. Sin embargo, se encontraron tres especies (*Nectandra* sp., *Triplaris cumingiana* y *Cecropia peltata*), cuya regeneración es abundante, debido a que son las primeras especies en la sucesión ecológica, que crecen en los sitios modificados o en claros de los bosques secundarios; estas especies proveen de condiciones favorables para que otras especies puedan continuar con la sucesión y repoblar un lugar.

La especie con mayor IVI fue la teca, que es una especie introducida; entre las especies nativas con mayor IVI se destacaron *Cecropia peltata*; *Vitex gigantea*; *Vernonia bacorcharoides*; *Erithrina poeppigiana* y *Ficus* sp.

La estructura vertical del bosque de la microcuenca del estero Macul fue diferente a la estructura que presentan los bosques secundarios, ya que el estrato superior no sobrepasó los 20 m de altura. El estrato medio (7-14) fue el que contenía el mayor número de árboles, y no el estrato inferior, como ocurre en la mayoría de bosques de este tipo.

De acuerdo a la diversidad y estructura del bosque de la microcuenca del estero Macul, y considerando que, la mayoría de los encuestados, estuvieron de acuerdo en plantar especies forestales en sus fincas, la elaboración y ejecución del plan de recuperación de la microcuenca del estero Macul es urgente, a fin de evitar la pérdida de las especies de la zona.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

Exponer los resultados de la diversidad florística y de las encuestas a los habitantes de la microcuenca del estero Macul, a fin de explicar la necesidad de recuperar y mantener las especies nativas de la zona.

Ejecutar el plan de plan de recuperación de la microcuenca del estero Macul, que debe incluir la reforestación con especies nativas en las fincas y el enriquecimiento del bosque remanente.

Para el plan de recuperación de la microcuenca del estero Macul, se debe incluir la utilización de las especies nativas que presentaron mayor abundancia, tales como *Nectandra* sp., *Triplaris cumingiana* y *Cecropia peltata*, por su importancia en la dinámica de los ecosistemas vegetales, por ser especies que se han adaptado a las condiciones especiales de la microcuenca del estero Macul.

Capacitar a los finqueros de la microcuenca del estero Macul en temas de producción de plántulas, manejo de plantaciones y protección de suelos mediante la utilización de barreras vivas.

## **CAPITULO VI**

### **PROPUESTA ALTERNATIVA**

## **6.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA**

**Plan de recuperación de la vegetación nativa de la microcuenca del estero Macul del Cantón El Empalme.**

## **6.2. JUSTIFICACIÓN**

En nuestro país bajo el reto de bienestar social y el desarrollo hemos expandido el frente colonizador sobre tierras de dudosa capacidad agropecuaria, destruyendo importantes zonas forestales. El modelo de desarrollo que se ha adoptado no ha tomado en cuenta el impacto que se está causando sobre el entorno biofísico que rodea al hombre. La tala del bosque ha traído como consecuencia subsiguiente la erosión, alteración del régimen climático, exterminio de la diversidad biológica y del disfrute del paisaje. En resumen, en las acciones para el uso o cambios de uso del suelo, han primado los conceptos económicos sobre el criterio ecológico.

El valor ecológico de los bosques de las microcuencas está sirviendo, de hecho, como motivo para justificar la protección de estos ecosistemas. Los bosques de las microcuencas proporcionan valor al paisaje y generan lugares adecuados para el esparcimiento, por lo que también poseen un valor cultural de enorme interés. Todas estas son buenas razones para fomentar su protección y conservación, y para favorecer, así mismo, su desarrollo.

Además, el establecimiento de plantaciones en las fincas de la microcuenca del estero Macul, del cantón El Empalme, favorecerá la protección de las riveras de los ríos y arroyos, constituyendo en una alternativa para captar las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y de esta forma contribuir con la protección del medioambiente, mediante el manejo, la conservación y restauración de los ecosistemas forestales, de esta importante microcuenca.



### **6.3. FUNDAMENTACIÓN**

La tala de los bosques húmedos tropicales por las actividades humanas es una de las principales causas de pérdida de diversidad biológica mundial. Las prácticas agrícolas han simplificado y fragmentado el paisaje, produciendo cambios en el microclima y modificando los procesos ecológicos. Estos impactos deben ser entendidos con la finalidad de proteger los paisajes y la biodiversidad que en él existe. Promover la conservación de los recursos es una de las formas para empezar a proteger la biodiversidad.

En el Ecuador, el acuerdo ministerial No. 244 del 9 de agosto del 2007, señala la norma de manejo forestal sustentable en bosque seco, en el Capítulo I Art. 10. Inciso a) Zona de Restauración: Son áreas con tierras erosionadas, vertientes desprotegidas, pastizales degradados, que podrán ser objeto de recuperación ya sea por regeneración natural, por sistemas de enriquecimiento o por plantación directa. Se procurará la restauración o repoblación forestal de áreas sin cobertura vegetal, que se encuentran dentro de esta zona. El Inciso c) expone en la Zona de Protección Permanente, los bosques secos nativos no podrán ser convertidos a otros usos y en caso de haber sido severamente intervenidos, estos podrán ser manejados para recuperación únicamente con especies nativas de la zona. Estas normas también pueden ser aplicadas al bosque remanente de la microcuenca del estero Macul.

### **6.4. OBJETIVOS**

#### **6.4.1. Objetivo General**

- Elaborar plan de restauración del bosque nativo y servicios ecosistémicos de la zona central de la microcuenca del estero Macul, cantón El Empalme

#### **6.4.2. Objetivos Específicos**

- Contribuir con la conservación de las especies arbóreas nativas de la microcuenca del estero Macul.
- Elaborar plan de actividades para la recuperación de los refugios para la fauna silvestre y la belleza escénica de la microcuenca del estero Macul.
- Diseñar el instructivo para la reducción de la erosión y la sedimentación de los esteros y arroyos de la microcuenca del estero Macul.

#### **6.5. IMPORTANCIA**

Los bosques constituyen un importante depósito de carbono que no sólo almacenan, sino que también lo intercambian en forma activa con la atmósfera. Las plantas almacenan carbono en su biomasa, contribuyendo pasivamente al control del calentamiento global. Otro de los servicios ecosistémicos que brinda el bosque es mantener los niveles de cantidad y calidad del agua y en la reducción de sedimentos

Las plantaciones forestales se pueden establecer bajo distintas modalidades como parcelas permanentes, rodales, en asociación con cultivos y en fajas. Una de las principales funciones de estas plantaciones es mejorar la belleza estética del entorno. Se puede plantar una o varias especies arbóreas y arbustivas dentro del mismo rodal. No obstante es importante utilizar especies sobre las cuales hay mayor conocimiento silvicultural, a fin de que se pueda definir un plan de manejo más o menos apropiado, según la función que vaya a cumplir.

La ejecución de la propuesta de recuperación de la vegetación nativa de la microcuenca del estero Macul del Cantón El Empalme contribuirá directamente a la conservación del bosque remanente existente en el área de estudio. La preservación de especies nativas en peligro de extinción posee gran

importancia dentro del ámbito de la conservación de los recursos naturales que fomenta el Ministerio del Medio Ambiente, además del interés de propietarios y comuneros que buscan generar ingresos por actividades de turismo, extracción de productos no maderables entre otras.

La ejecución de la propuesta de recuperación de la vegetación nativa de la microcuenca, contribuirá a la conservación del bosque remanente existente. La preservación de especies nativas en peligro de extinción posee gran importancia en el ámbito de conservación de los recursos naturales que fomenta el Ministerio del Medio Ambiente, interés de propietarios y comuneros que buscan generar ingresos por actividades de turismo, extracción de productos no maderables entre otras.

## **6.6. UBICACIÓN SECTORIAL Y FÍSICA**

La ejecución de esta propuesta tendrá un alcance local, en las comunidades de los recintos San Jacinto y San Ignacio asentadas dentro de la microcuenca del estero Macul del Cantón El Empalme, provincia del Guayas, que cubren una extensión de 80.86 ha, de recuperación de riberas.

## **6.7. FACTIBILIDAD**

### **6.7.1. Factibilidad social**

Los propietarios de fincas asentadas dentro del área de influencia de la microcuenca del estero Macul demostraron una buena predisposición a plantar especies forestales en sus propiedades. Además, conocen los principios básicos para propagar plantas, lo cual es favorable para la implementación de la restauración del bosque mediante la técnica de fajas de enriquecimiento. Según la encuesta realizada el 45% están de acuerdo en plantar especies forestales, es decir, unos 12 propietarios de fincas.

### **6.7.2. Factibilidad legal**

La Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, del Ecuador, en su Art. 1 señala que constituyen patrimonio del Estado, las tierras forestales que de conformidad con la Ley son de su propiedad, los bosques naturales que existen en ellas, los cultivados por su cuenta y la flora y fauna silvestres; los bosques que hubieran plantado o se plantasen en terrenos del Estado, exceptuándose los que hubieren formado por colonos y comuneros en tierras en posesión. Por otra parte, de acuerdo con el Decreto Ejecutivo no. 442 del 26 de julio de 2010 establece que las tierras dedicadas a la silvicultura no serán sujetas al pago de impuestos rurales.

### **6.8. PLAN DE TRABAJO**

El plan de trabajo de la propuesta de recuperación del bosque remanente del estero Macul se indica en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Plan de trabajo de la propuesta de recuperación del bosque remanente del estero Macul

Fecha	Actividades	Indicador	Presupuesto	Responsable
Enero de 2015	Demarcación de las áreas de recuperación y selección de las especies forestales a utilizar.	Informe de avance. Lista de especies seleccionadas.	6454,40	Autor de la Propuesta Comunidad
Febrero de 2015	Construcción del vivero y producción de plántulas.	Informe de avance Cantidad de plántulas producidas.	3227,20	Autor de la Propuesta Comunidad Técnico contratado
Marzo de 2015	Inicio de la plantación de las especies forestales en las áreas de enriquecimiento.	Informe de avance Número de plantas establecidas Número de ha enriquecidas.	4855,12	Autor de la Propuesta Comunidad Técnico contratado
	Capacitación	Número de talleres individuales y grupales	340,00	Líderes comunitarios comunidad
	Manejo de la plantación	Porcentaje de supervivencia	12102.00.	Líderes comunitarios comunidad
	Limpieza	Jornales utilizados	38726,40	Líderes comunitarios comunidad
	Control fitosanitario	métodos utilizados	4034,00	Líderes comunitarios comunidad
<b>Total</b>			<b>69399,12</b>	

## 6.9. ACTIVIDADES

### 6.9.1. Capacitación

Se realizarán talleres de capacitación, dirigidos a la comunidad y al personal que estará a cargo del manejo del vivero, sobre los criterios técnicos para el

manejo de las semillas, tratamiento pregerminativos, cuidado de las plántulas, preparación del suelo, establecimiento y manejo de las especies forestales de interés para la comunidad.

### **6.9.2. Demarcación del área de recuperación**

El área de recuperación será las 80.86 ha del bosque remanente y los bordes del bosque, constituidos por las propiedades que limitan con el bosque. Las plantas serán establecidas en fajas de enriquecimiento en claros del bosque remanente, con una densidad de plantación de 400 plantas por hectárea, para complementar a la regeneración natural y favorecer la recuperación del bosque.

### **6.9.3. Selección de especies para la recuperación del bosque**

Entre las principales especies que se utilizarán en la recuperación del bosque del estero Macul serán: laurel (*Cordia alliodora*), pechiche (*Vitex gigantea*), fernansánchez (*Triplaris cumingiana*) y guasmo (*Guasuma ulmifolia*), que fueron las especies menos abundantes en la masa adulta; además, se plantarán las especies menos abundantes en la regeneración: marañón (*Anacardium excelsum*); palo prieto (*Erythrina poeppigiana*) y tachuelo (*Zantoxylum tachuelo*).

### **6.9.4. Construcción del vivero y producción de plántulas**

Se construirá un vivero forestal temporal cerca al bosque remanente del estero Macul, con acceso para vehículos y personas, y con disponibilidad de agua. El vivero tendrá una capacidad de hasta 35000 plántulas, para abastecer los requerimientos de plántulas, de las especies elegidas, para la recuperación del bosque. Las semillas serán recolectadas en el mismo bosque del estero de la microcuenca del estero Macul.

### **6.9.5. Preparación del terreno y establecimiento de las plantas**

Se realizará una corta selectiva de las especies de uso agrícola de baja producción existente en el bosque remanente del estero Macul, tales como: *Coffea arabica* (café), *Theobroma cacao* (cacao), *Citrus sp.* (mandarina), *Persea americana* (aguacate), *Spondias mombin* (ciruelo) y *Matisia cordata* (zapote), que fueron registradas en el muestreo de la masa adulta.

Una vez eliminada las especies agrícolas, se procederá a realizar una chapia y señalar, balizar y hoyar, en las fajas de enriquecimiento. Las plantas serán establecidas a espaciamiento de 3 x 3 m hasta los 5 x 5 m, de acuerdo a los claros del bosque remanente.

### **6.9.6. Mantenimiento de la plantación**

Para el mantenimiento de la plantación se contempla las actividades de limpieza y realización de corona en cada una de las fajas de enriquecimiento, durante los primeros dos años de establecido, para garantizar el crecimiento y buen desarrollo de las plantas.

## **6.10. RECURSOS (ADMINISTRATIVOS, FINANCIEROS, TECNOLÓGICOS)**

Entre los recursos necesarios para la implementación de la propuesta de recuperación del bosque son:

### **6.10.1. Recurso Humano**

Se requerirá de personal capacitado a nivel de vivero, labores de limpieza balizado, hoyado, plantado además de un técnico capacitado en el área forestal para realizar el seguimiento de las actividades propuestas.

### **6.10.2. Recursos materiales**

Los materiales para la ejecución de la propuesta de recuperación del bosque remanente del estero Macul se indican en el Cuadro 10.

### **6.10.3. Recursos financieros**

Los recursos financieros necesarios para la realización de la propuesta de recuperación del bosque remanente del estero Macul se señalan en el cuadro 10. Para conseguir los recursos financieros se presentará la propuesta al Consejo Provincial del Guayas.



Cuadro 10. Recursos y costos requeridos para la ejecución de la propuesta de recuperación del bosque remanente del estero Macul

ITEMS	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR TOTAL (USD)
<b>Demarcación del área de recuperación y selección de especies</b>			
Delimitación del área	Consultoría	5	6000,00
Taller para seleccionar las especies	Taller		454,40
<b>Establecimiento de vivero temporal</b>			
Técnico Forestal	Sueldo	1	10000,00
Material vegetativo (semillas o plántulas)	Unidad	3500	7000,00
Plástico para vivero	m <sup>2</sup>	60	360,00
Malla 75% de luminosidad	m <sup>2</sup>	40	760,00
Postes de Soporte	Unidad	20	400,00
Alambre galvanizado 4 mm	Rollo	8	240,00
Fundas para plántulas	Millar	3	1200,00
Regadera	Unidad	20	200,00
Pala	Unidad	10	150,00
Establecimiento y Manejo de vivero	Jornal	150	1800,00
<b>Establecimiento inicial de plántulas en las áreas de recuperación</b>			
Motosierra	Unidad	1	650,00
Machetes	Unidad	40	600,00
Extracción de árboles indeseables	Jornal	20	240,00
Rastrillo	Unidad	20	200,00
Chapia	Jornal	640	7680,00
Corona	Jornal	640	7680,00
Balizado	Jornal	240	2880,00
Hoyado	Unidad	32000	2225,00
<b>Mantenimiento y manejo (año 1 y 2)</b>			
Chapia	Jornal	640	7680,00
Corona	Jornal	640	7680,00
<b>Subtotal</b>			<b>66094,40</b>
Imprevistos 5%			3304,72
<b>Total</b>			<b>69399,12</b>

## 6.11. IMPACTO

La ejecución de la propuesta de recuperación del bosque remanente del estero Macul producirá impactos ambientales, económicos y sociales positivos, especialmente, en la conservación de especies vegetales y la fauna, recursos genéticos, generación de servicios ambientales y preservación de la biodiversidad del bosque remanente del estero Macul. También, contribuirá a la generación de proyectos ecoturísticos que permitirán mejorar los ingresos

económicos a los habitantes asentados en los alrededores del bosque remanente del estero Macul, evitando así la migración hacia las ciudades.

## **6.12. EVALUACIÓN**

La evaluación se realizará en base a los informes de avance de las actividades cumplidas, presentadas por técnico del proyecto y el monitoreo del crecimiento y desarrollo inicial de las plantas.

## **6.13. INSTRUCTIVO DE FUNCIONAMIENTO**

Para la ejecución de la propuesta de recuperación de bosque remanente del estero Macul del cantón El Empalme se procederá de la forma siguiente:

- **Acuerdo con la comunidad**

Se realizará una reunión con la comunidad para informar sobre los resultados obtenidos en el estudio de la estructura y diversidad florística del bosque remanente del estero Macul. En esta reunión también se informará sobre la ejecución de la propuesta de recuperación del bosque remanente del estero Macul, con la participación de la comunidad, para lo cual se debe establecer un acuerdo de participación de la comunidad.

- **Determinación de las áreas para la recuperación**

Para determinar las áreas para la recuperación se realizará mediante un taller con la participación de la comunidad. Se determinará la forma de tenencia de la tierra; el área para establecer las plantas incluirá las zonas adyacentes al bosque. Una vez decidido las áreas donde se establecerán especies forestales, se realizará el levantamiento topográfico, para lo cual se contratará los servicios de un topógrafo.

- **Selección de las especies**

La selección de las especies se realizará mediante un taller con la participación de la comunidad. Para seleccionar las especies se tomará en cuenta la abundancia de las especies de la masa adulta y en la regeneración, así como la importancia económica y ecológica de las especies.

- **Contratación del técnico de campo**

Para la contratación del técnico de campo se tomará en cuenta que el aspirante tenga formación en el área forestal, con experiencia de trabajo en campo silvicultural de al menos dos años.

- **Construcción del vivero**

Primero se elegirá el sitio más apropiado para la instalación del vivero, tomando en cuenta, que el lugar escogido tenga acceso al agua, sea un terreno con topografía regular y este cerca del bosque. Para la construcción del vivero se contratará los servicios de un maestro en construcción y se contará con la participación de la comunidad, mediante mingas de trabajo y la participación del técnico, quien será el encargado de diseñar las instalaciones y las distintas áreas del vivero. Este vivero estará diseñado para producir hasta unas 5000 plántulas por año.

- **Producción de plántulas en el vivero**

El técnico de campo será el encargado de planificar las actividades para la propagación de las plántulas en el vivero. Para ejecución de las distintas labores en el vivero se contará con la participación de dos trabajadores agrícolas, quienes estarán bajo la responsabilidad directa del técnico de campo. Todas las especies serán propagadas utilizando contenedores, en decir plántulas con cepellón.

- **Establecimiento de las especies en las áreas de recuperación**

Una vez que las plántulas hayan alcanzado el tamaño y la edad suficiente para ser plantadas en el sitio previsto, serán transportadas hasta el sitio de plantación y serán plantadas, a distancias previamente determinadas, en lo posible en los meses que dura la época de lluvia.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, A. 2012. Especies en peligro de extinción. Obtenido <http://grupo6infomática.blogspot.com>. Consultado 17 mayo 2014.
- Aguiar, L. 1997. Análisis de cuatro fases sucesionales de la masa boscosa en la Región de San Carlos, Costa Rica. Tesis M.Sc. Centro agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, CR. 139.
- Aylward, B., & Tognetti. 2002. Valuation of hidrological externalities of land use change: Lake Arenal case study, Costa Rica. FAO. Land Water Linkages in Rural Watersheds. Case Study Series. Roma.
- Bawa, K. & McDade, L. 1994. The plant community: composition, dynamics, and life-history processes – Commentary, p.68. In L. McDade, K.S. Bawa, H. A. Hespenheide y G. S. Hartshorn (eds.). La Selva: ecology and natural history of a neotropical rain forest. . Chicago: The University of Chicago, Chicago, Illinois.
- Bhuyan et al. 2003. Tree diversity an population structure in undisturbed and human - impacted stands of tropical wet evergreen forest in Arunachal Pradesh, Eastern. India.
- Buesso, R. 1997. Establecimiento y manejo de regeneración natural. Honduras.
- Cando, J. 2005. Diagnóstico biofísico de la cuenca del río San Pablo (Cuenca alta del río Quevedo) con la aplicación del Sistema de información Geográfica (S.I.G). Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador. 1 - 9.

Constitución del Ecuador. 2008. Constitución de la República del Ecuador. Decreto legislativo 0. Registro oficial 449 de 20 de octubre del 2008. Última modificación 13 julio 2011.

Cunuhay, D. & Egeuz, R. 2008. Composición florística y estructura del remanente de bosque de galería de la corporación agrícola San Juan, cantón La Maná, provincia de Cotopaxi. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. La Maná, Ecuador.

Dajoz, R. 2002. Tratado de Ecología. Madrid, España. 600.

FAO. 1971. Planificación de un inventario forestal. Vol. 17. Italia.

García, W. 2004. Composición Florística de una parcela permanente en la hacienda Muchipamba, Reserva Ecológica "Los Ilinizas". Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador. 64.

Godínez, et. al. 2010. Evaluación de la regeneración natural de tres especies coníferas en áreas de distribución natural en el altiplano occidental de Guatemala. Universidad San Carlos de Guatemala. Programa Universitario de investigación en Recursos Naturales. Obtenido de <http://digi.usac.edu>. Consultado 17 febrero 2011.

Herrera, E. 2008. "Estructura de la vegetación, diversidad y regeneración natural de árboles en la Cuenca Baja del Río Pambay, Puyo, Provincia de Pastaza". Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción. Guayaquil, Ecuador. Obtenido de [www.dspace.espol.edu](http://www.dspace.espol.edu). Consultado 15 febrero 2011.

IUCN. 2014. Libro rojo de la lista de especies amenazadas. Obtenido de [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). Consultado 14 junio 2014.

- Jimenez, F. 2005. Diagnóstico de Cuencas Hidrográficas. Material del curso integrado de Cuencas Hidrográficas I. Turrialba, CATIE. 13.
- Lamprecht, H. 1962. Ensayo sobre los métodos para el análisis estructural de los bosques tropicales. Acta científica venezolana 2 (13). 57 - 65 .
- León, S. 2011. Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador. Quito.: Herbario Nacional del Ecuador. Quito, Ecuador. 957.
- Mani, S. & Parthasarathy, N. 2003. Tree diversity and stand structure in inland and coastal tropical dry evergreen forests of peninsular India. Current Science. India.
- Marcelo, et. al. 2007. Diversidad, composición florística y endemismos en los bosques estacionalmente secos alterados del distrito de Jaén, Perú. Ecología Aplicada 6 (1,2): 9 - 22.
- Mero, Z. 2005. Identificación dendrológica de especies y propuesta de enriquecimiento en el bosque de la comuna Guale cordillera Chongón Colonche, Provincia de Manabí. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador. 93.
- Mozo, et. al. 1999. Ecología y conservación de recursos naturales renovables "Conservación de Cuencas Hidrográficas. Primera edición. Santa Fé de Bogotá, D.C. Colombia. 164.
- Odum, P. 1986. Fundamentos de Ecología. Interamericana. México, D.F. 198.
- Parraga, K. 2003. Diagnostico biofísico y plan de manejo del sistema hidrográfico de la microcuenca "El Sapanal" Cantón Pangua, provincia

de Cotopaxi. . Tesis Ingeniero forestal. Universidad Tecnica de Quevedo. Ecuador. 11 - 12.

Parrales, J. 2005. Diversidad florística y estructura del bosque húmedo tropical de la Estación Experimental Pichilingue (INIAP). Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador. 4 - 7, 10 - 17.

Piñeiro & Peña. 2004. Análisis Estructural del bosque nativo Muchipamba, cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Técnica Estatal Quevedo.

Posner, & Estrada. 2001. The watershed as an organizing principle for research and development. An evaluation of experiece in the Andean Ecoregion Mountain research and developmen.

Rajkumar, M. & Parthasarathy, N. 2008. Tree Diversity and Structure of Andaman Giant Evergreen Forests. India.

Salas, D. 2003. Las cuencas hidrográficas . Obtenido en [www.mbertoni.org](http://www.mbertoni.org). Consultado 21 julio 2010.

Sánchez, D., & Hernández, M. 2011. Alternativas de manejo de la fertilidad del suelo en ecosistemas agropecuarios. Pastos y Forrajes. 375 - 392.

Scott, C. & Gove, J. 2002. Forest inventory. Encyclopedia of Environmetrics. 814 - 820.

Servicios Forestales. 2013. Principales cuencas hidrográficas del Ecuador. Obtenido en [http//franzpc.com](http://franzpc.com). Consultado 27 mayo 2014.



- Somarriba, E. 1999. Índice de Diversidad de Shannon. Agroforestería en las Américas. 72 - 74.
- Suatunce, et. al. 2009. Composición florística y estructura del remanente de bosque de galería de la Corporación Agrícola San Juan, cantón La Maná, provincia de Cotopaxi, Ecuador. Revista Tecnológica.
- Suatunce, et. al. 2003. Composición Florística y Estructura de Bosques y Cacaotales en los Territorios Indígenas de Talamanca, Costa Rica. Agroforestería en las Américas. Agroforestería en las Américas. Costa Rica.
- Talley, M. & Gutierrez, E. 2006. Estudio florístico de especies forestales y su uso potencial para el establecimiento de 2010l sistema agroforestal Quesungual en la micro cuenca hidrográfica La Danta, Somotillo, Chinandega. Managua., Nicaragua: Universidad Nacional Agraria. Obtenido en <http://pcenida.una.edu>. Consultado 18 octubre 2010.
- Troya, F. & Jimenez, N. 1995. Análisis Estructural del Bosque Húmedo Tropical existente en la Estación Experimental Tropical Pichilingue. Tesis ingeniero forestal. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador. 120.
- UICN. 2009. Libro rojo de la lista de especies amenazadas de la UICN (en línea). Obtenido en [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). Consultado 7 marzo 2014.
- UICN. 2014. Libro rojo de la lista de especies amenazadas de la UICN. Obtenido en [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). Consultado 14 junio 2014.
- Umaña, E. 2002. Manejo de cuencas hidrográficas y protección de fuentes de agua (en línea). Nicaragua. Obtenido en [www.geolatina.net](http://www.geolatina.net). Consultado 21 julio 2010.

Valenzuela, L. 2003. La implementación de técnicas de manejo de cuencas en tres comunidades de las microcuencas, tributarias del Río Estelí: La Jabonera, La Majada y Cerro Grande”. Un análisis de la contribución de las Técnicas a la protección y recuperación de los Recursos Naturales. Universidad Autónoma de Barcelona. Universidad Politécnica de Nicaragua. Nicaragua. 7 - 9.

Villavicencio, E. & Valdez, H. 2003. Análisis de la estructura arbórea del sistema agroforestal rusticano de café en San Miguel, Veracruz, México. Agrociencias. Vol. 37 (4). 413 - 423.

**ANEXOS**

## **ANEXO 1. CARACTERISTICAS DE COMUNIDADES DEL RECINTO SAN JACINTO Y SAN IGNACIO**

### **1. ¿Cómo considera Ud. la topografía de las fincas?**

Plana ( )  
Regular ( )  
Difícil acceso ( )

### **2. ¿Qué técnica de protección de los suelos de la microcuenca del estero Macul le gustaría emplear?**

Barreras vivas ( )  
Reforestación ( )  
Incorporación de rastrojo ( )  
Construcción de diques ( )

### **3. ¿Qué especie le gustaría plantar?**

Forestales ( )  
Forrajeras ( )  
Frutales ( )  
Uso Múltiple ( )

### **4. ¿Cómo considera Ud. El grado de erosión de la microcuenca del estero Macul.?**

Exagerada ( )  
Moderada ( )  
Leve ( )  
Nula ( )

**5. ¿Qué método de preparación del suelo utiliza?**

Maquinarias (    )

Espeque (    )

Usa rastrojos (    )

Anexo 2. Lista de especies forestales (DAP>7.5 cm) encontradas en el bloque 1 del bosque de la microcuenca del estero Macul

No	Familia	Nombre Común	Nombre Científico	Cantidad
1	Arecaceae	Chontilla	<i>Bactris coloradonis</i>	1
2	Asteraceae	Chilca	<i>Vernonia baccharoides</i>	3
3	Bignoniaceae	Pechiche	<i>Vitex gigantea</i>	3
4	Fabaceae	Palo prieto	<i>Erithrina Poeppigana</i>	3
5	Lamiaceae	Teca	<i>Tectona grandis</i>	33
6	Malvaceae	Cacao	<i>theobroma cacao</i>	2
7	Moraceae	Matapalo	<i>Ficus sp.</i>	3
8	Muntingiaceae	Niguito	<i>Muntingia calabura</i>	1
9	N N	No identificado	<i>N1</i>	1
10	Poaceae	Caña	<i>Guadua angustifolia</i>	1
11	Polygonaceae	Fernansánchez	<i>Triplaris cumingiana</i>	1
12	Urtricaceae	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	7
<b>Total</b>				<b>59</b>

Anexo 3. Lista de especies forestales (DAP>7.5 cm) encontradas en el bloque 2 del bosque de la microcuenca del estero Macul

No	Familia	Nombre Común	Nombre Científico	Cantidad
1	Anacardiaceae	Ciruelo	<i>Spondias mombin</i>	5
2	Asteraceae	Chilca	<i>Vernonia baccharoides</i>	10
3	Bignoniaceae	Guayacán blanco	<i>Cybistax donnell-smithii</i>	1
4	Boraginaceae	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	1
5	Fabaceae	Guabo	<i>Inga edulis</i>	2
6	Fabaceae	Guabo	<i>Inga spectabilis</i>	2
7	Lamiaceae	Teca	<i>Tectona grandis</i>	5
8	Lauraceae	Aguacate	<i>Persea amaericana</i>	5
9	Malvaceae	Cacao	<i>Theobroma cacao</i>	3
10	Malvaceae	Zapote	<i>Matisia cordata</i>	2
11	Malvaceae	Guasmo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	2
12	Muntingiaceae	Niguito	<i>Muntingia calabura</i>	1
14	Poligonaceae	Fernansánchez	<i>Triplaris cumingiana</i>	1
15	Rubiaceae	Café	<i>Coffea arabica</i>	1
16	Rutaceae	Mandarina	<i>Citrus sp</i>	2
17	Ulmaceae	Sapán de paloma	<i>Trema micrantha</i>	2
18	Urticaceae	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	37
<b>Total</b>				<b>79</b>

Anexo 4. Lista total de especies forestales (DAP>7.5 cm) encontradas en el bosque de la microcuenca del estero Macul

No	Familia	Nombre Común	Nombre Científico	Cantidad
1	Anacardiaceae	Ciruelo	<i>Spondias mombin</i>	5
2	Arecaceae	Chontilla	<i>Bactris coloradonis</i>	1
3	Asteraceae	Chilca	<i>Vernonia baccharoides</i>	13
4	Bignoniaceae	Guayacán blanco	<i>Cybistax donnell-smittii</i>	1
5	Bignoniaceae	Pechiche	<i>Vitex gigantea</i>	3
6	Boraginaceae	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	1
7	Fabaceae	Palo prieto	<i>Erithrina Poeppigana</i>	3
8	Fabaceae	Guabo	<i>Inga edullis</i>	2
9	Fabaceae	Guabo	<i>Inga spectabilis</i>	2
10	Lamiaceae	Teca	<i>Tectona grandis</i>	38
11	Lauraceae	Aguacate	<i>Persea americana</i>	5
12	Malvaceae	Cacao	<i>Theobroma cacao</i>	5
13	Malvaceae	Zapote	<i>Matisia cordata</i>	2
14	Malvaceae	Guasmo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	2
15	Moraceae	Matapalo	<i>Ficus sp.</i>	3
16	Muntingiaceae	Niguito	<i>Muntingia calabura</i>	2
17	N N	No identificado	N1	1
18	Poaceae	Caña	<i>Guadua angustifolia</i>	1
19	Polygonaceae	Fernansánchez	<i>Triplaris cumingiana</i>	2
20	Rubiaceae	Café	<i>Coffea arabica</i>	1
21	Rutaceae	Mandarina	<i>Citrus sp</i>	2
22	Ulmaceae	Sapán de paloma	<i>Trema micrantha</i>	2
23	Urticaceae	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	44



<b>Total</b>	<b>138</b>
--------------	------------

Anexo 5. Lista de especies de regeneración natural (DAP<7.5 cm) encontradas en el bloque 1 del bosque de la microcuenca del estero Macul

<b>No</b>	<b>Familia</b>	<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Cantidad</b>
1	Anacardiaceae	Marañón	<i>Anacardium excelsum</i>	1
2	Asteraceae	Chilca	<i>Vernonia baccharoides</i>	5
3	Fabaceae	Palo prieto	<i>Erithrina poeppigana</i>	4
4	Lamiaceae	Teca	<i>Tectona grandis</i>	7
5	Lauraceae	Jigua	<i>Nectandra sp.</i>	16
6	Moraceae	Fruta de pan	<i>Artocarpus altilis</i>	1
7	Piperaceae	Cordoncillo	<i>Piper anisatum</i>	1
8	Poligonaceae	Fernansánchez	<i>Triplaris cumingiana</i>	16
9	Rutaceae	Tachuelo	<i>Zantoxylum tachuelo</i>	1
10	Solanaceae	Cojojo	<i>Solanum venosum</i>	1
11	Urtricaceae	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	9
<b>Total</b>				<b>62</b>

Anexo 6. Lista de especies de regeneración natural (DAP<7.5 cm) encontradas en el bloque 2 del bosque de la microcuenca del estero Macul

No	Familia	Nombre Común	Nombre Científico	Cantidad
1	Fabaceae	Guabo	<i>Inga spectabilis</i>	8
2	Lauraceae	Aguacate	<i>Pesrsea americana</i>	2
3	Sapindaceae	Come pava	<i>Cupania cinérea</i>	2
4	Urtricaceae	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	18
<b>Total</b>				<b>30</b>

Anexo 7. Lista total de especies de regeneración natural (DAP<7.5 cm) encontradas en el bosque de la microcuenca del estero Macul

No	Familia	Nombre Común	Nombre Científico	Cantidad
1	Anacardiaceae	Marañón	<i>Anacardium excelsum</i>	1
2	Asteraceae	Chilca	<i>Vernonia baccharoides</i>	5
3	Fabaceae	Palo prieto	<i>Erithrina poeppigana</i>	4
4	Fabaceae	Guabo	<i>Inga spectabilis</i>	8
5	Lauraceae	Jigua	<i>Nectandra sp.</i>	16
6	Lauraceae	Aguacate	<i>Pesrsea americana</i>	2
7	Moraceae	Fruta de pan	<i>Artocarpus altilis</i>	1
8	Piperaceae	Cordoncillo	<i>Piper anisatum</i>	1
9	Poligonaceae	Fernansánchez	<i>Triplaris cumingiana</i>	16
10	Rutaceae	Tachuelo	<i>Zantoxylum tachuelo</i>	1
11	Sapindaceae	Come pava	<i>Cupania cinérea</i>	2
12	Solanaceae	Cojojo	<i>Solanum venosum</i>	1
13	Urticaceae	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	27
14	Verbenaceae	Teca	<i>Tectona grandis</i>	7
<b>Total</b>				<b>92</b>

Quevedo, 5 de junio del 2015

Dr.  
Carlos Zambrano  
**COORDINADOR DE LA MAESTRIA EN MANEJO Y APROVECHAMIENTO  
FORESTAL**  
Presente.-

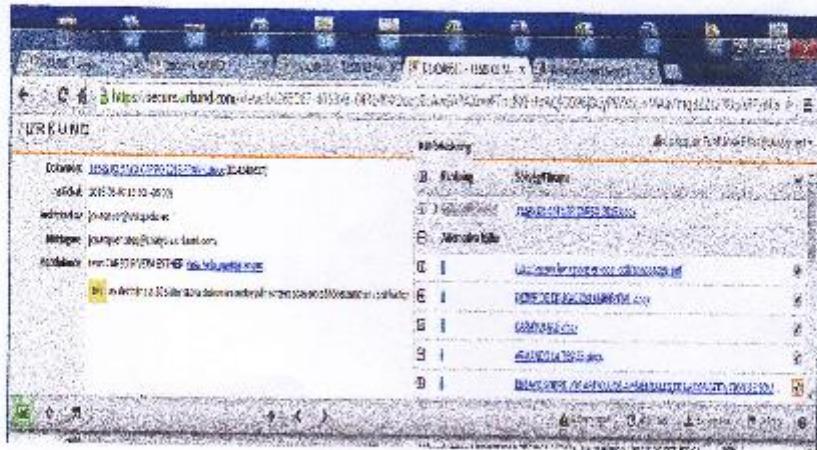
De mi mayor consideración:

Ing. Elías Cuásquer Fiel, MSc, en calidad de Director de la Tesis cuyo tema es "DIVERSIDAD, ESTRUCTURA DE ESPECIES FORESTALES Y SU INFLUENCIA EN LA REGENERACION NATURAL DE LA MICROCUENCA DEL ESTERO MACUL. AÑO 2013. PROUESTA DE RECUPERACIÓN", me permito manifestar a usted y por su intermedio al Consejo de Posgrado, lo siguiente:

Que La Ingeniera Esther Carbo Rivera, cumplió con los requisitos establecidos por la UTEQ para posgrado, además realizó las correcciones pertinentes, de acuerdo al reglamento correspondiente, e ingresada la tesis para el grado de Magister, al sistema URKUND, tengo bien certificar que el sistema refleja un porcentaje del 6% (cuadro adjunto del reporte), porcentaje establecido para ser aceptado.

Particular que lo certifico para los fines subsiguientes.

  
Ing. Elías Cuásquer Fiel,  
**DIRECTOR DE TESIS**



**URKUND**

**Urkund Analysis Result**

**Analyzed Document:** TESIS CARATULA(1) 2015 FRANK.docx (D14248817)  
**Submitted:** 2015-05-07  
**Submitted By:** juasquer@ulsaq.edu.ec

**Sources included in the report:**

- ARMANDO LA TESIS.docx (D14248817)
- CARATULA(1).docx (D12029686)
- DEBER DE EDUCACION AMBIENTAL.docx (D12030643)
- ENSAYO SOBRE LOS ARTICULOS AMBIENTALES DE LA CONSTITUCION DE EDUCACION AMBIENTAL.docx (D12020022)
- http://www.fonag.org.ec/doc\_pdf/aprobados.pdf

**Instances where selected sources appear:**

20

  
 Ing. Elias Cuasquer F.  
 DIRECTOR DE TESIS